



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΑΠΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΑΜΠΕΛΟΥ ΣΕ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ
ΝΤΕΜΠΙΝΑ**

Βασιλική Σαπλαούρα

Νικολίνα Εξάρχου

Επιβλέπων: Μάντζος Νικόλαος

Μέλος ΕΔΙΠ

Άρτα, Φεβρουάριος, 2023

**UTILIZATION OF COMPOST FROM VINE RESIDUES IN
GREENHOUSE CULTIVATION OF DEBINA VARIETY VINE**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα, Ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Μάντζος Νικόλαος, Μέλος ΕΔΙΠ

2. Μέλος επιτροπής

Αναστόπουλος Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής

3. Μέλος επιτροπής

Κύρκας Δημήτριος, Μέλος ΕΔΙΠ

© Βασιλική Σαπλαούρα και Νικολίνα Εξάρχου, 2022.

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.

Βασιλική Σαπλαούρα

Νικολίνα Εξάρχου

Υπογραφή

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο υδροπονίας του τμήματος Γεωπονίας, της σχολής Γεωπονίας, του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στους Κωστακιούς Άρτας κατά την χρονική περίοδο Δεκέμβριο του 2021 έως Νοέμβριο του 2022.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα και μέλος της τριμελούς επιτροπής της πτυχιακής μας εργασίας κ. Μάντζο Νικόλαο Μέλος ΕΔΙΠ, για την βοήθεια και την υποστήριξη καθ' όλη την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Επίσης, τον ευχαριστούμε και για τις εύστοχες υποδείξεις και το χρόνο που μας διέθεσε κατά την συγγραφή της. Επίσης, ευχαριστούμε και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, τον κ. Αναστόπουλο Ιωάννη Επίκουρο Καθηγητή και τον κ. Κύρκα Δημήτριο Μέλος ΕΔΙΠ για τη συμμετοχή τους στην αξιολόγηση της πτυχιακής μας εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες αποδίδονται και στην κ. Λαμπράκη Ελένη υποψήφια διδάκτωρ του τμήματος, για την επιστημονική καθοδήγηση, την συνεργασία και τη βοήθεια που μας πρόσφερε καθ' όλη την διάρκειά της εργασίας μας.

Τέλος, ευχαριστούμε τις οικογένειές μας και τους φίλους μας για την συμπαράσταση, την υποστήριξη και την κατανόηση τους, δίνοντας μας δύναμη για να επιτύχουμε τους στόχους μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η παρασκευή βιοδραστικού οργανικού κομπόστ από υπολείμματα βιολογικής καλλιέργειας αμπέλου (κληματίδες και φύλλα) και οινοποιίας (οινολάσπη) και η εφαρμογή του σε φυτά αμπέλου σε γλάστρες εντός θερμοκηπίου για την μελέτη της επίδρασής του στην φυσιολογία και την ανάπτυξη των φυτών αυτών.

Η συλλογή των υπολειμμάτων αμπέλου έγινε από αμπελώνα, όπου καλλιεργείται η ποικιλία Ντεμπίνα, η οποία είναι γηγενής ποικιλία της αμπελοουργικής ζώνης της Ηπείρου που βρίσκεται στην περιοχή της Ζίτσας του νομού Ιωαννίνων. Η οινολάσπη συλλέχθηκε από οινοποιείο της ίδιας περιοχής μετά από την διαδικασία της ερυθρής οινοποίησης με ποσοστά συμμετοχής σταφυλιών σε αυτή τη διαδικασία από τις ποικιλίες αμπέλου Merlot (60%), Syrah (30%) και Cabernet Sauvignon (10%).

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στους Κωστακιούς Άρτας. Τα νεαρά φυτά αμπέλου (*Vitis vinifera*) ποικιλίας ντεμπίνα που επιλέχθηκαν ήταν εμβολιασμένα σε υποκείμενο 110R και αναπτύχθηκαν σε γλάστρες εντός του υαλόφρακτου υδροπονικού θερμοκηπίου της σχολής κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες και παρέμειναν σε αυτό καθόλη την διάρκεια του πειράματος. Καλλιεργήθηκαν 36 φυτά αμπέλου τα οποία διαχωρίστηκαν σε 7 διαφορετικές μεταχειρίσεις.

Κατά την διαδικασία παρασκευής του κομπόστ από υπολείμματα καλλιέργειας αμπέλου και οινοποίησης έγιναν μετρήσεις για τον προσδιορισμό του pH, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), της θερμοκρασίας (T) και της υγρασίας (H) μέχρι την τελική ωρίμανσή του. Επίσης, στο τέλος αυτής της διαδικασίας πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ με σπόρους κάρδαμου.

Μετά την εφαρμογή του κομπόστ στα φυτά αμπέλου πραγματοποιήθηκαν οι αναπτυξιακές μετρήσεις, όπως η μέτρηση του μήκους του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών των φυτών, η μέτρηση των αριθμών των φύλλων και των μεσογονάτιων διαστημάτων του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών, καθώς και το πάχος του κεντρικού βλαστού στα 6 cm από τη βάση έκπτυξής του. Επίσης, έγιναν μετρήσεις στο τέλος της καλλιέργειας για τον προσδιορισμό του νωπού και ξηρού βάρους των φυτών και τον προσδιορισμό της φυλλικής τους επιφάνειας.

Λέξεις-κλειδιά: κομπόστ, οινολάσπη, άμπελος

ABSTRACT

The aim of this thesis was the preparation of bioactive organic compost from residues of organic cultivation of vine (vines and leaves) and winery (wine lees) and its application to vine plants in pots within a greenhouse to study its effect on the physiology and growth of these plants.

The collection of vine residues was made from a vineyard, where the Debina variety is cultivated, which is an indigenous variety of the viticultural zone of Epirus located in the area of Zitsa in the prefecture of Ioannina. The lees were collected by a winery in the same region after the red vinification process with percentages of grape participation in this process from the Merlot grape varieties (60%), Syrah (30%) and Cabernet Sauvignon (10%).

The experiment was carried out at the Department of Agriculture of the University of Ioannina in Kostakioi, Arta. The selected young vine (*Vitis vinifera*) plants of the debina variety were inoculated on 110R rootstock and grown in pots within the glass-barred hydroponic greenhouse of the faculty under controlled conditions and remained there throughout the experiment. Thus, 36 vine plants were cultivated and divided into 7 different treatments.

During the process of compost preparation from vine crop residues and vinification, measurements were made to determine pH, electrical conductivity (EC), temperature (T) and moisture (H) until final maturation. Also, at the end of this process, the phytotoxicity test of the compost with cardamom seeds was carried out.

After the application of compost to the grapevine plants, the developmental measurements were made, such as measuring the length of the central and lateral shoots of the plants, the number of leaves and the internodes intervals of the central and lateral shoots, as well as the thickness of the central shoot at 6 cm from its base of development. At the end of the cultivation, measurements were also taken to determine the fresh and dry weight of the plants and to determine their leaf area.

Keywords: compost, wine lees, vine

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT	8
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	15
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	19
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	20
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	21
Μέρος Α : Θεωρητικό μέρος.....	22
Κεφάλαιο 1 : Κομπόστ	22
1.1 Ιστορική αναδρομή.....	22
1.2 Κομποστοποίηση.....	22
1.2.1 Στάδια της κομποστοποίησης.....	23
1.2.2 Υλικά προς χρήση και αποφυγή.....	25
1.2.3 Μέθοδοι κομποστοποίησης.....	26
1.2.3.1 Μέθοδος του παθητικά αεριζόμενου στατικού σωρού	26
1.2.3.2 Μέθοδος του αεριζόμενου στατικού σωρού	26
1.2.3.3 Μέθοδος του γυρισμένου (αναμοχλευμένου) σωρού	27
1.2.3.4 Μέθοδος κομποστοποίησης σε κάδους	28
1.3 Χημεία του κομπόστ.....	29
1.4 Βιολογία του κομπόστ	29
1.4.1 Μικροοργανισμοί	29
1.4.2 Βακτήρια.....	29
1.4.3 Μύκητες.....	30
1.4.4 Ακτινομύκητες.....	30
1.4.5 Γαιοσκώληκες.....	30
1.4.6 Υπόλοιποι πρότιστοι οργανισμοί.....	30

1.5 Ιδιότητες του κομπόστ.....	31
1.5.1 Περιεκτικότητα αζώτου και άνθρακα.....	31
1.5.2 Περιεκτικότητα σε νερό	32
1.5.3 Αερισμός.....	32
1.5.4 pH	33
1.5.5 Θερμοκρασία	33
1.5.6 Αγωγιμότητα	34
1.6 Κομπόστ από υπολείμματα αμπελοκαλλιέργειας.....	34
1.7 Οφέλη και μειονεκτήματα της κομποστοποίησης.....	35
Κεφάλαιο 2 : Αμπέλι	37
2.1 Εισαγωγή	37
2.2 Καταγωγή - Προέλευση	37
2.3 Συστηματική ταξινόμηση	38
2.4 Βοτανική ταξινόμηση.....	39
2.4.1 Ρίζα	39
2.4.2 Βλαστός.....	40
2.4.3 Κορμός.....	41
2.4.5 Οφθαλμοί.....	41
2.4.6 Ταξιανθία - Άνθος	42
2.4.7 Έλικες	42
2.4.8 Φύλλα	43
2.4.9 Καρπός.....	44
2.4.10 Γίγαρτα	45
2.5 Καλλιεργούμενες ποικιλίες αμπέλου στη Ελλάδα	45
2.5.1 Ποικιλία Ντεμπίνας	47
2.6 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.....	47
2.6.1 Κλίμα.....	47

2.6.1.1	Θερμοκρασία	48
2.6.1.2	Ηλιοφάνεια	48
2.6.1.3	Βροχόπτωση.....	49
2.6.1.4	Άνεμοι	49
2.6.2	Έδαφος.....	49
2.6.2.1	Προσανατολισμός.....	50
2.6.2.2	Υψόμετρο	50
2.6.2.3	Κλίση	50
2.6.2.4	Σύσταση εδάφους.....	51
2.6.2.5	Γονιμότητα εδάφους.....	51
2.6.2.6	Εδαφική υγρασία	51
2.6.2.7	Χρώμα εδάφους.....	52
2.6.2.8	Χημικές ιδιότητες εδάφους	52
2.7	Πολλαπλασιασμός	53
2.7.1	Προετοιμασία υποκειμένου - εμβολίου.....	53
2.8	Λίπανση.....	54
2.9	Άρδευση	55
2.9.1	Υδατικές απαιτήσεις στα βλαστικά στάδια	55
2.9.2	Μέθοδοι άρδευσης.....	57
2.10	Ασθένειες και εχθροί.....	57
2.10.1	Μυκητολογικές ασθένειες.....	58
2.10.1.1	Περονόσπορος	58
2.10.1.2	Οίδιο.....	58
2.10.1.3	Βοτρύτης	59
2.10.1.4	Φόμοψη	60
2.10.2	Ιολογικές ασθένειες.....	61
2.10.2.1	Μολυσματικός εκφυλισμός της αμπέλου	61
2.10.3	Εχθροί.....	62
2.10.3.1	Ευδεμίδα	62
2.10.3.2	Θρίπες	62
2.10.3.3	Ερίνωση της αμπέλου	63
2.11	Συγκομιδή - Τρύγος.....	63

Κεφάλαιο 3 : Θερμοκήπιο	65
3.1 Ιστορική αναδρομή.....	65
3.2 Θερμοκήπια στην Ελλάδα	66
3.3 Θερμοκήπιο	66
3.3.1 Υλικά κατασκευής.....	67
3.3.2 Υλικά κάλυψης.....	69
3.4 Υδροπονία	70
3.5 Ανοιχτά και κλειστά συστήματα	71
Κεφάλαιο 4 : Οινολάσπη	73
4.1 Γενικά	73
4.2 Νομοθεσία	74
4.3 Σύσταση οινολάσπης.....	74
4.4 Απόσταγμα από οινολάσπη	75
4.5 Απολάσπωση	76
4.6 Φαινολικές ενώσεις στις οινολάσπες.....	77
Μέρος Β : Πειραματικό μέρος	80
Κεφάλαιο 5 : Υλικά και μέθοδοι	80
5.1 Εισαγωγή	80
5.2 Περιγραφή υλικών.....	80
5.2.1 Περιγραφή υλικών του θερμοκηπίου	80
5.2.2 Περιγραφή υλικών του εργαστηρίου.....	81
5.3 Μεθοδολογία μετρήσεων στο κομπόστ.....	81
5.3.1 Προσδιορισμός pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC).....	81
5.3.2 Προσδιορισμός θερμοκρασίας	83
5.3.3 Προσδιορισμός υγρασίας	83
5.3.4 Υπολογισμός υλικών	84
5.3.5 Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ.....	85

5.4 Μεθοδολογία μετρήσεων στο αμπέλι.....	86
5.4.1 Μετρήσεις ανάπτυξης αμπέλου.....	86
5.4.2 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους.....	87
5.4.3 Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας.....	88
Κεφάλαιο 6 : Περιγραφή πειραματικής εγκατάστασης.....	89
6.1 Θερμοκήπιο	89
6.2 Υποστρώματα.....	89
6.3 Διαδικασία κομποστοποίησης	90
6.4 Διαμόρφωση πειράματος.....	92
6.5 Διαδικασία μεταφύτευσης αμπελιών.....	93
.....	94
Κεφάλαιο 7 : Αποτελέσματα - Συζήτηση.....	95
7.1 Αποτελέσματα μετρήσεων στο κομπόστ.....	95
7.1.1 Μετρήσεις θερμοκρασίας	95
7.1.2 Μετρήσεις υγρασίας	99
7.1.3 Μετρήσεις pH.....	102
7.1.4 Μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC)	104
7.1.5 Έλεγχος φυτοτοξικότητας	105
7.2 Αποτελέσματα μετρήσεων στο αμπέλι.....	107
7.2.1 Αναπτυξιακές μετρήσεις	108
7.2.1.1 Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης	108
7.2.1.2 Μετρήσεις αριθμού φύλλων	109
7.2.1.3 Μετρήσεις αριθμού μεσογονάτιων διαστημάτων	110
7.2.1.4 Μετρήσεις διαμέτρου βλαστού στα 6cm	110
7.2.2 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους.....	111
7.2.2.1 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών.....	111
7.2.2.2 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των φύλλων	112
7.2.2.3 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των ριζών	113
7.2.3 Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας.....	114

7.3 Συμπεράσματα.....	115
Βιβλιογραφία	118

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	1.1:	Μονάδα	δημιουργίας	κομπόστ	(πηγή: https://www.geosolution.com.gr/index.php/el/)	27	
Εικόνα	1.2:	Κάδος	κομποστοποίησης	(πηγή: https://agropublic.gr/arthra-aropseis/κομποστοποίηση-έναλλακτική-παραγωγή/)	28		
Εικόνα	2.1:	Vitis vinifera	(πηγή: https://www.wallpaperflare.com/grape-vitis-vinifera-climber-fruit-summer-vine-leaves-wallpaper-aotbr)	37			
Εικόνα	2.2:	Στάδια	ανάπτυξης	αμπέλου	(πηγή: https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/green-grapevine-growing-with-sprout-and-young-vector-31471060)	39	
Εικόνα	2.3:	Ριζικό	σύστημα	αμπέλου	(πηγή: https://www.evineyardapp.com/blog/2019/09/05/structure-and-function-of-grapevine-root-system/)	40	
Εικόνα	2.4:	Βλαστός	αμπέλου	(πηγή: https://www.freepik.com/premium-photo/grape-leaves-vine-branch-with-tendrils-isolated-white-background-clipping-path-green-branch-grape-vine_29123850.htm)	40		
Εικόνα	2.5:	Κορμός	αμπέλου	(πηγή: https://wineanorak.com/2020/07/05/16-things-you-need-to-know-about-grape-vine-trunk-disease/)	41		
Εικόνα	2.6:	Οφθαλμοί	αμπέλου	(πηγή: https://www.shutterstock.com/search/grape-growth-stages)	41		
Εικόνα	2.7:	Ταξιανθία	αμπέλου	(πηγή: https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Vitis_vinifera_-_flower.jpg)	42		
Εικόνα	2.8:	Έλικες	αμπέλου	(πηγή: https://glossary.wein.plus/tendrils)	43		
Εικόνα	2.9:	Φύλλα	αμπέλου	(πηγή: https://depositphotos.com/19104603/stock-photo-grape-vine-leaf.html)	43		
Εικόνα	2.10:	Καρπός	αμπέλου	(πηγή: https://garden.lovetoknow.com/wiki/Slideshow:Which_Fruits_Grow_on_Vines)	44		
Εικόνα	2.11:	Γίγαρτα	αμπέλου	(πηγή: https://www.nutraingredients-latam.com/Article/2020/01/13/Meta-analysis-supports-grape-seed-extract-s-cardiovascular-potential)	45		
(Εικόνα	2.12:	Ποικιλία	Ντεμπίνας	(πηγή: https://winesofgreece.org/)	47		
Εικόνα	2.13:	Σύμπτωμα	περονόσπορου	στην	άμπελο	(πηγή: https://www.yraithros.gr/peronosporos-ampeli-mikrotero-filoma-mikroteros-kindinos/)	58

Εικόνα 2.14:	Συμπτώματα ωιδίου στον καρπό (πηγή: https://www.vineyardmagazine.co.uk/grape-growing/flagging-up-powdery/)	58
Εικόνα 2.15:	Μικροσκοπική παρατήρηση του μύκητα <i>Erysiphe necator</i> (πηγή: https://bladmeeesters.nl/parasites/fungi/dikarya/ascomycota/pezizomycotina/leotiomycetes/erysiphales/erysiphaceae/erysiphe/erysiphe-necator/)	58
Εικόνα 2.16 :	Συμπτώματα βοτρυτή στα σταφύλια (πηγή: https://blog.torosidis.gr/)	59
Εικόνα 2.17:	Μικροσκοπική παρατήρηση του παθογόνου (πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Botrytis-cinerea-a-Many-rounded-conidia-are-budded-off-at-the-branched-ends-of-the-long_fig2_329610182)	59
Εικόνα 2.18:	Σύμπτωμα φόμοψης σε φύλλα (πηγή: http://www.infowine.gr/el/winepedia/viticulture/226/?nid=372)	60
Εικόνα 2.19:	Μολυσματικός εκφυλισμός της αμπέλου (πηγή: http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Αρχείο:Μολυσματικός_εκφυλισμός_αμπέλου.jpg)	61
Εικόνα 2.20:	Ακμαίο <i>Lobesia botrana</i> (πηγή: https://www.ellinikigeorgia.gr/eudemidasovarotero-entomologiko-provlima/)	62
Εικόνα 2.21:	Θρίπας της Καλιφόρνιας (πηγή: https://www.kalliergo.gr/exthroi-asthenies-fyton/thripas-tis-kalifornias/)	62
Εικόνα 2.22:	Ερίνωση σε φύλλο αμπελιού (πηγή: https://www.kalliergo.gr/exthroi-asthenies-fyton/erinosi/)	63
Εικόνα 2.23:	Άκαρι <i>Colomerus vitis</i> (πηγή: https://www.kalliergo.gr/exthroi-asthenies-fyton/erinosi/)	63
Εικόνα 2.24:	Συγκομιδή-τρύγος σταφυλιών (πηγή: https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/2144-trygos-tis-ampelou-diadikasies-kai-kindynoi-tis-epoxis-syggkomidis)	64
Εικόνα 3.1:	Υαλόφρακτο θερμοκήπιο (πηγή: https://www.gaiasergon.gr/services/climate-management/cooling/)	65
Εικόνα 3.2:	Υδροπονική καλλιέργεια αμπέλου σε θερμοκήπιο (πηγή: https://agravia.gr/taxnikes-udroponikis-kaliergias-abelou/)	70
Εικόνα 4.1:	Οινολάσπη (Φωτογραφία: Βασιλική Σαπλαούρα)	73
Εικόνα 4.2:	Αναλυτικό σχέδιο ενός αποσταγματοποιείου (πηγή: https://lafazanis.gr/apostagmatopoiieio/)	76
Εικόνα 4.3:	Χημική δομή φανόλης και σε τρισδιάστατη μορφή (πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/Φαινόλη)	78

Εικόνα 4.4: Χημικές ενώσεις κάποιων φαινολικών ενώσεων που βρίσκονται στις οινολάσπες (πηγή: Jara-Palacios, 2019)	79
Εικόνα 5.1: Αλουμινένια σκεύη 675 mL.....	82
Εικόνα 5.2: Φούρνος ξήρανσης Memmert.....	82
Εικόνα 5.3: Ζύγιση κομπόστ σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας KERN EW.....	82
Εικόνα 5.4: Σύνθλιψη κομπόστ με γουδοχέρι.....	82
Εικόνα 5.5: Εισαγωγή κομπόστ σε κωνική φιάλη των 250 ml με 50ml απιονισμένου νερού	82
Εικόνα 5.6: Ομογενοποίηση δειγμάτων σε οριζόντια πλάκα ανάδευσης GFL Kreis-Schüttler 3005	82
Εικόνα 5.7: Μέτρηση pH και EC	83
Εικόνα 5.8: Πεχάμετρο - Αγωγιμόμετρο Hanna HI 9811 - 51.....	83
Εικόνα 5.9: Θερμόμετρο HANNA HI 145.....	83
Εικόνα 5.10: Μέτρηση θερμοκρασίας του κομπόστ	83
Εικόνα 5.11: Δίσκοι σποράς όπου φυτεύτηκαν οι σπόροι του κάρδαμου (<i>Lepidium sativum</i>)	86
Εικόνα 5.12: Τρυβλία Petri όπου τοποθετήθηκαν οι σπόροι του κάρδαμου (<i>Lepidium sativum</i>)	86
Εικόνα 5.13: Μετροταινία.....	86
Εικόνα 5.14: Παχύμετρο Digital Caliper 0-150mm INSIZE	86
Εικόνα 5.15: Μέτρηση ύψους φυτών με μετροταινία.....	87
Εικόνα 5.16: Μέτρηση διαμέτρου με παχύμετρο.....	87
Εικόνα 5.17: Χάρτινες σακούλες που περιέχουν τα διάφορα μέρη των φυτών αμπέλου... ..	88
Εικόνα 5.18: Απομάκρυνση του υποστρώματος από τις ρίζες των φυτών αμπέλου	88
Εικόνα 5.19: Πλαίσιο λευκού χρώματος (1,5m x 1m) με φύλλα αμπέλου	88
Εικόνα 5.20: Πρόγραμμα ανάλυσης φωτογραφιών ImageJ	88
Εικόνα 6.1: Τύρφη που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα.....	90
Εικόνα 6.2: Περλίτης που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα.....	90
Εικόνα 6.3: Περιοχή συλλογής υπολειμμάτων (Ζίτσα) από βιολογική καλλιέργεια αμπέλου	91
Εικόνα 6.4: Τεμαχιστής κλαδιών Green technic BC 60.....	91
Εικόνα 6.5: Χλοοκοπτική μηχανή John Deer.....	91
Εικόνα 6.6: Αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης που ήταν τοποθετημένο το κομπόστ	92
Εικόνα 6.7: Κάδος κομποστοποίησης JORAFORM 270L	92

Εικόνα 6.8: Διαδικασία μεταφύτευσης αμπελιών	93
Εικόνα 6.9: Φυτά αμπέλου στον προθάλαμο του θερμοκηπίου	94
Εικόνα 6.10: Κλάδεμα φυτών αμπέλου.....	94
Εικόνα 6.11: Εγκατάσταση των φυτών αμπέλου στις τυχαιοποιημένες θέσεις στους πάγκους του θερμοκηπίου.....	94

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Επιτυχημένα συστήματα κομποστοποίησης με χαμηλές αναλογίες C/N (πηγή: Guo <i>et. al.</i> , 2012).....	31
Πίνακας 4.1: Σύνθεση οινολάσπης από ερυθρή οينوποίηση (Zhihui <i>et al.</i> , 2008).....	75
Πίνακας 5.1: Αναλογίες υλικών για την παρασκευή του κομπόστ.....	85
Πίνακας 6.1: Μεταχειρίσεις πειράματος.....	92
Πίνακας 6.2: Σχεδιασμός του πειράματος στους πάγκους.....	93
Πίνακας 7.1: Μετρήσεις θερμοκρασίας (°C) στο κομπόστ και εντός του θερμοκηπίου.....	96
Πίνακας 7.2: Μετρήσεις υγρασίας στο κομπόστ.....	100
Πίνακας 7.3: Προσθήκη νερού (L) στο κομπόστ.....	101
Πίνακας 7.4: Μετρήσεις pH στο κομπόστ.....	103
Πίνακας 7.5: Μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) (μS/cm) στο κομπόστ.....	105
Πίνακας 7.6: Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ σε τρυβλία και ποσοστά βλάστησης των σπόρων καρδάμου.....	106
Πίνακας 7.7: Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ σε δίσκους σποράς στην υδρονέφωση και ποσοστά βλάστησης των σπόρων καρδάμου.....	107
Πίνακας 7.8: Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης (σε cm).....	108
Πίνακας 7.9: Μετρήσεις αριθμού φύλλων.....	109
Πίνακας 7.10: Μετρήσεις αριθμού μεσογονάτιων διαστημάτων.....	110
Πίνακας 7.11: Μετρήσεις διαμέτρου βλαστού στα 6cm (σε mm).....	111
Πίνακας 7.12: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των βλαστών.....	112
Πίνακας 7.13: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των φύλλων.....	112
Πίνακας 7.14: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των ριζών.....	113
Πίνακας 7.15: Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας (cm ²).....	114

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 7.1: Μετρήσεις θερμοκρασίας (°C) στο κομπόστ και εντός του θερμοκηπίου	99
Διάγραμμα 7.2: Μετρήσεις υγρασίας στο κομπόστ	101
Διάγραμμα 7.3: Προσθήκη νερού (L) στο κομπόστ.....	102
Διάγραμμα 7.4: Μετρήσεις pH στο κομπόστ	103
Διάγραμμα 7.5: Μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) (μS/cm) στο κομπόστ.....	105
Διάγραμμα 7.6: Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ σε τρυβλία με σπόρους καρδάμου	106
Διάγραμμα 7.7: Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ σε δίσκους σποράς στην υδρονέφωση.....	107
Διάγραμμα 7.8: Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης (σε cm).....	108
Διάγραμμα 7.9: Μετρήσεις αριθμού φύλλων.....	109
Διάγραμμα 7.10: Μετρήσεις αριθμού μεσογονάτιων διαστημάτων	110
Διάγραμμα 7.11: Μετρήσεις διαμέτρου βλαστού στα 6cm (σε mm).....	111
Διάγραμμα 7.12: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των βλαστών	112
Διάγραμμα 7.13: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των φύλλων	113
Διάγραμμα 7.14: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των ριζών.....	114
Διάγραμμα 7.15: Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας (cm ²)	115

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εξαιτίας των προβλημάτων ρύπανσης του περιβάλλοντος που προκαλείται από την καύση των φυτικών υπολειμμάτων των αμπελοκαλλιιεργειών και από την ελεύθερη απόρριψη των υποπροϊόντων των οινοποιείων στη φύση, η κομποστοποίηση αυτών των υλικών είναι ένας σημαντικός τρόπος για την παραγωγή ενός βιοδραστικού οργανικού κομπόστ με ταυτόχρονη μείωση των αποβλήτων και των πιθανών ρύπων.

Η κομποστοποίηση των οργανικών αποβλήτων αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη τεχνική από το 1935 και σήμερα λόγω των αυξανόμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων η μέθοδος αυτή γίνεται όλο και πιο δημοφιλής και θεωρείται ως ένας τρόπος μετατροπής οργανικών υλικών, όπως είναι τα αγροτικά απόβλητα σε κάτι χρήσιμο για την γεωργική παραγωγή. Συγκεκριμένα, η κομποστοποίηση είναι μία βιολογική μετατροπή των οργανικών αποβλήτων σε ένα υγιεινό, πλούσιο χούμο κάτω υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Ο χούμος (humus) είναι λατινική λέξη και σημαίνει «τα οργανικά συστατικά του εδάφους». Ο χούμος θεωρείται ένα σχετικά βιοσταθερό, πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά προϊόν και εξαιρετικής ποιότητας υπόστρωμα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο τύρφης και λιπασμάτων σε γεωργικές δραστηριότητες, βελτιώνοντας το έδαφος και λιπαίνοντας τα φυτά.

Τα οφέλη της χρήσης κομπόστ για τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και κατ' επέκταση και των φυτών είναι α) η ενσωμάτωση της οργανικής ύλης και των θρεπτικών ουσιών στο έδαφος, β) η μείωση της ανάγκης για χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και τύρφης, γ) η βελτίωση της δομής και του πορώδους του εδάφους το οποίο αυξάνει την ικανότητα κατακράτησης του νερού και τη μείωση της διάβρωσης και της έκπλυσης των θρεπτικών ουσιών.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε η επίδραση ενός βιοδραστικού οργανικού κομπόστ στην φυσιολογία και στην ανάπτυξη φυτών αμπέλου τα οποία ήταν καλλιεργημένα σε γλάστρες σε περιβάλλον θερμοκηπίου, το οποίο παρασκευάστηκε από καλλιεργητικά υπολείμματα αμπελοκαλλιέργειας, όπως είναι τα φύλλα, οι κληματίδες και οι βλαστοί και από υποπροϊόντα οινοποιείων, όπως είναι η οινολάσπη.

Μέρος Α: Θεωρητικό μέρος

Κεφάλαιο 1: Κομπόστ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η κομποστοποίηση δεν είναι καινούρια τεχνολογία. Είναι γνωστή από τα παλιά χρόνια καθώς εφαρμόστηκε πρώτα από τους Έλληνες, τους Ρωμαίους και πρώιμους πολιτισμούς στην Νότια Αμερική, την Ιαπωνία, την Κίνα και την Ινδία (Lohri *et al.*, 2017).

Οι αγρότες στην Αμερική τον 18^ο και τον 19^ο αιώνα χρησιμοποιούσαν την κομποστοποίηση, με την διαφορά ότι οι μέθοδοι κομποστοποίησης διέφεραν από τους σημερινούς. Τον 20^ο αιώνα μ.Χ. ξεκίνησαν στην Ινδία να εφαρμόζουν την μέθοδο της κομποστοποίησης, επιταχύνοντας την διαδικασία με την εφαρμογή νέων μεθόδων. Στη συνέχεια όμως με την εμφάνιση των συνθετικών ανόργανων λιπασμάτων η κομποστοποίηση και η διαχείριση των αποβλήτων θεωρήθηκαν μη αναγκαία και η μέθοδος λίγο-πολύ εγκαταλείφθηκε. Αργότερα σε αυτόν τον αιώνα και με αφορμή τα περιβαλλοντικά προβλήματα που άρχισαν να δημιουργούνται αφενός από την υπερβολική χρήση των συνθετικών λιπασμάτων και αφετέρου από τα στερεά οργανικά απόβλητα και τα λύματα, το ενδιαφέρον για την κομποστοποίηση αυξήθηκε και πάλι (Rynk *et al.*, 1992).

Σήμερα με την όλο και μεγαλύτερη ανησυχία για το περιβάλλον, η μέθοδος της κομποστοποίησης γίνεται πιο δημοφιλής, καθώς έχουν αυξηθεί και ο αριθμός αλλά και η ποικιλία των μεθόδων. Η μέθοδος της κομποστοποίησης θεωρείται ως ένας τρόπος να μετατρέπει υλικά, όπως λύματα, στερεά και αγροτικά απόβλητα σε κάτι χρήσιμο για την γεωργική παραγωγή (Rynk *et al.*, 1992).

1.2 Κομποστοποίηση

Πολλές αξιοποιήσιμες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται σε οργανικά υπολείμματα φυτικής και ζωικής προέλευσης χάνονται. Τα θρεπτικά αυτά στοιχεία μπορούν να αξιοποιηθούν σημαντικά με την απλή διαδικασία της κομποστοποίησης. Η παρασκευή του κομπόστ προϋποθέτει συγκεκριμένες γνώσεις και η ποιότητα του εξαρτάται κυρίως από το είδος και την ποιότητα των υλικών που προστίθενται στην φάση της κομποστοποίησης, αλλά και από άλλους παράγοντες όπως ο χώρος κατασκευής και ο τρόπος στοίβαξης του σωρού, η ταχύτητα της αποδόμησης των υλικών, η πορεία της ζύμωσης, η χουμοποίηση, η ωρίμανση, κ.λπ. (Σιδηράς, 1997).

Η κομποστοποίηση είναι η διαδικασία παρασκευής χουμοειδών οργανικών υλικών, συγκεντρώνοντας και ανακατεύοντας οργανικά υλικά υπό συνθήκες που ευνοούν την αερόβια αποδόμησή τους και τη διατήρηση των θρεπτικών στοιχείων. Τα πολύπλοκα οργανικά μόρια διασπώνται με την βοήθεια των μικροοργανισμών σε απλούστερες οργανικές ενώσεις με την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα, νερού και ενέργειας. Στην κομποστοποίηση η αποδόμηση διενεργείται εκτός του εδάφους και κατά κανόνα τα προς κομποστοποίηση υλικά υπόκειται σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών που δεν απαντώνται στο έδαφος. Το τελικό προϊόν της κομποστοποίησης, το κομπόστ, χρησιμοποιείται ως υλικό εδαφοκάλυψης, ως συστατικό σε μείγματα σε γλάστρες, αλλά κυρίως ως εδαφοβελτιωτικό και ως οργανικό λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης (Brady and Weil, 2011).

Η κομποστοποίηση είναι συνήθως θερμοφιλική, όπου η αποδόμηση πραγματοποιείται σε μεγάλους, αεριζόμενους σωρούς από ένα συνδυασμό διαφορετικών αερόβιων μικροοργανισμών (κυρίως μυκήτων και βακτηρίων) με τη μεγάλη μάζα των αποδομούμενων υλικών και σε συνδυασμό με τη δράση των μικροοργανισμών και τις μονωτικές ιδιότητες του σωρού, να προκαλούν σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας στο σωρό. Κομπόστ υψηλής ποιότητας μπορεί να παρασκευαστεί και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με μία διεργασία που ονομάζεται *vermicomposting*, στην οποία προστίθενται συγκεκριμένα είδη γαιοσκωλήκων, για να συμβάλλουν στην μετατροπή του υλικού. Το *vermicomposting* αποτελείται από τα απεκκρίματα των γαιοσκωλήκων που καταναλώνουν οργανικά υλικά σε υγρούς και αεριζόμενους σωρούς. Οι σωροί παραμένουν ρηχοί, ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη της θερμοκρασίας που θα θανάτωνε του γαιοσκώληκες (Brady and Weil, 2011).

1.2.1 Στάδια της κομποστοποίησης

Η δημιουργία του κομπόστ είναι μια συστηματοποιημένη συσσώρευση της οργανικής ύλης, με διαφορετική δυνατότητα αποσύνθεσης. Η πορεία κατά τη δημιουργία του κομπόστ καθορίζεται από την πρώτη ύλη, από τους βιοαποικοδομητές μικροοργανισμούς, από το υλικό βιοαποικοδόμησης και τις συνθήκες ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Γενικά είναι αποδεκτό ότι η κομποστοποίηση είναι ουσιαστικά μια διαδικασία τεσσάρων φάσεων που περιγράφεται στη συνέχεια (Hofmann *et al.*, 2003; Diaz *et al.*, 2007).

Φάση I = Μεσόφιλη Φάση (25-40°C)

Σε αυτή την πρώτη φάση (που ονομάζεται επίσης φάση εκκίνησης), πλούσιες σε ενέργεια, εύκολα αποικοδομήσιμες ενώσεις, όπως τα σάκχαρα και οι πρωτεΐνες είναι άφθονες και

αποικοδομούνται από μύκητες, ακτινοβακτήρια και βακτήρια. Επίσης, σκουλήκια κομποστοποίησης, ακάρεα και άλλοι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται, οι οποίοι δρουν κυρίως ως καταλύτες. Ανάλογα με τη μέθοδο κομποστοποίησης, η συμβολή των μικροοργανισμών αυτών είναι, είτε αμελητέα, είτε αρκετά σημαντική, όπως στην ειδική περίπτωση του vermicomposting. Έχει αποδειχθεί ότι ο αριθμός των μεσόφιλων μικροοργανισμών στο αρχικό υπόστρωμα είναι τρεις φορές υψηλότερος από τον αριθμό των θερμόφιλων μικροοργανισμών, αλλά η δραστηριότητα των μυκήτων και βακτηρίων προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας (Diaz *et al.*, 2007).

Φάση II = Θερμόφιλη φάση (35-65°C)

Οι οργανισμοί που είναι ανθεκτικοί σε υψηλότερες θερμοκρασίες σταδιακά αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, και στο τέλος, αντικαθιστούν σχεδόν εξ' ολοκλήρου τη μεσόφιλη χλωρίδα. Στην προηγούμενη ακμάζουσα μεσόφιλη φάση, οι οργανισμοί πεθαίνουν και τελικά αποικοδομούνται από τους επόμενους θερμόφιλους οργανισμούς μαζί με το υπόλοιπο, εύκολα αποικοδομήσιμο υπόστρωμα. Οι θερμόφιλοι μύκητες έχουν μέγιστα επίπεδα αντοχής μεταξύ 35 και 55°C, ενώ συνήθως η υψηλότερη θερμοκρασία αναστέλλει την ανάπτυξη τους. Τα θερμόφιλα βακτήρια είναι γνωστό ότι παραμένουν ενεργά και σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Παρά την καταστροφή των περισσότερων μικροοργανισμών πάνω από τους 65°C, η θερμοκρασία μπορεί να αυξηθεί περαιτέρω και να υπερβεί τους 80°C. Είναι πιθανό αυτή η τελική αύξηση της θερμοκρασίας να μην οφείλεται στη μικροβιακή δραστηριότητα, αλλά να είναι μάλλον το αποτέλεσμα ορισμένων αβιοτικών εξώθερμων αντιδράσεων.

Όπως είναι φυσικό δεν επιτυγχάνονται οι ίδιες θερμοκρασίες σε όλες τις ζώνες ενός σωρού κομποστοποίησης, έτσι είναι σημαντική ότι μέσω της τακτικής αναστροφή του σωρού, έτσι ώστε κάθε μέρος του υποστρώματος να μετακινείται στο κεντρικό, πιο θερμό μέρος του σωρού. Από μικροβιολογική άποψη, σε ένα σωρό μπορούν να αναγνωριστούν τέσσερις κύριες θερμοκρασιακές ζώνες. Η εξωτερική ζώνη, η πιο δροσερή και καλά τροφοδοτούμενη με οξυγόνο, η εσωτερική ζώνη που δεν τροφοδοτείται επαρκώς με οξυγόνο, η κάτω ζώνη που είναι θερμή και τροφοδοτείται καλά με οξυγόνο και η ανώτερη ζώνη όπου είναι η πιο θερμή και είναι συνήθως αρκετά καλά εφοδιασμένη με οξυγόνο.

Σε αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες οι παθογόνοι οργανισμοί, καθώς και οι σπόροι ζιζανίων και οι προνύμφες των εντόμων καταστρέφονται ή αδρανοποιούνται. Το μειονέκτημα από τις υψηλές θερμοκρασίες που μπορεί να υπερβαίνουν τους 70°C, είναι ότι οι περισσότεροι

μεσόφιλοι οργανισμοί καταστρέφονται. Αυτό ωστόσο μπορεί να αποφευχθεί με κατάλληλα μέτρα για τον επαναποικισμό (Diaz *et al.*, 2007).

Φάση III = Φάση ψύξης (Δεύτερη μεσόφιλη φάση)

Όταν η δραστηριότητα των θερμοφίλων οργανισμών σταματά λόγω της μείωσης των αποικοδομήσιμων ενώσεων των υποστρωμάτων, η θερμοκρασία αρχίζει να μειώνεται. Οι μεσόφιλοι οργανισμοί αρχίζουν να επαναποικίζουν το υπόστρωμα. Ενώ στην αρχική φάση οι οργανισμοί με την ικανότητα να αποικοδομούν τα σάκχαρα, τους ολιγοσακχαρίτες και τις πρωτεΐνες κυριαρχούσαν, η δεύτερη μεσόφιλη φάση χαρακτηρίζεται από έναν αυξανόμενο αριθμό οργανισμών, κυρίως βακτήρια και μύκητες, που αποικοδομούν το άμυλο ή την κυτταρίνη (Diaz *et al.*, 2007).

Φάση IV = Φάση ωρίμανσης

Κατά τη διάρκεια της φάσης ωρίμανσης, η ικανότητα του υποστρώματος μειώνεται και η σύνθεση της μικροβιακής κοινότητας μεταβάλλεται. Συνήθως, το ποσοστό των μυκήτων αυξάνεται, ενώ των βακτηρίων μειώνεται και επικρατούν ενώσεις που δεν μπορούν να αποικοδομηθούν περαιτέρω, όπως τα σύμπλοκα λιγνίνης-χούμου (Diaz *et al.*, 2007).

1.2.2 Υλικά προς χρήση και αποφυγή

Για τη δημιουργία του κομπόστ μπορούν να χρησιμοποιηθούν οργανικά υλικά, όπως τα άχυρα, τα κλαδιά, οι φλοιοί και τα φύλλα από δέντρα και θάμνους και διάφορα ξερά χόρτα (Αλκιμος, 2000). Τα υλικά που προσφέρονται για οικιακή κομποστοποίηση περιλαμβάνουν υπολείμματα κουζίνας, υπολείμματα γλοοκοπής, σχίζες ξύλου, υπολείμματα καναλιών στράγγισης, πευκοβερόνες, σανό, άχυρο ακόμη και σκόνη από σάκους ηλεκτρικής σκούπας (Brady and Weil, 2011).

Το μεγάλης κλίμακας, εμπορικό κομπόστ παρασκευάζεται κυρίως από υλικά όπως αστικά απορρίμματα, λυματολάσπη, ζωικές κοπριές, υπολείμματα από δημόσια έργα πράσινου και υπολείμματα επεξεργασίας τροφών (Brady and Weil, 2011).

Τα υλικά που πρέπει να αποφεύγονται είναι υπολείμματα κρέατος, κυρίως γιατί εκλύουν οσμές και προσελκύουν τρωκτικά, ακαθαρσίες γάτας, καθώς φέρουν μικρόβια επιβλαβή για νήπια και εγκύους, πριονίδι από κοπή εμποτισμένης ξυλείας και κοντραπλακέ, πλαστικά και γυαλί, διότι είναι μη βιοδιασπώμενα (Brady and Weil, 2011).

1.2.3 Μέθοδοι κομποστοποίησης

Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι υπάρχουν τέσσερις μέθοδοι κομποστοποίησης:

1. Η μέθοδος του παθητικά αεριζόμενου στατικού σωρού
2. Η μέθοδος του ενεργητικά αεριζόμενου στατικού σωρού
3. Η μέθοδος του γυρισμένου (αναμοχλευμένου) σωρού
4. Η μέθοδος κομποστοποίησης σε κάδους (in-vessel)

Ο κοινός στόχος αυτών των μεθόδων είναι να παρέχουν επαρκές οξυγόνο για τα αερόβια μικρόβια που είναι υπεύθυνα για τη διαδικασία κομποστοποίησης.

1.2.3.1 Μέθοδος του παθητικά αεριζόμενου στατικού σωρού

Στη μέθοδο του παθητικά αεριζόμενου στατικού σωρού, αέρας από το περιβάλλον περνά στο σωρό μέσω διάτρητων σωλήνων που είναι ενσωματωμένοι στο κάτω μέρος του. Οι σωλήνες μπορεί να έχουν διάμετρο από 10 έως 20cm, με οπές ανά 30cm. Ο αερισμός πραγματοποιείται καθώς ο θερμός αέρας ανεβαίνει διαχεόμενος εντός του σωρού (φαινόμενο της καμινάδας). Ο σωρός πρέπει να έχει ύψος 1m περίπου και μήκος γύρω στα 3m με ένα στρώμα ώριμου κομπόστ στο κάτω μέρος και στην κορυφή. Άχυρο και ροκανίδια μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της δομής και τον ικανοποιητικό αερισμό χωρίς αναστροφή (Seyedbagheri, 2010).

1.2.3.2 Μέθοδος του αεριζόμενου στατικού σωρού

Στον αεριζόμενο στατικό σωρό χρησιμοποιείται ένας φυσητήρας για να αναγκάσει τον αέρα να εισχωρήσει μέσω των σωλήνων στο σωρό. Ο σωρός πρέπει να είναι πάνω από 1,5m ύψος και 3m πλάτος. Οι σωλήνες καλύπτονται από πορώδη υλικά (ροκανίδια ξύλου ή ψιλοκομμένο άχυρο) που στη συνέχεια καλύπτονται από τα υλικά του κομπόστ.

Δεδομένου ότι η πορώδης βάση διανέμει τον αέρα μεταξύ του σωρού και του σωλήνα αερισμού, αυτή δεν πρέπει να εκτείνεται μέχρι την άκρη του σωρού. Αφού ο σωρός δεν αναστρέφεται, το μείγμα των υλικών και η αρχική ανάμειξη είναι ιδιαίτερα κρίσιμα στον αεριζόμενο στατικό σωρό. Αν ο αερισμός είναι ανομοιογενής, ο σωρός κομποστοποίησης θα έχει αναερόβιες περιοχές που θα περιέχουν πολύ χαμηλής ποιότητας κομπόστ. Η ποσότητα από τα ροκανίδια ξύλου ή άλλων υλικών που θα προστεθούν εξαρτάται από τον τύπο του υλικού που κομποστοποιείται. Μετά την περίοδο κομποστοποίησης, το ξύλο που απέμεινε, επαναχρησιμοποιείται σε νέους σωρούς κομποστοποίησης (Seyedbagheri, 2010).

1.2.3.3 Μέθοδος του γυρισμένου (αναμοχλευμένου) σωρού

Στη μέθοδο του γυρισμένου (αναμοχλευμένου) σωρού, τα υλικά που πρόκειται να κομποστοποιηθούν τοποθετούνται σε σειρές ύψους 0,9 έως 3,6m και με πλάτος 3,05 έως 6,1m. Το μέγεθος της κάθε σειράς καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το οργανικό υπόστρωμα που πρόκειται να κομποστοποιηθεί και τον εξοπλισμό της μονάδας κομποστοποίησης (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1: Μονάδα δημιουργίας κομπόστ (πηγή: <https://www.geosolution.com.gr/index.php/el/>)

Η εισχώρηση του αέρα γίνεται παθητικά και ο ρυθμός εισόδου εξαρτάται από το πόσο πορώδης είναι η κάθε σειρά. Το μέγεθος της σειράς πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να υπάρχουν καλές αερόβιες συνθήκες κατά την κομποστοποίηση σε όλο τον όγκο της. Εάν η σειρά έχει μεγάλο όγκο, είναι πιθανόν να υπάρχει μια αναερόβια ζώνη στο κέντρο της, ενώ αν η σειρά είναι πολύ μικρή, η έντονη απώλεια της θερμότητας θα αποτρέψει την επίτευξη υψηλών θερμοκρασιών που απαιτούνται για τη καταστροφή των παθογόνων.

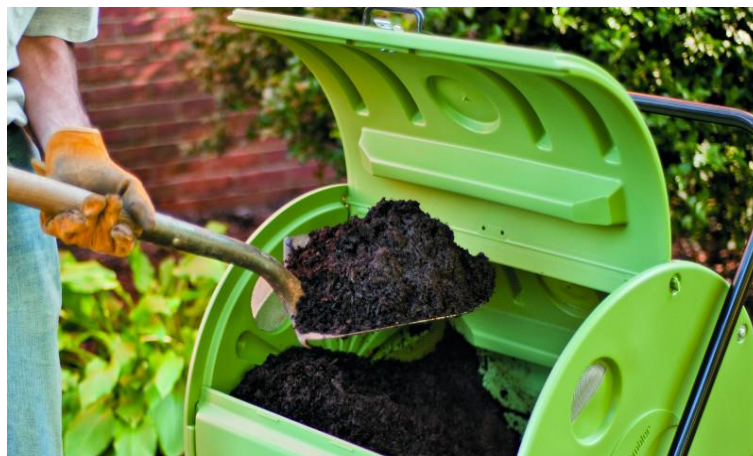
Καθώς η κομποστοποίηση προχωρά και ο σωρός συρρικνώνεται. Με την αναστροφή του σωρού, το υλικό διογκώνεται και επαναδημιουργείται το πορώδες που χάνεται με τη συρρίκνωση. Ένα πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η έκθεση όλων των τμημάτων του σωρού στις υψηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα τα υλικά να κομποστοποιούνται ομοιόμορφα και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, οι σπόροι ζιζανίων και οι προνύμφες των εντόμων, να εκτίθενται στις υψηλότερες θερμοκρασίες στο εσωτερικό του σωρού.

Η αναμόχλευση του σωρού συνίσταται να γίνεται όταν η θερμοκρασία του πέσει κάτω από τους 48°C. Η πολύ συχνή αναμόχλευση εμποδίζει τον σωρό από το να φτάσει σε επαρκώς υψηλή θερμοκρασία για τη διαδικασία της κομποστοποίησης (Seyedbagheri, 2010).

1.2.3.4 Μέθοδος κομποστοποίησης σε κάδους

Η διαδικασία της κομποστοποίησης σε κάδους γίνεται μέσα σε κάποια ειδικά δοχεία ή και σε βαρέλια (Εικόνα 1.2). Η συγκεκριμένη μέθοδος συνδυάζει τις τεχνικές του αναμοχλευμένου σωρού και του στατικού σωρού. Αξιοποιεί τα καλά σημεία και των δυο μεθόδων. Ορισμένες τέτοιες τεχνικές που εφαρμόζονται σήμερα περιλαμβάνουν κάδους, σιλό καθώς και περιστρεφόμενα τύμπανα. Η κομποστοποίηση σε κάδους χρησιμοποιείται από ορισμένους καλλιεργητές που αντιλαμβάνονται τα πλεονεκτήματα της μειωμένης εργασίας, της ταχύτερης κομποστοποίησης, της υψηλότερης ποιότητας του κομπόστ, καθώς και τις μειωμένες επιπτώσεις των καιρικών φαινομένων. Όλα αυτά αντισταθμίζουν τα μειονεκτήματα του υψηλότερου κόστους και της πιο πολύπλοκης διαχείρισης (Seyedbagheri, 2010).

Ο πιο απλός κάδος είναι ένα κυβικό κουτί από σανίδες ή στρογγυλά ξύλα. Τα συγκεκριμένα ταιριάζουν περισσότερο σε ένα βιολογικό κήπο, με μόνο μειονέκτημα ότι δεν είναι μακράς διάρκειας. Άλλος τύπος κάδου είναι αυτός που είναι κτιστός με τούβλα, ο οποίος αντέχει στο πέρασμα του χρόνου αλλά έχει μεγαλύτερο κόστος. Τα πλαστικά δοχεία που υπάρχουν σήμερα στο εμπόριο είναι διαφόρων σχημάτων και διακρίνονται από απλές κατασκευές έως σχετικά πολύπλοκα συστήματα. Σε αυτά τα δοχεία οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό αναπτύσσονται πιο γρήγορα και διατηρούνται περισσότερο. Επιπλέον, λόγω του μικρού τους μεγέθους, τοποθετούνται ακόμη και στις πιο μικρές γωνίες του κήπου ή του κτήματος, ακόμη και σε ένα μπαλκόνι. Υπάρχουν ακόμη και δοχεία από ανοξείδωτο μέταλλο με κάποιες οπές για καλύτερο αερισμό και με τοιχώματα που ανοίγουν διάπλατα για την διευκόλυνση της εξαγωγής του κομπόστ (Άλκιμος, 2000).



Εικόνα 1.2: Κάδος κομποστοποίησης (πηγή: <https://agropublic.gr/arthra-aporseis/κομποστοποίηση-έναλλακτική-παραγωγή/>)

1.3 Χημεία του κομπόστ

Πολλές χημικές αλλαγές συμβαίνουν Κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης, η χημική διάσπαση προκαλείται από την δράση των ενζύμων που παράγουν οι μικροοργανισμοί. Τα βακτήρια και οι μύκητες εκκρίνουν ένζυμα, καθώς διασπών σύνθετες οργανικές ενώσεις και χρησιμοποιούν τα προϊόντα διάσπασης ως πηγή ενέργειας, αλλά και για τη δόμηση του οργανισμού τους. Τα ένζυμα καταλύουν αντιδράσεις, στις οποίες οι πρωτεΐνες, τα σάκχαρα, το άμυλο και άλλες οργανικές ενώσεις οξειδώνονται προς διοξείδιο του άνθρακα, ενέργεια, νερό και ενώσεις που είναι ανθεκτικές σε περαιτέρω αποσύνθεση (Trautmann and Marianne, 1998).

Καθώς γίνεται η αποσύνθεση του κομπόστ, τα θρεπτικά στοιχεία, όπως το κάλιο, το άζωτο και ο φώσφορος απελευθερώνονται και μετατρέπονται σε διάφορες χημικές μορφές με την βοήθεια των μικροοργανισμών, ενώ οι πρωτεΐνες διασπώνται σε αμινοξέα. Οι αζωτούχες και θεικές ενώσεις διασπώνται σε απλά ανόργανα ιόντα που είναι διαθέσιμα για πρόσληψη από φυτά ή μικροοργανισμούς. Τα διαλυτά σάκχαρα του αρχικού μείγματος του κομπόστ προσλαμβάνονται σχεδόν αμέσως από τους μικροοργανισμούς με αποτέλεσμα τον γρήγορο πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών και την αύξηση της θερμοκρασίας. Κατά την διάρκεια της θερμοφίλης φάσης, οι πιο πολύπλοκες ενώσεις όπως λίπη, κυτταρίνη και πρωτεΐνες, διασπώνται από μικρόβια ανθεκτικά στην θερμότητα. Όταν αυτές οι ενώσεις αποδομούνται, η θερμοκρασία πέφτει και τότε ξεκινάει η μακρά διαδικασία της ωρίμανσης (Trautmann and Marianne, 1998).

1.4 Βιολογία του κομπόστ

1.4.1 Μικροοργανισμοί

Οι σημαντικότεροι μικροοργανισμοί που παίρνουν μέρος στην κομποστοποίηση είναι οι μύκητες, τα βακτήρια, οι ακτινομύκητες, τα πρωτόζωα και οι γαιοσκώληκες, με τα τελευταία να παίρνουν μέρος συνήθως στην οικιακή κομποστοποίηση ή σε ανοιχτούς χώρους (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2014).

1.4.2 Βακτήρια

Τα βακτήρια παίρνουν μέρος σε αυτή την διαδικασία σε ποσοστό άνω των 80% και αποτελούν την πλειοψηφία του πληθυσμού των μικροοργανισμών. Ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την παραγωγή τις θερμότητας στο κομπόστ καθώς μπορούν και αποσυνθέτουν το μεγαλύτερο μέρος της οργανικής ύλης. Σε αυτή τη φάση τα είδη βακτηρίων που παίρνουνε μέρος είναι είδη του γένους *Bacillus* τα οποία ωφελούνται σε θερμοκρασίες από 50-65 °C

και σε πιο υψηλές θερμοκρασίες βακτήρια του γένους *Thermus*. Όταν οι θερμοκρασίες διατηρούνται κάτω από τους 60°C, περισσότερο από το 40% των στερεών αποσυντίθεται εντός των πρώτων 7 ημερών, σχεδόν εξολοκλήρου μέσω της βακτηριακής δραστηριότητας (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2014; Diaz, 2007).

1.4.3 Μύκητες

Οι μύκητες (ζυμομύκητες και μυκηλιακοί) παίζουν και αυτοί σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της κομποστοποίησης καθώς αποδομούν πιο σκληρά υλικά. Γενικά οι μύκητες τείνουν να ευνοούνται από χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία, ενώ υπάρχουν και θερμοφιλοι μύκητες τα ένζυμα των οποίων μπορούν να δράσουν και σε υψηλές θερμοκρασίες. Η μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης των μυκήτων είναι 60-65°C (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2014; Wright *et. al.*, 2016; Tiquia-Arashiro, 2019; Langarica-Fuentes *et. al.*, 2014).

1.4.4 Ακτινομύκητες

Οι ακτινομύκητες μπορούν και διασπούν με την βοήθεια των ενζύμων τους σκληρά υλικά, όπως ξύλο, οι φλοιοί κ.τ.λ. που αποτελούνται από δύσκολα διασπώμενες οργανικές ενώσεις, όπως η λιγνίνη, η κυτταρίνη, η χιτίνη και οι πρωτεΐνες. Προτιμούν ουδέτερο ή ελαφρώς αλκαλικό pH και είναι σε θέση να αποικοδομούν σχετικά πολύπλοκα υποστρώματα. Αρκετά από αυτά είναι θερμοανεκτικά ή ακόμη και θερμοφιλά (σε θερμοκρασίες 50-60°C). Τα περισσότερα αναπτύσσονται καλύτερα όταν το υπόστρωμα είναι υγρό και υπάρχει καλή παροχή οξυγόνου (ΕΠΠΕΡΑΑ 2014; Diaz *et. al.*, 2007).

1.4.5 Γαιοσκώληκες

Οι γαιοσκώληκες (ασπόνδυλα) τεμαχίζουν την οργανική ύλη και μεταβάλλουν μέσω της χώνευσης την χημική της σύνθεση συμβάλλουν σημαντικά στη διαδικασία της αποικοδόμησης. Επίσης, καθώς διασχίζουν τα υλικά που αποτελούν το κομπόστ βελτιώνουν το πορώδες του. Συναντώνται σε ανοιχτά συστήματα κομποστοποίησης, καθώς δεν είναι ενεργά σε συστήματα που απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες (ΕΠΠΕΡΑΑ, 2014).

1.4.6 Υπόλοιποι πρώτιστοι οργανισμοί

Τα άλγη είναι είτε ευκαρυωτικοί είτε προκαρυωτικοί οργανισμοί, φωτοσυνθέτουν. Λόγω της φωτοσυνθετικής τους ικανότητας, τα άλγη δεν είναι και τόσο σημαντικά στην αποσύνθεση των οργανικών υπολειμμάτων (Haug, 1993).

Τα πρωτόζωα είναι ευκαρυωτικοί μονοκύτταροι οργανισμοί με μικρό ρόλο στην διαδικασία της κομποστοποίησης. Τα συστήματα κομποστοποίησης μπορούν να καταστρέψουν τα

πρωτόζωα που υπάρχουν στο υπόστρωμα. Ωστόσο όμως, μερικές φορές, ορισμένες μορφές πρωτόζωων μπορούν να επιβιώσουν, είναι όμως πολύ δύσκολο να αναπτυχθούν λόγω των μη κατάλληλων συνθηκών στις οποίες βρίσκονται (Haug, 1993).

1.5 Ιδιότητες του κομπόστ

1.5.1 Περιεκτικότητα αζώτου και άνθρακα

Οι μικροοργανισμοί αποικοδομητές των οργανικών υλικών καταναλώνουν άνθρακα και άζωτο σε μια αναλογία περίπου 30/1, οπότε και τα οργανικά υλικά που συνθέτουν την προς κομποστοποίηση μάζα πρέπει να έχουν παρόμοια αναλογία C/N. Αν η σχέση αυτή είναι μικρότερη του 20, αυτό έχει σαν συνέπεια ευνοϊκές συνθήκες αμμωνιοποίησης συμβάλλοντας έτσι σε απώλειες αζώτου. Εάν ο αρχικός λόγος C/N είναι μεγαλύτερος από 35 οι μικροοργανισμοί θα πρέπει να διανύσουν πολλούς κύκλους ζωής μέχρι να επιτευχθεί μία καλύτερη αναλογία C/N για των μεταβολισμό τους. Μια σχέση C/N μεγαλύτερη του 50 επιβραδύνει την έναρξη της κομποστοποίησης και έχει ως αποτέλεσμα την επιμήκυνση της διάρκειας της κομποστοποίησης κατά 50%. Κατά την κομποστοποίηση η σχέση C/N μειώνεται συνεχώς λόγω της ανοργανοποίησης των ενώσεων του άνθρακα και της απώλειας του CO₂. Γενικά η σχέση C/N των προς κομποστοποίηση υλικών πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 30 και 50, με ιδανικότερη τιμή το 25. Ωστόσο πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι η κομποστοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί αποτελεσματικά και σε χαμηλότερη αναλογία C/N με τιμή έως και 15. Ο Πίνακας 1.1 αναφέρει κάποιες επιτυχημένες μελέτες κομποστοποίησης σε χαμηλότερη αναλογία C/N (Guo *et. al.*, 2012; Kumar *et. al.*, 2010; Σιδηράς, 1997; Diaz, 2007). Η τελική περιεκτικότητα του αζώτου στην οργανική ύλη (κομπόστ) από φυτικά υλικά κυμαίνεται από 2,5-3,5% (Σιδηράς, 1997; Deberoldi *et. al.*, 1983).

Πίνακας 1.1: Επιτυχημένα συστήματα κομποστοποίησης με χαμηλές αναλογίες C/N (πηγή: Guo *et. al.*, 2012)

C/N ratio	Raw materials	Reference
19.6	Green waste and food waste	Kumar et al. (2010)
20	Chicken manure with sawdust	Ogunwande et al. (2008)
20	Swine manure with rice straw	Zhu (2007)
15	Pig manure with sawdust	Huang et al. (2004)

1.5.2 Περιεκτικότητα σε νερό

Το νερό είναι απαραίτητο για κάθε μικροβιακή δραστηριότητα και πρέπει να υπάρχει σε κατάλληλες ποσότητες καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου κομποστοποίησης. Η βέλτιστη περιεκτικότητα σε υγρασία στο αρχικό υλικό ποικίλλει και εξαρτάται ουσιαστικά από τη φυσική κατάσταση και το μέγεθος των σωματιδίων και από το χρησιμοποιούμενο σύστημα κομποστοποίησης. Η αρχική περιεκτικότητα σε υγρασία σε μία διαδικασία κομποστοποίησης κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 55 και 65% ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Επειδή τα διάφορα υλικά έχουν διαφορετική ικανότητα συγκράτησης νερού, δεν μπορεί να γίνει ακριβής γενίκευση σχετικά με τα βέλτιστα επίπεδα υγρασίας εκκίνησης ή χρονικής πορείας. (Stentiford, 1996; Diaz *et. al.*, 2007).

Πολύ λίγη υγρασία σημαίνει πρόωμη αφυδάτωση του κομπόστ, η οποία ανακόπτει τη βιολογική διαδικασία δίνοντας ένα φυσικά σταθερό αλλά βιολογικά ασταθές προϊόν. Σημαντική αναστολή της μικροβιολογικής δραστηριότητας συμβαίνει όταν οι τιμές πέφτουν κάτω από 30-35%. Κάθε μικροβιακή δραστηριότητα παύει όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι λιγότερη από 8 έως 12%. Στην πράξη, είναι καλό να διατηρείται η περιεκτικότητα σε υγρασία σε επίπεδο άνω του 40%. Αντίθετα η υπερβολική ποσότητα υγρασίας φράζει τους πόρους οδηγώντας σε αναερόβιες συνθήκες με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της κομποστοποίησης και την υποβάθμιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Είναι βέβαιο ότι πρέπει να διατηρείται μια κατάλληλη ισορροπία μεταξύ των αναγκών για διαθέσιμο νερό και της ανταλλαγής αερίων. Συνήθως, οι ξηρότεροι σωροί θερμαίνονται και ψύχονται ταχύτερα από ότι οι υγρότεροι σωροί. Στο τέλος της διαδικασίας της κομποστοποίησης, η περιεκτικότητα σε νερό πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή (περίπου 30%) προκειμένου να αποτραπεί οποιαδήποτε περαιτέρω βιολογική δραστηριότητα στο σταθεροποιημένο υλικό (Chen *et. al.*, 2011; Diaz *et al.*, 2007; Stentiford, 1996).

1.5.3 Αερισμός

Στην κομποστοποίηση, ένας από τους κύριους παράγοντες που μπορεί να επηρεαστεί περισσότερο από την από τη μέθοδο που ακολουθείται είναι η παροχή οξυγόνου στο σωρό του κομπόστ. Ο αέρας που περιέχεται στο πορώδες του κομπόστ, κατά τη διάρκεια της μικροβιακής οξειδωτικής δραστηριότητας, ποικίλλει ως προς τη σύνθεσή του. Η περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα αυξάνεται σταδιακά και το επίπεδο οξυγόνου μειώνεται. Η μέση περιεκτικότητα σε CO₂ και O₂ στο εσωτερικό του είναι περίπου 20%. Η συγκέντρωση του οξυγόνου κυμαίνεται από 15 έως 20% και του διοξειδίου του άνθρακα από 0,5 έως 5% (MacGregor *et al.*, 1981). Όταν το επίπεδο του οξυγόνου πέφτει κάτω από

αυτό το εύρος, οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί αρχίζουν να υπερτερούν των αερόβιων. Είναι, επομένως, σημαντικό οι μικροοργανισμοί να έχουν συνεχή παροχή οξυγόνου για να διατηρούν αμετάβλητες τις μεταβολικές τους δραστηριότητες. (Díaz *et al.*, 2007).

Ο αερισμός του σωρού, είτε η περιοδική αναστροφή του σωρού (κάθε λίγες ημέρες, όταν οι θερμοκρασίες μειώνονται είναι απαραίτητη ώστε το επίπεδο οξυγόνου να παραμένει σταθερό στο εσωτερικό του σωρού. Ο αερισμός, εκτός από την παροχή οξυγόνου εξυπηρετεί και άλλες λειτουργίες, όπως τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Σε ένα σωρό κομποστοποίησης στους 60°C, η ποσότητα αέρα που απαιτείται για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και την αναπλήρωση του O₂ που καταναλώνεται είναι σε αναλογία 9:1 αέρα προς O₂ (αναλογία λειτουργίας του αέρα). Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, η αναλογία αυτή αυξάνεται (Díaz *et al.*, 2007).

1.5.4 pH

Η διαδικασία της κομποστοποίησης είναι σχετικά ανεξάρτητη από το pH, του οποίου το εύρος είναι μεγάλο λόγω του μεγάλου φάσματος μικροοργανισμών που περιέχονται στο κομπόστ. Το προτιμώμενο pH είναι από 6,5 έως 8 αλλά η κομποστοποίηση είναι πιθανόν να λειτουργήσει αποτελεσματικά και σε pH μεταξύ 5,5 έως 9. Το pH είναι σημαντικό, όταν τα υλικά συν-κομποστοποίησης έχουν υψηλό ποσοστό αζώτου. Ένα υψηλό pH, πάνω δηλαδή από 8,5 προάγει την μετατροπή των αζωτούχων ενώσεων σε αμμωνία, και έχει σαν αποτέλεσμα περαιτέρω αύξηση της αλκαλικότητας. Προσαρμόζοντας το pH κάτω από 8 η απώλεια της αμμωνίας ελαττώνεται. (Rynk *et al.*, 1992).

Η διαδικασία της κομποστοποίησης μεταβάλλει το pH του αρχικού υλικού λόγω της αποσύνθεσης. Η αρχική τιμή του pH στα πρώτα στάδια είναι συνήθως χαμηλή από 4,5 έως 6,5 λόγω της έκλυσης των οργανικών οξέων. Γενικά, το pH πέφτει στην αρχή της διαδικασίας (κοντά στο 5) ως συνέπεια της δραστηριότητας των βακτηρίων που σχηματίζουν οξέα. Όταν αυτή η φάση τελειώσει και οι ενδιάμεσοι μεταβολίτες έχουν πλήρως ανοργανοποιηθεί, το pH αυξάνεται και στο τέλος της διαδικασίας είναι περίπου 8 έως 8,5 (Díaz *et al.*, 2007; Rynk *et al.*, 1992).

1.5.5 Θερμοκρασία

Η κομποστοποίηση είναι μια βίο-οξειδωτική μικροβιακή διαδικασία αποικοδόμησης της μικτής οργανικής ύλης και παράγει σχετικά μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Μόνο το 40-50% αυτής της ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους μικροοργανισμούς για τη σύνθεση ATP, η υπόλοιπη ενέργεια χάνεται ως θερμότητα στη μάζα. Η μεγάλη ποσότητα θερμότητας

προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του κομπόστ που μπορεί να φθάσει σε θερμοκρασίες της τάξης των 70-90 °C. Οι θερμοκρασίες μεταξύ 55 και 65°C είναι απαραίτητες κατά τη δημιουργία του κομπόστ για τη μείωση των παθογόνων παραγόντων, ενώ υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 70°C) αναστέλλουν τη μικροβιακή δραστηριότητα, επιβραδύνοντας τη βιοαποικοδόμηση της οργανικής ύλης. Μόνο λίγα είδη θερμοφίλων βακτηρίων παρουσιάζουν μεταβολική δραστηριότητα πάνω από τους 70°C. Η θερμοκρασία του σωρού μπορεί σε κάποιο βαθμό να ελέγχεται μέσω του δυναμικού αερισμού ή της αναστροφής του σωρού. (Diaz *et al.*, 2007; Finstein *et al.*, 1980)

1.5.6 Αγωγιμότητα

Η προσθήκη του κομπόστ σε μια καλλιέργεια συμβάλλει στην ουσιαστική βελτίωση των χημικών, φυσικών και βιολογικών συνθηκών του εδάφους. Το κομπόστ περιέχει πολλά απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τα φυτά (π.χ. N, P και K) και μπορεί επίσης να είναι πηγή οργανικής ύλης. Ωστόσο, δημιουργούνται ανησυχίες σχετικά με τα κομπόστ με υψηλή συγκέντρωση διαλυτών αλάτων αλλά και τις επιπτώσεις που μπορούν να επιφέρουν στην γονιμότητα του εδάφους, την ανάπτυξη των φυτών και τις αποδόσεις (Gondek *et al.*, 2020). Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) αντικατοπτρίζει το βαθμό αλατότητας του κομπόστ και υποδηλώνει πιθανές φυτοτοξικές και φυτοανασταλτικές επιδράσεις (π.χ. χαμηλό ποσοστό βλάστησης, μαρασμός κ.λπ.) στην ανάπτυξη των φυτών. Ενώ το κομπόστ με χαμηλή EC μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας, το κομπόστ με υψηλή EC πρέπει να αναμιχθεί καλά με έδαφος ή άλλα υλικά με χαμηλή αγωγιμότητα πριν χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια. Γενικά όσο πιο υψηλή αγωγιμότητα έχουν οι πρώτες ύλες πιθανότητα τόσο πιο υψηλή αγωγιμότητα θα έχει και το κομπόστ (Gao *et al.*, 2010).

1.6 Κομπόστ από υπολείμματα αμπελοκαλλιέργειας

Σε αντίθεση με άλλες καλλιέργειες, στην αμπελοκαλλιέργεια προκύπτουν μόνο ελάχιστες ποσότητες σε φυτικά υπολείμματα μετά τον τρύγο. Σε ορισμένες αμπελουργικές περιοχές το μεγαλύτερο μέρος του ξύλου που κόβεται με το κλάδεμα του αμπελιού, παραμένει στον αμπελώνα, ενώ σε άλλες υπάρχει ακόμη η τακτική το 50% του υλικού αυτού να καίγεται.

Ήδη από το 1840 ο Liebig είχε αναφέρει, ότι στους αμπελώνες μετά από το κλάδεμα δεν θα πρέπει μόνο τα φύλλα αλλά και το ξύλο των πρέμων να ενσωματώνεται στο έδαφος, ώστε το μεγαλύτερο μέρος του καλίου, που πριν απορροφήθηκε από τα φυτά να επιστρέφεται πάλι στο έδαφος. Ο Liebig αναφέρει επίσης, ότι με την παραγωγή του οίνου, ως το ουσιαστικότερο παραγόμενο υλικό, απομακρύνεται μία αρκετά μικρή ποσότητα σε κάλιο

και υποθέτει ότι αυτή η μικρή ποσότητα αναπληρώνεται στο έδαφος κάθε χρόνο δια μέσω της διάβρωσης και της ενεργής κινητοποίησης των θρεπτικών στοιχείων. Η δημιουργία του κομπόστ θα μπορούσε να είναι μία εναλλακτική λύση αντί για το κάψιμο των ξύλων.

Ένα από τα πιο σημαντικά υπολείμματα της αμπελοκαλλιέργειας είναι τα στέμφυλα που προκύπτουν από την κατεργασία των σταφυλιών. Σε μια παραγωγή της τάξεως των 10 t/εκτ. τα στέμφυλα που προκύπτουν μπορεί να φτάσουν και τους 2,5 t/εκτ. Επιπλέον υπολείμματα προκύπτουν στο τέλος της επεξεργασίας του οίνου, οι οινολάσπες, που φτάνουν τα 100kg/εκτ. (Hofmann *et al.*, 2003).

Τα υπολείμματα της οινοποίησης μπορούν να χρησιμεύσουν ως οργανικό λίπασμα αφού έχει προηγηθεί η διαδικασία της βιοαποσύνθεσης, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί, είτε με το σκόρπισμά τους απευθείας σε όλη την επιφάνεια του αμπελώνα, είτε μετά από την συγκέντρωσή τους σε σωρό (κομποστοποίηση). Στην πρώτη περίπτωση τα στέμφυλα σκορπίζονται σε μια λεπτή στρώση στην επιφάνεια του αμπελώνα στο τέλος του φθινοπώρου, όπου λόγω του υψηλού ποσοστού σε ζυμώσιμα σάκχαρα ακολουθεί μια ταχεία βιοαποικοδόμηση. Στην περίπτωση που τα στέμφυλα συγκεντρώνονται σε σωρό για την παραγωγή κομπόστ, θα πρέπει να ανακατεύονται με άχυρα μαζί με τις οινολάσπες που προκύπτουν από την οινοποίηση. Το κομπόστ μετά από 3 έως 6 μήνες έχει διαμορφωθεί σε ένα πλήρως βιοαποικοδομημένο υλικό (Hofmann *et al.*, 2003).

1.7 Οφέλη και μειονεκτήματα της κομποστοποίησης

Παρότι η παρασκευή του κομπόστ είναι περισσότερο κοστοβόρα και δαπανηρή σε σχέση με την εφαρμογή της οργανικής ουσίας απευθείας στο έδαφος, η διαδικασία αυτή παρέχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα (Brady and Weil, 2011):

1. η κομποστοποίηση παρέχει ασφαλή βιοαποικοδόμηση των οργανικών υλικών με ελάχιστη αποδέσμευση οσμών, μέχρι όταν χρειαστεί να γίνει η χρήση του στο έδαφος
2. το κομπόστ είναι πιο εύκολο στον χειρισμό του και αυτό έχει να κάνει χάρη στον μειωμένο κατά 30 έως 60% όγκο του και την μεγαλύτερη ομοιομορφία του τελικού προϊόντος
3. για υπολείμματα που έχουν υψηλό αρχικό λόγο C/N με την κομποστοποίηση, διασφαλίζεται ότι η οποιαδήποτε απώλεια νιτρικών θα συμβεί μέσα στο σωρό του κομπόστ και όχι στο έδαφος

4. με την εφαρμογή τους στο έδαφος τα κομποστοποιημένα οργανικά υλικά γενικά αποδομούνται με πιο αργό ρυθμό σε σχέση με τα μη κομποστοποιημένα. Κομποστοποιώντας από κοινού υλικά χαμηλού λόγου C/N, όπως είναι η λυματολάσπη και οι ζωικές κοπριές, με υλικά υψηλής αναλογίας, όπως τα φύλλα, το πριονίδι, οι σχίζες ξύλου κ.α., παρέχεται επαρκής άνθρακας στα μικρόβια για να αποδομήσουν το πλεονάζον άζωτο και έτσι να υπάρχει μικρότερος κίνδυνος έκπλυσης νιτρικών. Υπάρχει επίσης αρκετή ποσότητα αζώτου για να επιταχυνθεί η αποδόμηση των υλικών με υψηλό λόγο C/N
5. η υψηλή θερμοκρασία κατά την θερμοφιλική φάση θανατώνει τους περισσότερους σπόρους ζιζανίων και παθογόνους οργανισμούς. Βέβαια, σε συνθήκες που δεν είναι ιδανικές, η θερμοκρασία μπορεί σε ορισμένα μέρη του σωρού να μην υπερβαίνει τους 40 έως 50°C, οπότε απαιτούνται εβδομάδες ή και μήνες για την παραγωγή του τελικού προϊόντος
6. το μεγαλύτερο μέρος των τοξικών ενώσεων που ενδεχομένως να περιέχουν τα οργανικά απόβλητα αποδομούνται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης
7. κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης καταστέλλονται αποτελεσματικά διάφορες εδαφογενείς φυτικές ασθένειες
8. επειδή το κομπόστ παρασκευάζεται από διάφορα οργανικά υλικά θεωρείται ουδέτερο ως προς το αποτύπωμα του άνθρακα και συνεπώς πολύ πιο βιώσιμη επιλογή, από περιβαλλοντική άποψη, από ότι η τύρφη

Από την άλλη πλευρά το κομπόστ κάποιες φορές μπορεί να είναι σχετικά φτωχό σε θρεπτικά στοιχεία και να παρουσιάζει πολύ μικρή διαθεσιμότητα των θρεπτικών που περιέχει. Επίσης, έχει κατά κανόνα υψηλή αναλογία P/N σε σχέση με τις ανάγκες που έχουν τα φυτά και επομένως, λόγω αυτής της αναλογίας μπορεί, σε κάποιες περιπτώσεις, να αποτελέσει εστία ρύπανσης φωσφορικών (Brady and Weil, 2011).

Κεφάλαιο 2: Αμπέλι

2.1 Εισαγωγή

Η άμπελος η οиноφόρος (*Vitis vinifera* L.) αποτελεί Ευρασιατικό είδος της οικογένειας των Αμπελιδών (Vitaceae). Στην άγρια μορφή του (*Vitis vinifera* L. ssp. *silvestris*) είναι πολυετής, φυλλοβόλος, αναρριχώμενος θάμνος και το ύψος του μπορεί να ξεπεράσει τα 15 m. Τα καλλιεργούμενα είδη της αμπέλου (*Vitis vinifera* L. ssp. *Sativa* D.C.) μετά το κατάλληλο κλάδεμα διαμόρφωσης και καρποφορίας ονομάζονται πρέμνα. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες του γένους *Vitis* με βάση την χρήση τους χωρίζονται σε ποικιλίες οι οποίες καλλιεργούνται για χρήση στην οينوποιία, στην σταφυδοποιία, στην επιτραπέζια κατανάλωση, στην κονσερβοποίηση και στην παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού (Εικόνα 2.1) (Σταυρακάκης, 2019).



Εικόνα 2.1: *Vitis vinifera* (πηγή: <https://www.wallpaperflare.com/grape-vitis-vinifera-climber-fruit-summer-vine-leaves-wallpaper-aotbr>)

2.2 Καταγωγή - Προέλευση

Με βάση τα απολιθώματα, το είδος της αμπέλου εμφανίστηκε στο τέλος της τριτογενούς γεωλογικής περιόδου στην Ευρώπη, στην ανατολική Μεσόγειο και στη δυτική Ασία. Το αμπέλι εγκαταστάθηκε κατά την εποχή των παγετώνων (Διλούβιο, 2.000.000 - 10.000 π.Χ.) στην περιοχή του Καυκάσου ανάμεσα από την Μαύρη και την Κασπία Θάλασσα.

Μέχρι το τέλος της περιόδου των παγετώνων (10.000 - 8.000 π.Χ.) είχε πραγματοποιηθεί η εξελικτική πορεία του είδους *Vitis vinifera* στα υποείδη της άγριας αμπέλου και της καυκασιανής οиноφόρου αμπέλου, που παρέμειναν πληθυσμιακά φυτογεωγραφικά

χωρισμένες. Η άγρια άμπελος είναι ενδημικό είδος της Ευρωπαϊκής ηπείρου με μεγάλη διασπορά και θεωρείται ως ο αρχαιότερος τύπος της οиноφόρου αμπέλου, που δεν καλλιεργήθηκε ποτέ. Αντίθετα, από την καυκασιανή οινόφορο άμπελο προέρχονται οι καλλιεργούμενες ποικιλίες αμπέλου οι οποίες εξαπλώθηκαν αργότερα στην Ευρώπη και στον υπόλοιπο κόσμο. Στη Νεολιθική εποχή η εικόνα της φυτογεωγραφικής διασποράς παραμένει ίδια μέχρι και σήμερα (Σταυρακάκης, 2019).

Τα μέχρι σήμερα στοιχεία για την οινόφορο άμπελο, σε οποιαδήποτε μορφή της, βεβαιώνουν ότι ανακαλύφθηκε από τον προϊστορικό άνθρωπο – συλλέκτη ως αναρριχώμενος θάμνος σε δασώδης ή παραποτάμιες περιοχές και οι καρποί του αποτέλεσαν σημαντικό στοιχείο στη διατροφή του. Η εξημέρωση της άγριας αμπέλου τοποθετείται μεταξύ 8.000 – 6.000 π.Χ., ενώ η πρώτη οργανωμένη καλλιέργεια (*Vitis vinifera sativa*) χρονολογείται μεταξύ 6.000 – 5.000 π.Χ. Οι περισσότεροι αμπελογράφοι, αρχαιολόγοι, γενετιστές και βοτανολόγοι πιστεύουν ότι η πρώτη εμφάνιση, εξημέρωση και καλλιέργεια της αμπέλου συνέβη στην ευρύτερη περιοχή του Τρανσκαυκασίας, μεταξύ Μαύρης και Κασπίας Θάλασσας και της Μεσοποταμίας ως τον Ευφράτη ποταμό όπου και έχει μεγαλύτερη ποικιλομορφία.

Κατά την διάρκεια της 6ης και 5ης π.Χ. χιλιετίας, η καλλιέργεια της αμπέλου επεκτάθηκε σε περιοχές της Κάτω Μεσοποταμίας, στην Αίγυπτο και σε παραμεσόγειες χώρες ταυτόχρονα με την ανάπτυξη των πολιτισμών των Φοινίκων, των Αιγύπτιων, των Μινωιτών και αργότερα των Ελλήνων, των Ρωμαίων, των Ετρούσκων και των Καρθαγενίων (Σταυρακάκης, 2019).

2.3 Συστηματική ταξινόμηση

Βασίλειο: Plantae

Συνομοταξία: Magnoliophyte

Ομοταξία: Magnoliopsida

Υφομοταξία: Rosidae

Τάξη: Ramnales

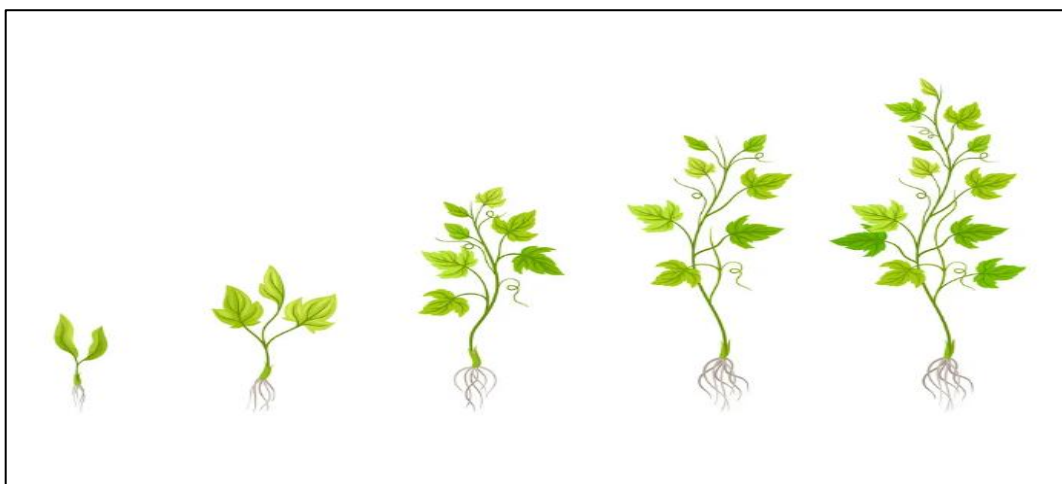
Οικογένεια: Vitaceae

Γένος: *Vitis*

Είδος: *Vitis vinifera* L. (Νικολάου, 2020).

2.4 Βοτανική ταξινόμηση

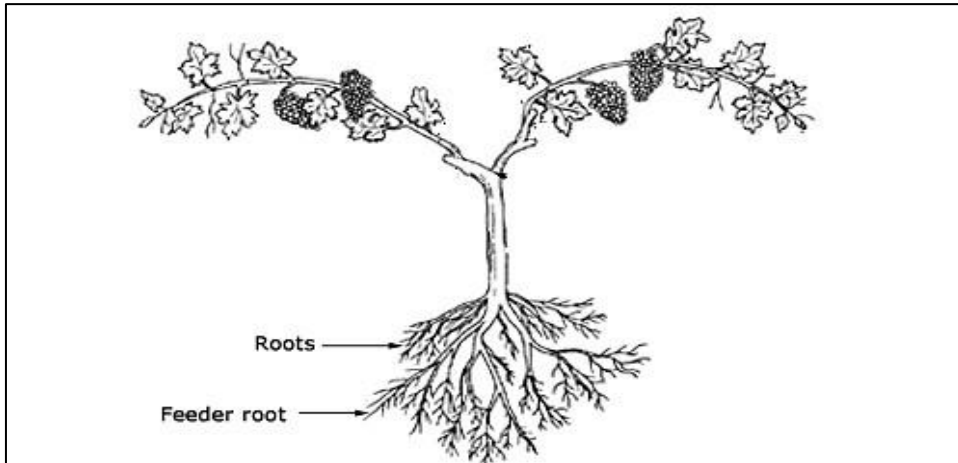
Το σώμα του φυτού διαθέτει υπόγειο ριζικό σύστημα υπέργειο τμήμα που αποτελείται από τον κορμό, τους βραχίονες και τις κληματίδες με τα φύλλα, τις έλικες και τα σταφύλια (Εικόνα 2.2).



Εικόνα 2.2: Στάδια ανάπτυξης αμπέλου (πηγή:<https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/green-grapevine-growing-with-sprout-and-young-vector-31471060>)

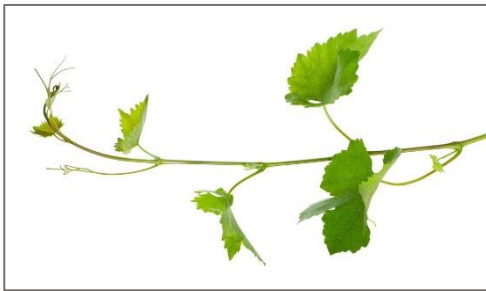
2.4.1 Ρίζα

Το ριζικό σύστημα της αμπέλου αποτελείται από ρίζες διαφορετικής οργάνωσης, ανάπτυξης, μορφής και ηλικίας. Σε αυτό αποθηκεύονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας κυρίως με τη μορφή τις οποίες χρησιμοποιεί το φυτό όταν έχει μεγάλες ανάγκες, ιδιαίτερα κατά τη νεαρή βλάστηση ή την έναρξη της βλαστικής περιόδου. Η μορφή και η δομή του ριζικού συστήματος δεν εξαρτάται μόνο από τους καλλιεργητικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες αλλά και από τον τρόπο πολλαπλασιασμού του φυτού. Στον εγγενή πολλαπλασιασμό η ρίζα που προέρχεται μετά την ριζοβόληση και την βλάστηση των γιγάρτων είναι πασσαλώδης, η οποία σιγά σιγά ατροφεί δημιουργώντας νέες πλάγιες ρίζες. Στον αγενή πολλαπλασιασμό ο οποίος γίνεται με μοσχεύματα, οι ρίζες που σχηματίζονται και αναπτύσσονται είναι τυχαίες πλάγιες ρίζες εκφυόμενες από το μεσογονάτιο διάστημα ή κοντά στους κόμβους των μοσχευμάτων σχηματίζοντας τις κύριες ρίζες του φυτού με θυσσανώδη μορφή. Οι αρχικές-κύριες ρίζες διακλαδίζονται σχηματίζοντας τις πλάγιες ρίζες δεύτερης τάξης όπου με τη σειρά τους σχηματίζουν τις ρίζες τρίτης τάξης κ.τ.λ. (Εικόνα 2.3) (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020).



Εικόνα 2.3: Ριζικό σύστημα αμπέλου (πηγή: <https://www.evineyardapp.com/blog/2019/09/05/structure-and-function-of-grapevine-root-system/>)

2.4.2 Βλαστός



Εικόνα 2.4: Βλαστός αμπέλου (πηγή: https://www.freepik.com/premium-photo/grape-leaves-vine-branch-with-tendrils-isolated-white-background-clipping-path-green-branch-grape-vine_29123850.htm)

Οι βλαστοί ή κληματίδες είναι τα όργανα ανάπτυξης της αμπέλου που μπορεί να είναι ετήσια και παλαιότερων ετών (Εικόνα 2.4). Αυτά προέρχονται από οφθαλμούς της προηγούμενης βλαστικής περιόδου και καθώς αυξάνουν σε μήκος αρχίζουν να εμφανίζονται τα διάφορα όργανα. Τα μεσογονάτια διαστήματα κάποιες φορές φέρουν τριχίδια και είναι ανομοιομορφα ως προς το μήκος τους. Στα γόνατα υπάρχουν τα σημεία πρόσφυσης των μίσχων καθώς και οι

οφθαλμοί. Το χρώμα του βλαστού είναι χαρακτηριστικό σε κάθε ποικιλία όπως επίσης και τα χαρακτηριστικά του, όπως γραμμές, στίγματα, τρίχες και άλλα (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020; Κούσουλας, 2002).

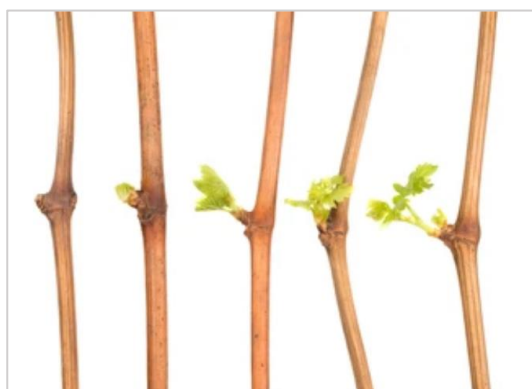
2.4.3 Κορμός



Εικόνα 2.5: Κορμός αμπέλου (πηγή: <https://wineanorak.com/2020/07/05/16-things-you-need-to-know-about-grapevine-trunk-disease/>)

Μετά την φύτευση δημιουργείται ο πρώτος βλαστός ο οποίος με την πάροδο των ετών μετατρέπεται σε κορμό (Εικόνα 2.5). Αυτός μαζί με τους βραχίονες στηρίζουν τους βλαστούς όπου με την κατάλληλη διαμόρφωση φέρουν τα καρποφόρα όργανα της αμπέλου. Ανάλογα με το σχήμα διαμόρφωσης της αμπέλου το ύψος του κορμού ποικίλει (Κούσουλας, 2002).

2.4.5 Οφθαλμοί



Εικόνα 2.6: Οφθαλμοί αμπέλου (πηγή: <https://www.shutterstock.com/search/grape-growth-stages>)

Οι οφθαλμοί συναντώνται στα γόνατα, είναι μεριστωματικοί ιστοί και η διάκριση τους γίνεται με βάση την θέση τους (Εικόνα 2.6). Διακρίνονται, στον επάκριο οφθαλμό που αποτελεί το κορυφαίο μερίστωμα και είναι κατά κανόνα φυλλοφόρος και στους πλευρικούς (ταχυφυείς και λανθάνοντες), που συνθέτουν τα πλευρικά μεριστώματα και τοποθετούνται επί των κόμβων στη μασχάλη των φύλλων. Οι πλευρικοί οφθαλμοί, δηλαδή

οι λανθάνοντες και οι ταχυφυείς, είναι μικτοί ή απλοί φυλλοφόροι. Από τους μικτούς προκύπτουν βλαστοί με 1 έως 4 ταξιανθίες, ενώ από τους φυλλοφόρους προκύπτουν μόνο βλαστοί. Η παραγωγή και η αύξηση των πρέμνων εξασφαλίζεται από τους λανθάνοντες οφθαλμούς, οι οποίοι εμφανίζονται πάντα στην κοιλιακή πλευρά του βλαστού κατά την περίοδο της βλάστησης. Εκβλαστάνουν την επόμενη από την εμφάνισή τους βλαστική περίοδο, δίνοντας τους κύριους βλαστούς (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020; Βαγιάνος, 1983).

2.4.6 Ταξιανθία - Άνθος



Εικόνα 2.7: Ταξιανθία αμπέλου
(πηγή:

https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Vitis_vinifera_-_flower.jpg)

Τα άνθη βρίσκονται σε μια ταξιανθία η οποία ονομάζεται βότρυς ή φόβη και απαρτίζεται από δύο βραχίονες, τον κύριο και τον δευτερεύοντα (Εικόνα 2.7). Κάθε κληματίδα μπορεί να έχει μέχρι 4 βότρυες. Ο κύριος βραχίονας συναντά την ράχη της ταξιανθίας από την οποία αρχίζουν όλες οι δευτερεύοντες πλάγιες ράχες. Οι ράχες αυτές έχουν βοτρυώδη μορφή και καταλήγουν σε ομάδα 2 έως 5 μίσχων, τα βοτρυδία, όπου προσφύονται τα άνθη της αμπέλου. Ο δευτερεύων βραχίονας έχει μικρότερες διαστάσεις από τον κύριο και μπορεί να απουσιάζει ή και να έχει μετατραπεί σε έλικα που φέρει ένα μικρό βοτρυδίο. Το μήκος της ταξιανθίας είναι μικρό, κυρίως στα αμερικάνικα είδη, ενώ στα

ευρωπαϊκά μπορεί να φθάσει ή και να ξεπεράσει τα 45cm.

Στην ταξιανθία τα άνθη σχηματίζουν ομάδες (βοτρυδία) 2 έως 5 ανθέων τα οποία καλύπτονται από ένα βράκτιο. Στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχουν 3 άνθη μαζί, με το μεσαίο να είναι πιο ανεπτυγμένο από τα άλλα 2 πλάγια. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες αμπέλου έχουν τέλεια άνθη σε σχέση με την άγρια μορφή του είδους και τα άλλα είδη του γένους *Vitis* που είναι δίοικα φυτά και έχουν, είτε θηλυκά, είτε αρσενικά άνθη. Το ερμαφρόδιτο άνθος είναι μικρό, περίπου 3 έως 4mm, κυλινδρικό, πενταμερές, πράσινο και αποτελείται από τον μίσχο, τη στεφάνη, τον κάλυκα, τους στήμονες και τον ύπερο. Υπάρχουν 5 νεκταροφόροι αδένες που βρίσκονται ανάμεσα στους στήμονες και τα πέταλα και είναι ιδιαίτερα αρωματικοί κατά την διάρκεια της άνθισης, οι οποίοι δελεάζουν τα έντομα. Οι αδένες αυτοί μετά την καρπόδεση ξηραίνονται και προσκολλώνται στις ράγες (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020; Βαγιάνος, 1983).

2.4.7 Έλικες

Ένα ακόμη σημαντικό όργανο της αμπέλου είναι οι έλικες οι οποίες βοηθούν στη συγκράτηση των βλαστών και των κληματίδων (Εικόνα 2.8). Φύονται στους κόμβους του βλαστού απέναντι από τα φύλλα, μετά το τρίτο ή το τέταρτο γόνατο. Αποτελούνται από 3 μέρη, το υποκλάδιο, τον εσωτερικό βραχίονα και τον εξωτερικό. Με βάση την κατανομή και την διάταξή τους στον βλαστό διακρίνονται σε έλικες συνεχείς (όταν όλοι οι κόμβοι εκτός των τριών πρώτων φέρουν έλικες), ασυνεχείς (όταν σε κάποιους κόμβους δεν

φέρονται έλικες αλλά υπάρχουν συνεχόμενα τρεις τουλάχιστον κόμβοι που φέρουν) και διαλείπουσες (όταν το πολύ δυο συνεχόμενοι κόμβοι φέρουν έλικες) οι οποίες είναι και οι πιο διαδεδομένες στα είδη *Vitis*.



Εικόνα 2.8: Έλικες αμπέλου (πηγή: <https://glossary.wein.plus/tendrils>)

Ένα φαινόμενο που παρατηρείται στις έλικες είναι ο αποτροπισμός, όπου οι έλικες συστρέφονται κατά την διάρκεια της ανάπτυξής τους όταν έρχονται σε επαφή με κάποιο φυσικό ή τεχνητό υποστήριγμα ή κάποιο εμπόδιο και περιστρέφονται γύρω τους. Στο τέλος ξυλοποιούνται και στηρίζουν τους βλαστούς της αμπέλου (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020; Βαγιάνος, 1983).

2.4.8 Φύλλα



Εικόνα 2.9: Φύλλα αμπέλου (πηγή: <https://depositphotos.com/19104603/stock-photo-grape-vine-leaf.html>)

Το φύλλο της αμπέλου αποτελείται από το μίσχο και το έλασμα τα οποία συνδέονται στο επίπεδο των γονάτων με τον βλαστό (Εικόνα 2.9). Ο μίσχος είναι κυλινδρικός με αντιπροσωπευτικές διογκώσεις στα σημεία πρόσφυσης στο βλαστό και στο έλασμα. Συνήθως παρατηρείται αυλάκι ποικίλου βάθους στην πάνω πλευρά του μίσχου και κατά μήκος του. Μεταξύ των ειδών της αμπέλου υπάρχουν διαφορές στο μήκος και την γωνία πρόσφυσης του μίσχου στο βλαστό, χαρακτηριστικό που επηρεάζεται από το περιβάλλον

και τις καλλιεργητικές πρακτικές, τα οποία με τη σειρά τους συμβάλλουν στην πυκνότητα και στην διάταξη του φυλλώματος επιδρώντας στην φωτοσύνθεση. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φύλλου εκεί όπου υπάρχει το σημείο πρόσφυσης του μίσχου με το βλαστό δημιουργούνται ειδικοί σχηματισμοί τα μεμβρανώδη παράφυλλα τα οποία όταν αποκολλώνται αφήνουν επιμήκης ουλές. Επίσης στο σημείο πρόσφυσης του μίσχου με το

βλαστό και στο σημείο πρόσφυσης του μίσχου με το έλασμα εντοπίζεται η ζώνη αποκοπής όπου είναι ο μηχανισμός που επιφέρει τη φυλλόπτωση το φθινόπωρο.

Το μέγεθος του ελάσματος παρουσιάζει ποικιλομορφία, που οφείλεται σε γενετικούς παράγοντες, στις επιδράσεις του εδάφους και του κλίματος, στην ζωηρότητα και ευρωστία του φυτού, στην καλλιεργητική τεχνική κ.ά. και κυμαίνεται από 50 έως 500cm². Μικρό φύλλο θεωρείται όταν το μήκος του είναι μικρότερο από το μήκος του μεσογονατίου ή έχει επιφάνεια μικρότερη των 150cm² ενώ μεγάλο όταν το μήκος του είναι μεγαλύτερο από αυτό του μεσογονατίου ή μεγαλύτερο των 300cm². Για την διάκριση μεταξύ των ειδών της αμπέλου υπάρχουν κάποιοι κύριοι μορφολογικοί χαρακτήρες του ελάσματος, όπως είναι το σχήμα, το χρώμα, το πάχος, το μέγεθος το σχήμα και ο αριθμός των κόλπων, η ύπαρξη ή μη χνουδιού και η μορφή του και το μέγεθος και το σχήμα των οδόντων. Οι 5 νευρώσεις που έχει το φύλλο είναι η συνέχεια του αγωγού ιστού του μίσχου που φτάνει μέχρι το έλασμα και διακλαδίζεται (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020; Βαγιάνος, 1983).

2.4.9 Καρπός



Εικόνα 2.10: Καρπός αμπέλου
(πηγή:
https://garden.lovetoknow.com/wiki/Slideshow:Which_Fruits_Grow_on_Vines)

Ο καρπός της αμπέλου έχει τη μορφή ράγας (Εικόνα 2.10). Τα μορφολογικά, ανατομικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της επηρεάζονται από την ποικιλία της αμπέλου καθώς, και σε μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον. Συνεπώς, παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα, τόσο μεταξύ των καλλιεργούμενων ποικιλιών όσο και των σταφυλιών του ίδιου πρέμνου. Η ράγα αποτελείται από τον ποδίσκο, την καλλύρα, τον χρωστήρα, τον φλοιό, το μεσοκάρπιο, το ενδοκάρπιο και το γίγαρτο. Το βασικό σχήμα της ράγας είναι σφαιρικό αλλά υπάρχει και το δισκοειδές, το ωοειδές, το κυλινδρικό και το γαμψό. Με βάση το σχήμα της ράγας έχουν ταξινομηθεί πολλές ποικιλίες αμπελιών. Τα βασικά συστατικά της

ράγας είναι οι υδατάνθρακες, οι βιταμίνες, οι αζωτούχες ενώσεις, τα οργανικά οξέα, οι φαινολικές και οι αζωτούχες ενώσεις (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020; Βαγιάνος, 1983).

2.4.10 Γίγαρτα



Εικόνα 2.11: Γίγαρτα αμπέλου (πηγή: <https://www.nutraingredients-latam.com/Article/2020/01/13/Meta-analysis-supports-grape-seed-extract-s-cardiovascular-potential>)

Τα γίγαρτα είναι οι σπόροι της αμπέλου δηλαδή τα γόνιμα μέρη του φυτού που κάποιες φορές χρησιμεύουν για την δημιουργία νέων ποικιλιών (Εικόνα 2.11). Σε κάθε ράγα υπάρχουν συνήθως 2-3 γίγαρτα και σπανιότερα 1-4. Υπάρχουν ποικιλίες αμπέλου οι οποίες δεν σχηματίζουν γίγαρτα (παρθενοκαρπικές ράγες) ή σχηματίζουν υποτυπώδη γίγαρτα (στενοσπερμοκαρπικές ράγες) ή γίγαρτα που δεν έχουν έμβρυο. Στα γίγαρτα σε ότι αφορά την μορφολογία τους

διακρίνονται η ραχιαία πλευρά με την χάραζα, το ράμφος και η κοιλιακή πλευρά με τους αύλακες.

Τα γίγαρτα περιέχουν υψηλή ποσότητα νερού μεταξύ 24-4%, καθώς επίσης περιέχουν υδατάνθρακες (35%), έλαια (13-20%), ταννίνες (4-6%), αζωτούχες ενώσεις (4-6,5%), ανόργανα στοιχεία (2-4%) και λιπαρά οξέα (1%). Είναι πλούσια σε φαινολικές ουσίες οι οποίες συμβάλλουν στο 5-8% του σχηματισμού των τανινών στους οίνους (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020; Βαγιάνος, 1983; Κούσουλας, 2002).

2.5 Καλλιεργούμενες ποικιλίες αμπέλου στη Ελλάδα

Υπάρχουν πολλές ποικιλίες αμπελιού και τις διακρίνουμε ανάλογα με την χρήση τους. Στην Ελλάδα έχουμε τις επιτραπέζιες ποικιλίες, τις οινοποιήσιμες ποικιλίες και αυτές που είναι κατάλληλες για την παραγωγή των σταφίδων. Οι σημαντικότερες ποικιλίες στη χώρα μας ανάλογα με την χρήση τους είναι οι εξής (Κούσουλας, 2002; 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, Ψαροσύρικο, Ψιλό μαύρο Καλαβρύτων, Aglianico, Alicante Bouschet, Barbera, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Carignan, Cinsaut, Cot, Grenache Rouge, Merlot, Montepulciano, Mourvedre, Nebbiolo, Negro Amaro, Petit Verdot, Pinotoir, Refosco, Sangiovese, Schioppettino, Syrah, Tannat, Tempranillo, Tourigaacional, Vermentino.

- Λευκές: Αγούμαστος, Αγριογλυκάδι, Αηδάνι άσπρο, Αθήρι, Αρετή, Ασπροβέρτζαμο, Ασπρούδα Πατρών, Ασπρούδα Σαντορίνης, Ασπρούδα Σερρών, Ασπρούδες, Ασύρτικο, Βαλαΐτης, Βαρδέα, Βάφτρα άσπρη, Βηλάνα, Βιδιανό, Βοΐδομάτης άσπρος, Βολίτσα άσπρη, Βόσσος, Γαΐδουριά, Γλυκάδι, Γλυκερήθρα, Γουστολίδι, Δαφνί, Δερματάς, Ζακυνθινό, Ζουμιάτικο, Θειακό, Θραψαθήρι, Κακοτρύγης, Κατσανό, Κοζανίτης, Κοντοκλάδι, Κουκούλι, Κουμιώτης, Κρητικό, Κυδωνίτσα, Λαγόρθι, Μαλαγουζιά, Μαλουκάτο, Μανδηλαριά άσπρη, Μονεμβασιά, Μοσχατέλλα, Μοσχάτο Αλεξανδρείας, Μοσχάτο άσπρο, Μπατίκι, Μπεγλέρι, Μυγδάλι, Ντεμπίνα, Ξερομαχαιρούδα, Όψιμο Εδέσσης, Όψιμο Σουφλίου, Παύλος, Πετροκόριθο λευκό, Πετρουλιανός, Πλατάνι, Πλυτό, Ποταμίσι, Πρικνάδι, Ραζακί, Ροκανιάρης, Ρομπόλα, Σαββατιανό, Σκιαδόπουλο, Σκλάβα, 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 σταφυδοποιίας: Κορινθιακή (μαύρη) και Σουλτανίνα (λευκή).

Στο αμπελουργικό διαμέρισμα της Ηπείρου που περιλαμβάνει τις Περιφερειακές Ενότητες Άρτας, Θεσπρωτίας, Ιωαννίνων και Πρέβεζας οι σημαντικότερες ποικιλίες είναι οι εξής (ΚΥΑ, 2017):

Συνιστώμενες λευκές: Μαλαγουζιά, Ντεμπίνα, Chardonnay και Riesling.

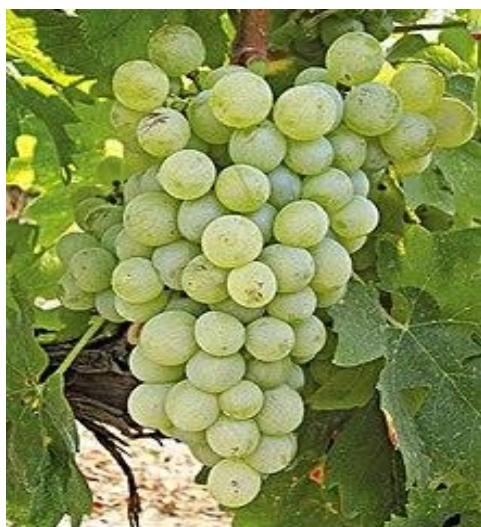
Συνιστώμενες ερυθρές: Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon και Merlot.

Συνιστώμενες ροζέ: Ροδίτης (Αλεπού) και Gewurztraminer.

Επιτρεπόμενες λευκές: Ασπρούδες, Κοντοκλάδι και Sauvignon Blanc.

Επιτρεπόμενες ερυθρές: Αγιωργίτικο, Βερτζαμί, Βλάχικο, Κορίθι, Μαυρούδια, Μπεκάρι, Μοσχοφίλερο (Μαυροφίλερο), Ξινόμαυρο (Ξινόγκαλτσο, Ποπόλκα), Pinot Noir και Syrah.

2.5.1 Ποικιλία Ντεμπίνας



(Εικόνα 2.12: Ποικιλία Ντεμπίνας (πηγή: <https://winesofgreece.org/>)

Η ντεμπίνα είναι μία ποικιλία αμπέλου, η οποία καλλιεργείται ιδιαίτερα στην Περιφερειακή Ενότητα Ιωαννίνων της Ηπείρου, κυρίως στη περιοχή της Ζίτσας (Εικόνα 2.12). Στην Περιφέρεια Ηπείρου καλλιεργείται σε έκταση 4.834 στρ. περίπου σε 4.989 εκμεταλλεύσεις. Χαρακτηρίζεται ως μια ζωνρή ποικιλία και προσαρμόζεται εύκολα, δίνοντας εκλεκτά προϊόντα σε δύσκολα εδάφη, όπως ξηρά, πετρώδη, ελαφρά και φτωχά.

Η ντεμπίνα διαμορφώνεται κυρίως με γραμμικό αμφίπλευρο ρουγιά ή με κύπελλο και έχει ύψος διαμόρφωσης 60-70cm. Επιπλέον δέχεται κλάδεμα καρποφορίας με δύο οφθαλμούς (βραχύ). Κατά τα μέσα Σεπτεμβρίου ωριμάζει και δίνει αποδόσεις από 700-800kg μέχρι 1500kg ανά στρέμμα.

Είναι ευαίσθητη ποικιλία στον βοτρυτή, τον περονόσπορο, το οίδιο, τις σηψιρριζίες, την ευτυπίωση, την ίσκα και τις σφήκες πολλές καλλιέργειες έχουν προσβληθεί και από μολυσματικό εκφυλισμό, ενώ ένα άλλο σοβαρό πρόβλημα αποτελούν και οι ανοιξιάτικοι παγετοί, ιδίως στην περιοχή της Ζίτσας (Τσετούρας, 2009; Σταύρακας, 1998; ΕΛΣΤΑΤ, 2020).

2.6 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

2.6.1 Κλίμα

Το αμπέλι ευδοκίμει σε ζεστά κλίματα και επομένως οι περισσότερες ποικιλίες του αναπτύσσονται σε μεσογειακό κλίμα, ωστόσο σημαντικό ρόλο έχει και η περιοχή στην

οποία βρίσκεται η καλλιέργεια. Το κλίμα επιδρά στη βλάστηση της αμπέλου σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι το έδαφος. Από τους φυσικούς παράγοντες ενός αμπελότοπου, οι μέσες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, καθορίζουν την καταλληλότητα μιας ποικιλίας να καλλιεργηθεί στην περιοχή αυτή. Η παραγωγή αμπελουργικών προϊόντων υψηλής ποιότητας επηρεάζεται κυρίως από τα επιμέρους χαρακτηριστικά του αμπελότοπου, τα οποία διαμορφώνουν η ημερήσια ή ακόμη και η ωριαία διακύμανση των μικροκλιματικών συνθηκών. Αυτά είναι η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, το ενεργό θερμικό άθροισμα, οι ακραίες τιμές της θερμοκρασίας, η βροχοπτώση, ο άνεμος και το χαλάζι (Νικολάου, 2020; Jones and Hellman, 2003; Σταυρακάκης, 2019).

2.6.1.1 Θερμοκρασία

Κατά την περίοδο της βλάστησης οι υψηλές θερμοκρασίες προωμίζουν την παραγωγή και επιταχύνουν την αύξηση των βλαστών. Οι θερμοκρασίες που επικρατούν σε μια αμπελουργική περιοχή καθορίζουν και τη διάρκεια βλάστησης των πρέμνων. Γενικότερα όταν η θερμοκρασία εκβλάστησης των λανθανόντων οφθαλμών είναι μικρότερη από τη μέση θερμοκρασία του αέρα (περίπου 10°C) είναι μία ευνοϊκή περίοδος βλάστησης της αμπέλου.

Από την έναρξη της βλάστησης έως την έναρξη της άνθισης, η μέση θερμοκρασία του αέρα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 12 έως 18°C, κατά τη διάρκεια της άνθισης και της καρπόδεσης από 17 έως 24°C και κατά την περίοδο της ωρίμανσης η θερμοκρασία πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 18°C. Θερμοκρασίες κατά την άνθιση διαμορφώνουν το χρόνο της πλήρους ωρίμανσης των σταφυλιών, ενώ οι θερμοκρασίες που επικρατούν από το γυάλισμα και μετά, επηρεάζουν την περιεκτικότητα των ζαχάρων στις ράγες.

Κατά την διάρκεια του χειμώνα η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία μπορούν να επιβιώσουν τα πρέμνα κυμαίνεται από -20°C έως -5°C, ανάλογα την γεωγραφική θέση, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και την ποικιλία της αμπέλου (Σταυρακάκης, 2019).

2.6.1.2 Ηλιοφάνεια

Ως ηλιοφάνεια ορίζεται ως το σύνολο των ωρών κατά την περίοδο της βλάστησης, που ο ουρανός είναι καθαρός. Σε συνδυασμό με την θερμοκρασία έχει σημαντική επίδραση στην παραγωγικότητα και στην φυσιολογία της αμπέλου. Η ηλιοφάνεια καθορίζει την ανάπτυξη της αμπέλου και ευνοεί τη συσσώρευση σακχάρων στις ράγες και τους προσδίδει γλυκύτερη γεύση (Σταυρακάκης, 2019).

2.6.1.3 Βροχόπτωση

Οι βροχοπτώσεις αν και η άμπελος, σε γενικές γραμμές, δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό, επιδρούν θετικά στη βλάστηση και στην παραγωγικότητά της. Γενικότερα η υπερβολική ποσότητα νερού ή η έλλειψή του δημιουργούν σοβαρά προβλήματα σε μία αμπελοκαλλιέργεια ιδίως κατά τα φαινολογικά στάδια, της καρπόδεσης, της διαφοροποίησης των λανθανόντων οφθαλμών, της ανάπτυξης και της ωρίμανσης των ραγών. Οι υπερβολικές βροχοπτώσεις την άνοιξη προκαλούν την αύξηση της ζωηρότητας των πρέμνων δημιουργώντας πυκνό φύλλωμα το οποίο ευνοεί την ανάπτυξη επιζήμιων μυκητολογικών ασθενειών, κυρίως του ωιδίου και του περονόσπορου. Ανάλογα με την ποικιλία της αμπέλου οι απαιτήσεις σε νερό διαφέρουν και επηρεάζονται ταυτόχρονα από την καλλιεργητική τεχνική και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, ενώ κυμαίνονται από 150 έως 250mm βροχής. Ειδικότερα, από την έναρξη της βλάστησης μέχρι την άνθιση χρειάζονται περίπου 65mm νερού, ενώ από την άνθιση μέχρι και την ωρίμανση περίπου 85 έως 100mm (Σταυρακάκης, 2019).

2.6.1.4 Άνεμοι

Η ένταση των ανέμων επηρεάζει σημαντικά τη βλάστηση και την παραγωγή της αμπέλου, ανάλογα πάντα με τον προσανατολισμό του αμπελώνα, την κατεύθυνσή των γραμμών φύτευσης, την καλλιεργούμενη ποικιλία, την πυκνότητα και άλλα χαρακτηριστικά. Ένας δυνατός άνεμος είναι ιδιαίτερα επικίνδυνος για τα αμπέλια, αφού μπορεί να καταστρέψει τους νεαρούς βλαστούς, τους βότρυες και να προκαλέσει έντονη ανθόρροια. Σοβαρές επιπτώσεις μπορεί να υπάρξουν και στις φυσιολογικές λειτουργίες του πρέμνου, όπως για παράδειγμα η μείωση της αγωγιμότητας των στοματίων και κατ' επέκταση της φωτοσύνθεσης. Για να λυθούν τέτοιου είδους προβλήματα που δημιουργούν οι ισχυροί άνεμοι ενδείκνυται η τοποθέτηση φυσικών ή τεχνητών ανεμοφρακτών, η επιλογή του κατάλληλου συστήματος διαμόρφωσης και υποστύλωσης, ο κατάλληλος προσανατολισμός των γραμμών φύτευσης κ.ά. Ωστόσο οι ασθενείς άνεμοι θεωρούνται ωφέλιμοι για το αμπέλι, ιδίως κατά το στάδιο της ανθοφορίας, όπου βοηθούν τις διαδικασίες της επικονίασης και της γονιμοποίησης (Σταυρακάκης, 2019).

2.6.2 Έδαφος

Σπουδαίο ρόλο για την αύξηση και την ανάπτυξη της αμπέλου έχει το έδαφος το οποίο επιδρά στην ποιότητα της αμπέλου και των προϊόντων της. Γι' αυτό το λόγο πριν την εγκατάσταση της αμπελοκαλλιέργειας πρέπει να ληφθούν υπόψιν κάποια στοιχεία του εδάφους, όπως η τοπογραφία του, τα φυσικά χαρακτηριστικά του, οι φυσικοχημικές και οι

βιολογικές του ιδιότητες, η γεωλογική του προέλευση και η γονιμότητά του. Κάποιες από αυτές τις ιδιότητες αναλύονται στη συνέχεια

2.6.2.1 Προσανατολισμός

Ο νοτιοανατολικός έως δυτικός προσανατολισμός αυξάνει την ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνει ο αμπελώνας, αυξάνοντας την θερμοκρασία του εδάφους και του περιβάλλοντος του πρέμνου. Ειδικότερα ο σωστός προσανατολισμός σε βορειότερες περιοχές ή σε περιοχές που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο επιδρά θετικά κατά την έναρξη της εμφάνισης των λανθανόντων οφθαλμών και την ωρίμανση των σταφυλιών. Από την άλλη ο βορειοδυτικός, βορειοανατολικός και βόρειος προσανατολισμός ελαττώνει τα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμότητας, αυξάνοντας τον χρόνο της βλάστησης και των υπόλοιπων σταδίων ανάπτυξης της αμπέλου. Όμως σε κάποιες θερμότερες περιοχές, όπως στη νότιο Ελλάδα, ο βορειοανατολικός προσανατολισμός συμμετέχει στην βραδύτερη ωρίμανση σταφυλιών που χρησιμοποιούνται στην οινοποιία προσδίδοντας φαινολικά και αρωματικά στοιχεία στον οίνο. Σε περιοχές όπου το κλίμα είναι ψυχρό οι αμπελοκαλλιέργειες με νότιο προσανατολισμό έχουν 25% περισσότερη ηλιοφάνεια από ότι άλλες περιοχές με συνέπεια την γρηγορότερη ωρίμανση των σταφυλιών (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020).

2.6.2.2 Υψόμετρο

Η κυκλοφορία του αέρα και οι θερμοκρασίες σε μια αμπελοκαλλιέργεια επηρεάζονται και από το υψόμετρο. Σημαντική είναι η επιρροή του στη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα επομένως και στη φωτοσύνθεση. Αυξάνοντας κατά 100m το υψόμετρο μειώνεται η ατμοσφαιρική πίεση και η μερική πίεση του CO₂. Όταν η συγκέντρωση του ατμοσφαιρικού CO₂ μειώνεται λόγω του υψομέτρου, τα φυτά τείνουν να αυξάνουν τον αριθμό των στομάτων ανά μονάδα επιφάνειας του φύλλου και η απώλεια νερού για κάθε μονάδα ξηρής ουσίας που παράγεται υπερδιπλασιάζεται. Η πλειοψηφία των αμπελώνων βρίσκονται σε υψόμετρο 350 έως 650m από την επιφάνεια της θάλασσας. Στην Ελλάδα οι ημιορεινοί και ορεινοί αμπελώνες τοποθετούνται σε περιοχές σε ύψος μέχρι και 1.000m (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020).

2.6.2.3 Κλίση

Η κατάλληλη κλίση του εδάφους που θα τοποθετηθεί ο αμπελώνας μαζί με τον προσανατολισμό διαμορφώνουν το ύψος της ηλιακής ακτινοβολίας που προσλαμβάνουν τα φυτά, την κυκλοφορία του αέρα, την θερμοκρασία και προστατεύουν τα πρέμνα από το ψύχος και τον άνεμο. Οι καλύτερες καλλιέργειες αμπελιών γίνονται σε πλαγιές λόφων επειδή αερίζονται καλύτερα και δίνουν καλύτερης ποιότητας προϊόντα αν και με μικρότερη

παραγωγή σε σχέση με πεδινές καλλιέργειες. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση τόσο περισσότερη η ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνει η πλαγιά. Σε μία πλαγιά με μεγάλη κλίση η υψηλή έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία βοηθά στη γρηγορότερη θέρμανση του εδάφους, μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης παγετού και βοηθάει στην αποστράγγιση. Επίσης, στα πρέμνα οι επιδράσεις της ηλιόλουστης πλαγιάς, αφορούν στην πρωίμιση της ωρίμανσης και στη βελτίωση του χρώματος των ραγών, στην αύξηση της φωτοσύνθεσης, στην επιμήκυνση της περιόδου βλάστησης και στην κατάλληλη ισορροπία σακχάρων προς οξέων. Ωστόσο η κλίση του εδάφους έχει και κάποιες αρνητικές επιπτώσεις, όπως την διάβρωση του εδάφους, την υδατική καταπόνηση και την διαφυγή των θρεπτικών στοιχείων (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020).

2.6.2.4 Σύσταση εδάφους

Λόγω του ότι η άμπελος έχει ένα πυκνό και ισχυρό ριζικό σύστημα που εισχωρεί σε βαθύτερα στρώματα έχει την ικανότητα να αναπτύσσεται σε διάφορους τύπους εδαφών. Συνήθως τα εδάφη μέσης σύστασης (αμμοαργιλώδη) είναι αυτά που είναι πιο κατάλληλα για την καλλιέργεια της αμπέλου. Αυτά τα εδάφη έχουν πολύ καλό αερισμό, συγκρατούν με επάρκεια το νερό και επιτρέπουν την διείσδυση του ριζικού συστήματος σε βάθος (Νικολάου, 2020; Σταυρακάκης, 2019; Κούσουλας, 2002).

2.6.2.5 Γονιμότητα εδάφους

Γενικά το αμπέλι αποδίδει σημαντική ποσοτική και ποιοτική παραγωγή όταν βρίσκεται σε εδάφη μέτριας σύστασης. Θα πρέπει να αποφεύγονται τα άγονα και τα πολύ χαλαρά εδάφη, όπως και τα πολύ σφιχτά, αργιλώδη. από την άλλη πλευρά τα εδάφη που έχουν μεγάλη γονιμότητα έχουν και μεγαλύτερα ποσοστά οργανικής ουσίας σε σχέση με άλλα η οποία μπορεί να προκαλέσει ανθόρροια και βλαστομανία και παρόλο που δίδει μεγάλες αποδόσεις, η ποιότητα των σταφυλιών είναι χαμηλή σε σάκχαρα και χρώμα (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020).

2.6.2.6 Εδαφική υγρασία

Το αμπέλι είναι γνωστό ως φυτό ξηρών περιοχών, ωστόσο για να παραχθούν ποιοτικά αμπελουργικά προϊόντα το έδαφος πρέπει να παρέχει την απαραίτητη ποσότητα νερού που χρειάζεται το φυτό. Το νερό είναι σημαντικό για την προστασία της βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους και μεταφέρει τα ανόργανα θρεπτικά συστατικά στο ριζικό σύστημα του φυτού. Σημαντικό είναι να επισημανθεί ότι τόσο η υπερβολική υγρασία του εδάφους όσο και η υπερβολική ξηρασία, επηρεάζουν την ανάπτυξη των πρέμνων. Αναλυτικότερα η υπερβολική υγρασία προκαλεί ζωνρότητα βλάστησης με συνέπειες στη

διαφοροποίηση και το σχηματισμό των ανθικών καταβολών, στην άνθιση και στην καρπόδεση, στην ελάττωση των φαινολικών και των αρωμάτων του οίνου, στην αύξηση της οξύτητας του γλεύκους και επιπλέον αυξάνει τις πιθανότητες εμφάνισης ασθενειών. Από την άλλη πλευρά η υπερβολική ξηρότητα του εδάφους εμποδίζει την ζωηρότητα των πρέμνων λόγω της υδατικής καταπόνησης και μειώνει την παραγωγή και την ποιότητα των σταφυλιών. Το διαθέσιμο εδαφικό νερό υπολογίζεται σε mm cm^{-1} και κυμαίνεται ανάμεσα από 1 έως 2mm cm^{-1} (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020).

2.6.2.7 Χρώμα εδάφους

Το χρώμα του εδάφους επηρεάζεται από τη γεωλογική προέλευση των πετρωμάτων, όπως και τη χημική σύστασή τους και διακρίνονται σε ανοιχτόχρωμα και σκουρόχρωμα εδάφη. Τα σκουρόχρωμα εδάφη είναι τα κοκκινοχώματα και τα μαυροχώματα και θερμαίνονται πιο εύκολα την άνοιξη επειδή απορροφούν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία, αλλά ξηραίνονται ευκολότερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Από την άλλη το ανοιχτόχρωμο χρώμα επικρατεί στα ασβεστώδη εδάφη και ευνοεί την συγκράτηση της υγρασίας την καλοκαιρινή περίοδο και επιπλέον λόγω της ύπαρξης του ασβεστίου, που είναι ένα σημαντικό στοιχείο, συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας των ραγών. Η ποσότητα του ασβεστίου που υπάρχει στο έδαφος μιας αμπελοκαλλιέργειας ασκεί άμεση επιρροή στο χρώμα, στη γεύση και στο άρωμα των σταφυλιών. Οι ερυθρές ποικιλίες προτιμούν ανοιχτόχρωμα εδάφη που αντανακλούν περισσότερο φως, αφού αυτές οι ποικιλίες θέλουν μεγαλύτερη ηλιοφάνεια, ενώ οι ποικιλίες όψιμης ωρίμανσης που ευδοκιμούν σε ψυχρά κλίματα προτιμούν σκουρόχρωμα εδάφη (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020).

2.6.2.8 Χημικές ιδιότητες εδάφους

pH

Το αμπέλι ευδοκιμεί σε ελαφρώς αλκαλικά εδάφη, σε ελαφρώς όξινα και σε ουδέτερα. Τα όξινα εδάφη έχουν pH μικρότερο από 6,5 αλλά σε γενικές γραμμές οι ποικιλίες της αμπέλου αποδίδουν ικανοποιητικά όταν το pH είναι άνω του 5. Τα αλκαλικά εδάφη έχουν pH μεγαλύτερο του 7,5 και είναι πλούσια σε ανθρακικά άλατα. Η διαθεσιμότητα των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων εξαρτάται από το pH του εδάφους, λαμβάνοντας τις μέγιστες τιμές τους όταν το pH κυμαίνεται από 6 έως 7,5 (Σταυρακάκης, 2019; Νικολάου, 2020).

Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)

Η συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων (νατρίου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου), καθώς και ανιόντων χλωρίου και θεικών στο εδαφικό διάλυμα της ριζόσφαιρας, ορίζουν την αλατότητα του εδάφους. Σοβαρά προβλήματα προκαλούν στην ανάπτυξη των πρέμων τα αυξημένα επίπεδα συγκέντρωσης της. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μετρά την αλατότητα του εδάφους με μονάδα μέτρησης το dSm^{-1} ($1 \text{ dS/m} = 1000 \mu\text{S/cm}$). Συνήθως στις πολύ ξηρές περιοχές παρατηρείται αυξημένη αλατότητα λόγω του ότι η έκπλυση των αλάτων είναι μειωμένη λόγω των περιορισμένων βροχοπτώσεων. Ως αλατούχα χαρακτηρίζονται τα εδάφη όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μεγαλύτερη από 4 dSm^{-1} . Σημαντικές αιτίες αύξησης της αλατότητας μπορεί να είναι και η άρδευση, η άνοδος του αλατούχου υδατικού ορίζοντα του εδάφους, η εξάτμιση του νερού, η απορρόφηση από τα φυτά μεγάλων ποσοτήτων νερού από το έδαφος αλλά και η μεταφορά σταγονιδίων θαλασσινού νερού με τον άνεμο. Η άμπελος είναι φυτό μέτριας ευαισθησίας στην αλατότητα αλλά κάτω από ορισμένες συνθήκες τα φυτά μπορούν να υποστούν σημαντικές ζημιές (Σταυρακάκης, 2019).

2.7 Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός της αμπέλου γίνεται με δύο τρόπους, τον αγενή και τον εγγενή. Ο αγενής πολλαπλασιασμός γίνεται με μοσχεύματα, καταβολάδες και εμβολιασμό. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα και καταβολάδες είναι πολύ απλός σε αντίθεση με τον πολλαπλασιασμό με εμβολιασμό, ο οποίος για να πετύχει θα πρέπει να υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις και απαραίτητη είναι η γνώση της ανατομίας, της φυσιολογίας και της βιοχημείας του φυτού. Οι εμβολιασμοί χωρίζονται στους επιτόπιους και στους επιτραπέζιους. Ο επιτόπιος εμβολιασμός διακρίνεται σε 4 κατηγορίες: ο εμβολιασμός με πλήρη σχισμή σε νεαρά υποκείμενα, ο πλάγιος εμβολιασμός, ο εμβολιασμός με εγκοπή και ο μαγιόρκιος εμβολιασμός, ενώ ο επιτραπέζιος εμβολιασμός διακρίνεται στον αγγλικό με βραχεία τομή και στο εμβολιασμό με ηλεκτροκίνητες μηχανές (Βαγιάνος, 1983; Σταυρακάκης, 2019).

2.7.1 Προετοιμασία υποκειμένου - εμβολίου

Τα υποκείμενα εξέρχονται από τον χώρο διατήρησης τους με μήκος που κυμαίνεται στα 105 έως 115cm, πλένονται και κόβονται σε μοσχεύματα των 45cm, ώστε να αποκτήσουν την υγρασία που έχασαν κατά την περίοδο της διατήρησης βυθίζονται σε δεξαμενή νερού για 12 έως 48 ώρες. Μετά την έξοδό τους από το νερό απολυμαίνονται με τα απαραίτητα μέσα

για να παραχθούν καλής ποιότητας φυτά και αφαιρούνται οι οφθαλμοί έκτος από τον οφθαλμό της βάσης ο οποίος παραμένει στο μόσχευμα.

Οι κληματίδες από τις οποίες λαμβάνονται τα εμβόλια ονομάζονται εμβολιοφόρες κληματίδες. Αρχικά κόβονται σε κομμάτια ενός οφθαλμού, ώστε κάτω από αυτόν να παραμένει ένα τμήμα μεσογονάτιου διαστήματος έως 5cm και πάνω από τον οφθαλμό ένα τμήμα 2cm. Τα εμβόλια βυθίζονται για 4 έως 5 ώρες σε νερό, έπειτα απολυμαίνονται με την ίδια διαδικασία που πραγματοποιείται στο υποκείμενο και συντελείται ο εμβολιασμός.

Για να πετύχει ο εμβολιασμός θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν κάποια δεδομένα:

- η ηλικία του εμβολίου που θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό νεότερη
- η επαφή των καμβίων του εμβολίου με το υποκείμενο
- η συνεχής επαφή των τομών του εμβολίου και του υποκειμένου μέχρι την σύνδεσή τους
- η βοτανική συγγένεια του εμβολίου με το υποκείμενο
- οι κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, αερισμού και θερμοκρασίας (21°C έως 24°C ευνοεί τον εμβολιασμό)
- ο εμβολιασμός πρέπει να γίνεται όταν κυκλοφορούν οι χυμοί του υποκειμένου.

Ο άλλος τρόπος πολλαπλασιασμού στα αμπέλια είναι ο εγγενής πολλαπλασιασμός. Πιο συγκεκριμένα συλλέγονται τα γίγαρτα (σπέρματα) από τα σταφύλια μετά την γονιμοποίηση και κατόπιν η διαδικασία ολοκληρώνεται με την σπορά τους. Ο εγγενής πολλαπλασιασμός στα αμπέλια χρησιμοποιείται κυρίως σε προγράμματα βελτίωσης για δημιουργία νέων ποικιλιών (Νικολάου, 2020; Βαγιάνος, 1983; Σταυρακάκης, 2019).

2.8 Λίπανση

Τα βασικότερα θρεπτικά στοιχεία που πρέπει να εφαρμόζονται στο έδαφος μιας αμπελουργικής καλλιέργειας, με βάση πάντα την εδαφολογική ανάλυση, τις ιδιότητες του εδάφους και την καλλιεργούμενη ποικιλία, είναι το κάλιο το οποίο είναι σημαντικό για την ωρίμανση και την ποιότητα των σταφυλιών, το άζωτο το οποίο είναι απαραίτητο για την ενίσχυση της ανάπτυξης και ο φώσφορος που έχει καθοριστικό ρόλο στη θρέψη του αμπελιού. Επίσης, σπανιότερα απαιτείται η χορήγηση και άλλων στοιχείων, όπως είναι το θείο, το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το βόριο κ.ά., τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην καρποφορία και την ευρωστία του φυτού (Κούσουλας, 2002).

2.9 Άρδευση

Το αμπέλι είναι ένα φυτό το οποίο αντέχει σε ξηροθερμικές περιοχές λόγω του πλούσιου ριζικού συστήματος του που εισέρχεται βαθιά στο έδαφος. Ωστόσο οι ακραίες συνθήκες ξηρασίας και θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια των φαινολογικών σταδίων ανάπτυξης της αμπέλου επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα και την ποσότητα της παραγωγής. Για αυτό βασικό δεδομένο για την σωστή ανάπτυξη και παραγωγή αμπελοουργικών προϊόντων υψηλής ποιότητας και κυρίως οίνων σε ξηροθερμικές συνθήκες είναι η άρδευση (Σταυρακάκης, 2019).

Τα πρέμνα απορροφούν μέσω του ριζικού συστήματος μεγάλες ποσότητες νερού. Εκτιμάται ότι για την παρασκευή ενός κιλού ξηρής ουσίας από το πρέμνο είναι αναγκαία 500-700 λίτρα νερού. Στις αμπελοκαλλιέργειες η πρόσληψη του νερού γίνεται από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους (0-60cm), καθώς το ενεργό ριζικό σύστημα δεν ξεπερνά σε βάθος τα 60-80cm, άρα η άρδευση του αμπελιού δεν πρέπει να γίνεται σε βάθος μεγαλύτερο από τα 90cm.

2.9.1 Υδατικές απαιτήσεις στα βλαστικά στάδια

Τα βλαστικά στάδια της αμπέλου διαχωρίζονται στη βλαστική και στην αναπαραγωγική φάση με 5 στάδια ανάπτυξης. Αυτά τα στάδια είναι α) από την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι την άνθηση, β) από την άνθηση μέχρι την καρπόδεση, γ) από την καρπόδεση μέχρι το γυάλισμα της ράγας, δ) από το γυάλισμα μέχρι την συγκομιδή και ε) από την συγκομιδή έως την εκβλάστηση.

Κατά την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι την άνθηση όπου υπάρχει μεγάλη βλαστική ανάπτυξη και ανάπτυξη των ταξιανθιών χρειάζεται άφθονο νερό. Με μη επάρκεια σε νερό σε αυτό το στάδιο δημιουργούνται προβλήματα, όπως για παράδειγμα ανθόρροια και μείωση του ρυθμού αύξησης των βλαστών. Οι ποσότητες του νερού που χρειάζονται τα πρέμνα, μέσω της άρδευσης, στο στάδιο αυτό είναι μικρές, μόλις 5-10% των ετήσιων αναγκών τους καθώς στη χώρα μας οι περισσότερες απαιτήσεις σε νερό συμπληρώνονται από τις βροχοπτώσεις.

Στο στάδιο της ανθοφορίας μέχρι την καρπόδεση η ανάγκη των πρέμνων για νερό είναι 10-15% των ετήσιων αναγκών τους. Η έλλειψη νερού σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης, μπορεί να προξενήσει ανθόρροια και ανωμαλίες στην ανάπτυξη των ανθέων. Ενώ η έλλειψη νερού κατά την ανθοφορία αποξηραίνει εντελώς τους βότρυες με αποτέλεσμα μέχρι και την απώλεια όλης της παραγωγής.

Οι απαιτήσεις σε νερό κατά τη διάρκεια της καρπόδεσης έως στο στάδιο του γυαλίσματος επηρεάζουν το μέγεθος της ράγας και της παραγωγής. Η ανεπάρκεια σε νερό δημιουργεί μικροραγία, μείωση της καρπόδεσης και της παραγωγής έως και 40% και εξαιτίας της μείωσης της έκπτυξης των οφθαλμών μπορεί να επηρεάσει και την σοδειά της επόμενης χρονιάς. Ταυτόχρονα παρουσιάζεται έντονη ριζογένεση η οποία σε συνδυασμό με τη συνεχόμενη ξηρασία έχει αρνητικές επιπτώσεις στη δημιουργία και την ανάπτυξη των ριζιδίων. Κατά τη διάρκεια της καρπόδεσης μέχρι τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των ραγών τα πρέμνα έχουν ανάγκη νερό σε ποσοστό 50-60% των ετήσιων αναγκών τους, ώστε να παράγουν σταφύλια.

Το πρέμνο είναι ανθεκτικό στην έλλειψη νερού κατά τη ωρίμανση, στην περίοδο του γυαλίσματος της ράγας έως της συγκομιδής. Ωστόσο η μεγάλη έλλειψη νερού προκαλεί πτώση των φύλλων και μάρανση χωρίς να επηρεάζεται το μέγεθος των σταφυλιών. Κατά το στάδιο του περκασμού και του τρύγου τα πρέμνα απαιτούν 15-20% των ετήσιων αναγκών τους σε νερό. Κατά την άρδευση δεν πρέπει να παρέχεται περισσότερο νερό από το απαραίτητο γιατί αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα το σχίσσιμο των ραγών και την ανάπτυξη βοτρυτή.

Στο τελευταίο στάδιο ανάπτυξης από την συγκομιδή μέχρι την εκβλάστηση η ανεπάρκεια σε υδατική υγρασία στο έδαφος ελαττώνει τους αποθηκευμένους υδατάνθρακες με συνέπεια να εμποδίζει το άνοιγμα των οφθαλμών και να περιορίζει τον αριθμό τους την επόμενη βλαστική περίοδο. Κατά τους μήνες του Σεπτεμβρίου και του Οκτώβριου ιδιαίτερα σε εδάφη με μικρή υδατοϊκανότητα και σε περιοχές που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες είναι σημαντική η άρδευση μετά τον τρύγο, ώστε να εξασφαλίζονται οι λειτουργίες της φωτοσύνθεσης στα φύλλα. Σκοπός, είναι η διαφύλαξη του 2ου κύκλου αύξησης των ριζών και η αποθήκευση του αζώτου και των υδατανθράκων στο ξύλο, μηχανισμός ο οποίος μεγαλώνει την αντοχή των πρέμνων στο κρύο. Σε αυτό το στάδιο οι ανάγκες σε νερό είναι 5-12% των ετήσιων αναγκών τους ιδιαίτερα μετά τον τρύγο στις πρώιμες ποικιλίες.

Γενικά η ποσότητα του νερού που είναι απαραίτητη στα διάφορα στάδια ανάπτυξης της αμπέλου επηρεάζεται από το κλίμα, τη θερμοκρασία, την βροχή, την σχετική υγρασία, το βάθος του εδάφους και την ποικιλία. Οι ποικιλίες με μεγάλες στρεμματικές αποδόσεις και οι περιοχές με υψηλή εξατμισοδιαπνοή έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό (Χαρτζουλάκης, 2019).

2.9.2 Μέθοδοι άρδευσης

Το νερό άρδευσης συνήθως εφαρμόζεται στο αμπέλι με άρδευση με σταγόνες η οποία εξοικονομεί νερό, έχει εφαρμογή σε κεκλιμένα εδάφη, χρησιμοποιεί μικρές παροχές και έχει καλύτερες συνθήκες απορρόφησης νερού σε σχέση με το φυτό. Οι διανεμητές νερού, δηλαδή οι σταλακτηφόροι σωλήνες εγκαθίσταται στο έδαφος ή στερεώνονται στο πρώτο σύρμα υποστύλωσης.

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα στάγδην άρδευσης αποτελείται από 4 βασικά στοιχεία, α) από μία πηγή πίεσης, που μπορεί να είναι μία υπερυψωμένη δεξαμενή νερού, ένα δίκτυο υπό πίεση ή ένα αντλιοστάσιο, β) από μία κεφαλή ελέγχου που αποτελείται από διάφορα φίλτρα, βαλβίδες και συστήματα αυτοματισμού, λιπαντήρα και υδρόμετρα, γ) από τους αγωγούς μεταφοράς, όπως ο κύριος και οι δευτερεύοντες (PVC ή PE) και οι πλευρικοί ή σταλακτηφόροι αγωγοί (PE) και τέλος δ) τους διανεμητές νερού που είναι οι σταλακτήρες όπου μπορούν να έχουν παροχή μέχρι και 12 λίτρα/ώρα.

Άλλη μέθοδος που εφαρμόζεται σε αμπελώνες είναι η ελλειμματική άρδευση (Deficit Irrigation, DI). Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε περιόδους μειωμένης διαθεσιμότητας σε νερό και αναγκάζει τα πρέμνα να υποστούν σε ένα επίπεδο έλλειψη νερού, δίχως να επηρεάζεται σημαντικά η παραγωγή. Η επιλογή της ελλειμματικής άρδευσης απαιτεί τις γνώσεις για την εξατμισοδιαπνοή του φυτού και για τα κρίσιμα στάδια ανάπτυξής του, την αντίδραση της αμπέλου στην απώλεια νερού, τις πιθανές οικονομικές επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρουν οι απώλειες της παραγωγής και να δύναται η τεχνική υποστήριξη για την ορθή εφαρμογή του προγράμματος. Ταυτόχρονα η ρυθμιζόμενη υδατική καταπόνηση εξασφαλίζει οικονομία νερού, ελαττώνει τις διαρροές λιπασμάτων και γενικότερα απώλειες εξαιτίας της επιφανειακής απορροής και ελέγχει τα επίπεδα αλατότητας (Χαρτζουλάκης, 2019).

2.10 Ασθένειες και εχθροί

Το αμπέλι είναι από τα φυτά που προσβάλλεται συχνά από διάφορες ασθένειες (ιοί, μύκητες), αλλά και εχθρούς (έντομα, ακάρεα και νηματώδεις). Οι σημαντικότερες μυκητολογικές ασθένειες της αμπέλου είναι ο περονόσπορος, το ωίδιο, ο βοτρυτής ή «φαιά σήψη», η ευτυπίωση, η ίσκα και η φόμοψη. Το καρούλιασμα των φύλλων και ο μολυσματικός εκφυλισμός είναι δύο ασθένειες οι οποίες οφείλονται σε ιούς. Έντονα προβλήματα δημιουργούν και κάποια έντομα, όπως είναι οι θρίπες, η ευδεμίδα, οι σφήκες, αλλά και τα ακάρεα (Κούσουλας, 2002; Σταυρακάκης, 2019).

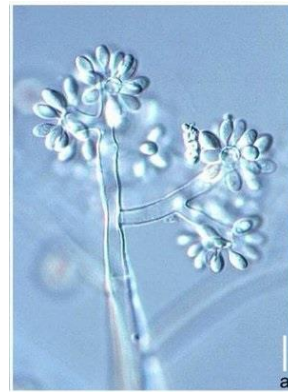
Η ασθένεια προκαλείται από τον μύκητα *Erysiphe necator* (*Uncinula necator*) και αναπτύσσεται άριστα όταν η σχετική υγρασία είναι 80-85% και η θερμοκρασία περίπου 25°C (Εικόνα 2.14 και Εικόνα 2.15). Η εξάπλωση του παθογόνου περιορίζεται με την έντονη βροχή επειδή απομακρύνει τα κονίδια από το έδαφος. Η προσβολή επηρεάζει όλα τα πράσινα μέρη του αμπελιού. Στους βλαστούς εμφανίζονται ακανόνιστες, καστανομέλανες κηλίδες που παραμένουν και στις κληματίδες. Στα φύλλα, στην επάνω επιφάνεια παρατηρούνται ωχρές ή ανοιχτές πράσινες κηλίδες και στη κάτω επιφάνεια του ελάσματος υπάρχει δίχτυ σαν τον ιστό της αράχνης.

Για την αποφυγή μόλυνσης από το ωίδιο θα πρέπει να λαμβάνονται κάποια προληπτικά και θεραπευτικά μέτρα. Το θειάφι και η χρήση κατάλληλων μυκητοκτόνων αποτρέπουν την εξάπλωση της ασθένειας (Σταυρακάκης, 2019).

2.10.1.3 Βοτρύτης



Εικόνα 2.16 : Συμπτώματα βοτρύτη στα σταφύλια (πηγή: <https://blog.torosidis.gr/>)



Εικόνα 2.17: Μικροσκοπική παρατήρηση του παθογόνου (πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Botrytis-cinerea-a-Many-rounded-conidia-are-budded-off-at-the-branched-ends-of-the-long_fig2_329610182)

Ο μύκητας *Botrytis cinerea* προκαλεί μία από την πιο καταστροφικές ασθένειες της αμπέλου, γνωστή ως «τεφρά σήψη» (Εικόνα 2.16 και Εικόνα 2.17). Η διάδοση της μόλυνσης συμβαίνει όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται από 1 έως 30°C και υψηλή σχετική υγρασία. Τα συμπτώματα της προσβολής φαίνονται σε όλα τα πράσινα όργανα του αμπελιού και ανάλογα με το αναπτυξιακό στάδιο του καθενός εξαρτάται και η ένταση της προσβολής. Σημαντικότερες ζημιές εμφανίζονται στις ώριμες ράγες και στις ταξιανθίες οι οποίες ξηραίνονται ολόκληρες ή νεκρώνονται τμήματα της ράχης. Όταν επικρατούν υγρές συνθήκες οι ράγες καλύπτονται από τις καρποφορίες του μύκητα τεφρού χρώματος και παρατηρείται σήψη σε μερικά μέρη της σταφυλής. Επίσης ανάλογα με την ποικιλία της αμπέλου τα προσβεβλημένα σταφύλια γίνονται καστανά ή ρόδινα.

Το παθογόνο αντιμετωπίζεται με προληπτικά μέτρα και επιδιώκονται συνθήκες με αυξημένα ποσοστά φωτισμού και αερισμού των ραγών και των φύλλων, ώστε να περιοριστεί η μόλυνση. Από χημικής πλευράς στην εξάλειψη του βοτρυτή συμβάλλουν ψεκασμοί με δραστικά μυκητοκτόνα που δρουν και κατά του ωιδίου και του περονόσπορου μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος φυτοπροστασίας (Κούσουλας, 2002; Σταυρακάκης, 2019).

2.10.1.4 Φόμοψη



Εικόνα 2.18: Σύμπτωμα φόμοψης σε φύλλα
(πηγή: <http://www.infowine.gr/el/winepedia/viticulture/226/?nid=372>)

Την ασθένεια προξενεί ο μύκητας *Phomopsis viticola* και προσβάλλει όλα τα πράσινα τμήματα του αμπελιού, ειδικά τους βλαστούς (Εικόνα 2.18). Οι προσβεβλημένοι βλαστοί αποκτούν νεκρωτικές κηλίδες, κυκλικές ή μακρόστενες οι οποίες είναι υπερυψωμένες και έπειτα βυθίζονται μέσα στον φλοιό, ενώ σε έντονες προσβολές δημιουργούνται σχισμές με αποτέλεσμα την νέκρωση των

βλαστών. Οι κληματίδες μπορεί να γίνουν λευκές ή γκριζες λόγω της καρποφορίας του μύκητα μετά την ξυλοποίηση των βλαστών. Οι βροχές και η μεγάλη σχετική ατμοσφαιρική υγρασία διευκολύνουν την εξάπλωση της ασθένειας κυρίως κατά την ανάπτυξη των νεαρών βλαστών και κατά το άνοιγμα των οφθαλμών.

Η αντιμετώπιση της ασθένειας περιλαμβάνει καλλιεργητικά και προληπτικά μέτρα, όπως η χρήση κατάλληλου πολλαπλασιαστικού υλικού, και η αφαίρεση και η καύση των προσβεβλημένων κληματίδων κατά το κλάδεμα και το βλαστολόγημα. Επίσης, οι ψεκασμοί με τα κατάλληλα σκευάσματα μπορούν να φανούν χρήσιμα για την προστασία της καλλιέργειας (Κούσουλας, 2002; Σταυρακάκης, 2019).

2.10.2 Ιολογικές ασθένειες

2.10.2.1 Μολυσματικός εκφυλισμός της αμπέλου



Εικόνα 2.19: Μολυσματικός εκφυλισμός της αμπέλου (πηγή: http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Αρχείο:Μολυσματικός_εκφυλισμός_αμπέλου.jpg)

Είναι μία ευρέως διαδεδομένη ιολογική ασθένεια στην Ελλάδα που προκαλείται από ομάδα ισοδιαμετρικών ή σφαιρικών ιών με βασικότερο τον ιό του ριπιδωτού φύλλου που ευθύνεται για το 90% των προσβολών (Εικόνα 2.19). Η μετάδοση του ιού γίνεται μέσω του εμβολιασμού, των μολυσμένων εργαλείων και των νηματωδών. Η ασθένεια προσβάλλει όλα τα μέρη του πρέμνου και η ένταση των

συμπτωμάτων της επηρεάζεται από την εποχή, την ποικιλία της αμπέλου και το είδος και το στέλεχος του ιού. Στα φύλλα παρουσιάζεται παραμόρφωση στο έλασμα, αύξηση του αριθμού και ανασύνταξη των νευρώσεων που συνήθως παίρνουν σχήμα «βεντάλιας», αλλαγή του σχήματος του μισχικού κόλπου και εμφάνιση κίτρινων μεταχρωματισμών οι οποίοι μπορούν να καλύψουν όλο το μέρος του ελάσματος ή περιορίζονται σε διάσπαρτες κηλίδες. Επίσης, εμφανίζονται συμπτώματα βραχυγονάτωσης, διχάλωσης, διπλών κόμβων και έντασης τεθλασμένης γραμμής (εντονότερο ζιγκ-ζαγκ) στις κληματίδες. Στις ράγες εμφανίζονται συμπτώματα ανισορραγίας, μικρορραγίας και αραιορραγίας, ενώ στις ταξιανθίες ανθόρροια.

Ένας αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης της ασθένειας είναι η χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού της αμπέλου. Ταυτόχρονα ένα προληπτικό μέτρο είναι η καταστροφή των νηματωδών που έμειναν από προηγούμενες καλλιέργειες στο χωράφι (Κούσουλας, 2002; Σταυρακάκης, 2019).

2.10.3 Εχθροί

2.10.3.1 Ευδεμίδα



Εικόνα 2.20: Ακμαίο *Lobesia botrana* (πηγή: <https://www.ellinikigeorgia.gr/eudemida-sovarotero-entomologiko-provlima/>)

Το πολυφάγο έντομο *Lobesia botrana* ανήκει στην τάξη των Λεπιδοπτέρων και προξενεί σοβαρές ζημιές, κυρίως στα σταφύλια και στις ταξιανθίες της αμπέλου (Εικόνα 2.20). Οι προνύμφες είναι επιβλαβείς για τις αμπελοκαλλιέργειες, καθώς εγκαθίστανται μέσα στις ταξιανθίες και έπειτα στα σταφύλια. Διαχειμάζει ως νύμφη εντός του κορμού ή κάτω από τα φύλλα στην επιφάνεια του εδάφους. Οι προνύμφες της 1^{ης} γενιάς μπαίνουν στα κλειστά άνθη, τρέφονται με τα ανθικά σπονδυλώματα και ενώνουν τα προσβεβλημένα άνθη με νημάτια, ενώ οι προνύμφες των επόμενων γενιών προκαλούν ζημιές στις ράγες από την έναρξη της καρπόδεσης μέχρι την πλήρη ωρίμανση.

Η αντιμετώπιση της ευδεμίδας γίνεται με φερομονικές παγίδες, όπου οι φερομόνες αποπροσανατολίζουν τα αρσενικά άτομα για να μην έρθουν σε επαφή με τα θηλυκά. Επίσης, μπορεί να γίνει και με βιολογικά μικροβιακά σκευάσματα, όπως ο *Bacillus thuringiensis* (βάκιλος της Θουριγγίας) και τέλος με τη χρήση των κατάλληλων εντομοκτόνων (Σταυρακάκης, 2019).

2.10.3.2 Θρίπες



Εικόνα 2.21: Θρίπας της Καλιφόρνιας (πηγή: <https://www.kalliergo.gr/exthroi-asthenies-fyton/thripas-tis-kalifornias/>)

Τα *Thysanoptera* της οικογένειας Thripidae είναι από τα σημαντικά έντομα που προσβάλλουν τις καλλιέργειες της αμπέλου. Ιδιαίτερα ο θρίπας της Καλιφόρνιας (*Frankliniella occidentalis*) που έχει μέγεθος περίπου 1mm (Εικόνα 2.21) δημιουργεί εσχάρσεις, στίγματα και σχισμές στα σταφύλια που επιφέρουν ζημιές στην ποιότητα κάποιων ποικιλιών της αμπέλου και ταυτόχρονα παραμορφώνουν τα φύλλα.

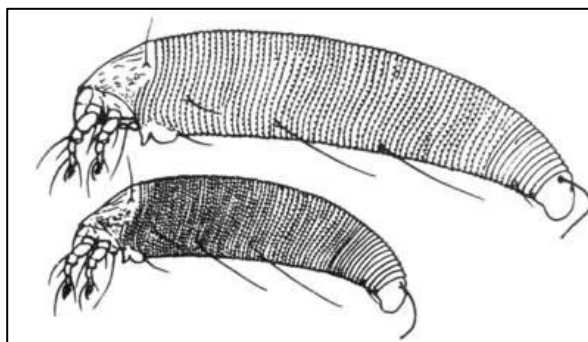
Η καταπολέμηση των εντόμων μπορεί να γίνει με τη χρήση καλλιεργητικών μέτρων, όπως η καταπολέμηση των ζιζανίων και τα χλωρά κλάδεμα των αμπελιών και με τη χρήση βιολογικών μέτρων, όπως η ανάπτυξη του πληθυσμού των αρπακτικών ειδών του γένους

Orius spp. Επίσης, σημαντικό μέτρο είναι και η χρήση των κατάλληλων εντομοκτόνων (Σταυρακάκης, 2019).

2.10.3.3 Ερίνωση της αμπέλου



Εικόνα 2.22: Ερίνωση σε φύλλο αμπελιού (πηγή: <https://www.kalliergo.gr/exthroï-asthenies-fyton/erinosi/>)



Εικόνα 2.23: Άκαρι *Colomerus vitis* (πηγή: <https://www.kalliergo.gr/exthroï-asthenies-fyton/erinosi/>)

Η ερίνωση της αμπέλου προκαλείται από το άκαρι *Colomerus vitis* (syn. *Eriophyes vitis*, Eriophyidae) το οποίο έχει 3 φυλές (Εικόνα 2.22 και Εικόνα 2.23). Η 1^η φυλή προκαλεί την τυπική ερίνωση, η 2^η φυλή είναι η πιο καταστροφική και πλήττει τους οφθαλμούς και η 3^η φυλή συστρέφει τα φύλλα της αμπέλου.

Από τους προσβεβλημένους οφθαλμούς εκφύονται βλαστοί με μεγάλη τεθλασμένη ανάπτυξη, μικρή ζωηρότητα, μικροφυλλία και βραχυγονάτωση με συνέπεια την ελάττωση της παραγωγής.

Η αντιμετώπισή του γίνεται με το θειάφισμα ή με κατάλληλα χημικά σκευάσματα (Κούσουλας, 2002).

2.11 Συγκομιδή - Τρύγος

Ο βασικότερος παράγοντας ο οποίος καθορίζει το χρόνο έναρξης του τρύγου (Εικόνα 2.24) είναι ο βαθμός ωριμότητας των σταφυλιών. Επιπλέον παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την όλη διαδικασία είναι η επιλογή μεθόδου του τρύγου, η μεταφορά των σταφυλιών, ο καθορισμός του εργατικού δυναμικού κ.ά. Επίσης, ρόλο παίζουν η ποικιλία και η ηλικία της αμπέλου, το υποκείμενο, το κλίμα, το έδαφος, οι καιρικές συνθήκες, οι ασθένειες, οι αποστάσεις φύτευσης και οι καλλιεργητικές τεχνικές. Ο τρύγος διακρίνεται στον παραδοσιακό (χειρωνακτικά) και στον μηχανικό (Σταυρακάκης, 2019; Σουφλερός, 2000).



Εικόνα 2.24: Συγκομιδή-τρύγος σταφυλιών (πηγή: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/kalliergitikes-praktikes/item/2144-trygos-tis-ampelou-diadikasies-kai-kindynoi-tis-epoxis-syggomidis>)

Η φυσιολογική ωρίμανση (ωριμότητα) των σταφυλιών θεωρείται το στάδιο κατά το οποίο τα γίγαρτα εντός των ραγών έχουν αποκτήσει την ικανότητα να βλαστήσουν κάτω υπό ευνοϊκές συνθήκες. Στη φυσιολογική ωρίμανση οι ράγες δεν έχουν αναπτύξει τους αναγκαίους χαρακτήρες ποιότητας ώστε να γίνει ο τρύγος. Το στάδιο ωριμότητας των σταφυλιών κατά το οποίο η περιεκτικότητα των ραγών σε σάκχαρα λαμβάνει την μέγιστη τιμή συνιστά την εμπορική (βιομηχανική) ωρίμανση. Στις ποικιλίες οινοποιίας η φυσιολογική ωρίμανση των σταφυλιών είναι περισσότερο πολύπλοκο λόγω του συνδυασμού των χαρακτήρων ποιότητας για την παραγωγή συγκεκριμένων τύπων οίνων. Η χημική σύνθεση των γιγάρτων, των ραγών και του βοστρύχου είναι εξαιρετικά σημαντική για την παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας, σε αντίθεση με τους μορφολογικούς χαρακτήρες που είναι δευτερεύουσας σημασίας. Συνεπώς, τα στάδια ωρίμανσης όπως προσδιορίζονται από την φυσιολογική ή την εμπορική ωριμότητα των σταφυλιών δεν είναι συχνά επαρκή για τον προσδιορισμό του χρόνου του τρύγου (κυρίως στις πολυδυναμικές ποικιλίες οινοποιίας). Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται το στάδιο ωρίμανσης το οποίο προσδιορίζεται από τους τεχνολογικούς χαρακτήρες (τεχνολογική ωρίμανση) των ραγών. Με τον όρο τεχνολογική ωρίμανση ορίζουμε τα διαδοχικά στάδια των σταφυλιών κατά τα οποία οι επιμέρους χαρακτήρες ποιότητας όπως προσδιορίζονται από τη χημική σύσταση των ραγών λαμβάνουν τις επιθυμητές τιμές για την παραγωγή διαφορετικών τύπων οίνων ποιότητας (Σταυρακάκης, 2019).

Κεφάλαιο 3: Θερμοκήπιο

3.1 Ιστορική αναδρομή

Θερμοκήπιο είναι μια κατασκευή η οποία καλύπτεται με διαφανές υλικό, συνήθως από γυαλί ή πλαστικό, ώστε να είναι δυνατή η είσοδος φυσικού φωτισμού που είναι απαραίτητος στην ανάπτυξη των φυτών. Σκοπός είναι να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για την παραγωγή φυτών, καθώς και η προστασία τους από δυσμενείς καιρικές συνθήκες (Εικόνα 3,1) (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).



Εικόνα 3.1: Υαλόφρακτο θερμοκήπιο (πηγή: <https://www.gaiasergon.gr/services/climate-management/cooling/>)

Οι πρώτες αναφορές για καλλιέργεια φυτών σε κλειστό ή στεγασμένο χώρο εμφανίζονται στους Έλληνες συγγραφείς του 5^{ου} π.χ. αιώνα. Ο Πλάτωνας αναφέρεται σε κείμενά του σε φυτά που αναπτύσσονται με ταχύ ρυθμό σε ειδικούς χώρους που τους χαρακτηρίζει ως «Κήπους του Άδωνη». Ο Θεόφραστος, επίσης, αναφέρθηκε στην καλλιέργεια φυτών εκτός εποχής χρησιμοποιώντας διάφορα δοχεία, τα οποία στην βάση τους περιείχαν κοπριά. Από τον 1^ο αιώνα μ.Χ. οι Ρωμαίοι καλλιεργούσαν κηπευτικά σε θερμοκήπια απλής κατασκευής και θερμοσπορεία (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Το 13^ο αιώνα κατασκευάστηκαν θερμοκήπια στην Ιταλία για να εγκαταστήσουν τα εξωτικά φυτά που έφερναν πίσω οι εξερευνητές από τα ταξίδια τους. Οι κατασκευές αυτές ονομάστηκαν τότε «Βοτανικοί Κήποι». Στην Ευρώπη η εξάπλωση των θερμοκηπίων για την καλλιέργεια λαχανοκομικών και καλλωπιστικών φυτών και η εξέλιξη του σύγχρονου θερμοκηπίου ξεκίνησε από τον 17^ο αιώνα. Το 18^ο αιώνα είχε πλήρως αναγνωριστεί η αξία του καλού φωτισμού που προσφέρει το θερμοκήπιο στην καλή ανάπτυξη των φυτών και άρχισε σταδιακά να λαμβάνεται υπόψη στο κατασκευαστικό σχεδιασμό του θερμοκηπίου.

Το 1819 χρησιμοποιήθηκε ο πρώτος αυτόματος μηχανικός θερμοστάτης για τον εξαερισμό του θερμοκηπίου, ενώ τον 20^ο αιώνα υπήρχε πολύ μεγάλη εξέλιξη στο σχεδιασμό, στα υλικά κατασκευής, αλλά και τον εξοπλισμό και τους αυτοματισμούς του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

3.2 Θερμοκήπια στην Ελλάδα

Οι πρώτες εγκαταστάσεις θερμοκηπίων άρχισαν να κατασκευάζονται στην Ελλάδα σταδιακά από το 1955. Τα θερμοκήπια που προορίζονταν για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών στην Πελοπόννησο ήταν υαλόφρακτα. Σπουδαίο ρόλο στην εξάπλωσή τους είχε η χρήση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων, καθώς ήταν ένα πιο οικονομικό υλικό σε σχέση με το γυαλί. Αυτό επέτρεπε στους καλλιεργητές να μπορούν να κατασκευάσουν μόνοι τους τα θερμοκήπια και να αυξήσουν έτσι την παραγωγή των κηπευτικών (Μαυρογιαννόπουλος, 2005; Δασκαλάκη κ.ά., 2013).

Στην Κρήτη, την Πελοπόννησο και τα νησιά του Αιγαίου συγκεντρώνεται το 65% των θερμοκηπίων της χώρας, καθώς είναι περιοχές χωρίς υπερβολικά ψυχρό χειμώνα και με υψηλή ένταση ηλιακή ακτινοβολίας. Οι θερμοκηπιακές εκτάσεις της Κρήτης καταλαμβάνουν το 40% των εκτάσεων της Ελλάδας (Μαυρογιαννόπουλος, 2005; Δασκαλάκη κ.ά., 2013).

3.3 Θερμοκήπιο

Το περιβάλλον μέσα στο θερμοκήπιο μπορεί να ελέγχεται με τον κατάλληλα εγκαταστημένο εξοπλισμό για την ιδανικότερη διαμόρφωση των συνθηκών για την ανάπτυξη των φυτών. Όσο καλύτερη είναι η ρύθμιση στο περιβάλλον του θερμοκηπίου τόσο αυξάνεται η παραγωγή των φυτών, λόγω βελτίωσης των συνθηκών. Στα φυτά που αναπτύσσονται εντός θερμοκηπίου αποφεύγονται ζημιές από βροχή, αέρα, χαλάζι και χιόνι και ανάλογα με τον εξοπλισμό τους είναι δυνατή η ρύθμιση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης, μειώνεται σημαντικά ο κίνδυνος προσβολής από ασθένειες και έντομα στα φυτά.

Η ακρίβεια με την οποία ρυθμίζεται το περιβάλλον που αναπτύσσονται τα φυτά μέσα στο θερμοκήπιο εξαρτάται από:

- την σωστή κατασκευή του θερμοκηπίου
- το κατάλληλο εξοπλισμό και
- την ικανότητα του καλλιεργητή να διαχειρίζεται την θερμοκηπιακή εγκατάσταση.

3.3.1 Υλικά κατασκευής

Ο σκελετός του θερμοκηπίου μπορεί να κατασκευαστεί από διάφορα υλικά. Τα πιο γνωστά και συνηθέστερα υλικά είναι το ξύλο, ο χάλυβας και το αλουμίνιο. Η επιλογή ενός υλικού εξαρτάται από το επιθυμητό πλάτος της κατασκευής, τον εξοπλισμό που παρέχει ο κατασκευαστής, την διάρκεια της κατασκευής και το κόστος των υλικών (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Ξύλο

Το ξύλο χρησιμοποιείται συνήθως για το σκελετό θερμοκηπίων με μικρό ελεύθερο πλάτος κατασκευαστικής μονάδας (κάτω από 6 μέτρα) (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Πλεονεκτήματα που προσφέρει το ξύλο ως υλικό κατασκευής (Μαυρογιαννόπουλος, 2017):

- έχει σχετικά μικρό κόστος
- δεν δημιουργεί σημαντικές φθορές στο πλαστικό
- δεν υπερθερμαίνεται, όπως το μέταλλο
- μπορεί να κατασκευαστεί ένα φθινό θερμοκήπιο από τον ίδιο τον καλλιεργητή με απλό εξοπλισμό

Έχει όμως και σημαντικά μειονεκτήματα: (Μαυρογιαννόπουλος, 2017):

- είναι εύφλεκτο
- έχει μικρότερη μηχανική αντοχή σε σχέση με άλλα υλικά κατασκευή, επομένως απαιτεί μεγαλύτερες διατομές ξύλου
- πιθανή μεταβολή του σχήματός του από την υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου
- προσβάλλεται εύκολα από βιολογικούς εχθρούς, όπως έντομα, βακτήρια και μύκητες
- δεν είναι εύκολη η κατασκευή στεγανών παραθύρων οροφής.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται πολύ η καστανιά για την κατασκευή των στύλων, καθώς έχει την ιδιότητα να αντέχει στην σήψη. Χρησιμοποιούνται ακόμη εμποτισμένο ξύλο κυπαρισσιού και ξύλο ελάτου. Για την κατασκευή του υπόλοιπου σκελετού χρησιμοποιείται συνήθως ξύλο κυπαρισσιού και πεύκου (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Χάλυβας

Χάλυβας ονομάζεται ένα μεγάλος αριθμός κραμάτων, τα οποία αποτελούνται κυρίως από σίδηρο που περιέχει άνθρακα. Υπάρχουν θερμοκήπια που είναι εξ' ολοκλήρου

κατασκευασμένα από χάλυβα και θερμοκήπια που είναι μόνο ο σκελετός τους, ενώ τα υπόλοιπα με άλλα υλικά κατασκευής. Ο χάλυβας χρησιμοποιείται, λόγω της υψηλής αντοχής του, με μικρές διατομές για δεδομένο φορτίο (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Κύρια πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ο χάλυβας είναι:

- καλές μηχανικές ιδιότητες
- υψηλή αντοχή σε οποιοδήποτε είδος καταπόνησης
- ανθεκτικότητα στην φωτιά
- μεγάλη διάρκεια ζωής
- μεγάλη ελαστικότητα, που επιτρέπει στο υλικό να διαμορφώνεται σε διάφορα σχήματα.

Το κυριότερο και πιο σύνηθες πρόβλημα με τον χάλυβα, είναι η προστασία από την επιφανειακή οξείδωση, όπου την ευνοούν οι συνθήκες του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Αλουμίνιο

Το αλουμίνιο χρησιμοποιείται κυρίως στις εγκαταστάσεις για την κατασκευή των υδρορροών και ιδιαίτερα στην κατασκευή των λεπτών σκελετικών στοιχείων τα οποία φέρουν τα τζάμια (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Κάποια από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το αλουμίνιο είναι τα εξής:

- είναι ανθεκτικό στην επιφανειακή διάβρωση και δεν χρειάζεται, σχεδόν καθόλου, συντήρηση
- οι διατομές των διάφορων στοιχείων είναι μικρότερες που αν συνδυαστεί με το μικρό ειδικό βάρος, δίνει μικρού βάρους κατασκευή. Άρα η κατασκευή γίνεται με μικρότερης διατομής στοιχεία. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια μειωμένη σκίαση του θερμοκηπίου καθώς και την επίτευξη μεγαλύτερων ανοιγμάτων από στύλο σε στύλο
- προσφέρεται για την κατασκευή των ανοιγμάτων εξαερισμού, ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα λειτουργίας και στεγνότητας κ.ά.

Το αλουμίνιο σε μεγάλα θερμοκήπια, θα πρέπει να έχει ειδική προστασία ώστε να αποφεύγεται η ηλεκτρολυτική διάβρωση. Το αλουμίνιο διαβρώνεται επίσης μέσα στο σκυρόδεμα (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

3.3.2 Υλικά κάλυψης

Η ποσότητα και η ποιότητα του φωτός που εισέρχεται στον χώρο των φυτών επηρεάζεται από το διαφανές υλικό κάλυψης του θερμοκηπίου. Το κάλυμμα του θερμοκηπίου πρέπει να επιτρέπει να διέρχονται όλα τα μήκη κύματος του φωτός που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Υαλοπίνακες

Το γυαλί ένα ανόργανο προϊόν τήξης, όπου έχει ψυχθεί και στερεοποιηθεί χωρίς κρυστάλλωση. Το γυαλί είναι σκληρό, εύθραυστο και διαφανές με υψηλή διαπερατότητα στο φως. Δεν μεταβάλλει επίσης, τις οπτικές του ιδιότητες όσο χρόνος και να περάσει. Είναι ανθεκτικό στις χημικές επιδράσεις και είναι και ανακυκλώσιμο υλικό. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του υαλοπίνακα ως υλικού κάλυψης είναι η διαφάνειά του και η διατήρηση αυτής της ιδιότητας με την πάροδο του χρόνου. Η πιθανή μείωση της φωτεινότητας του γυαλιού με το χρόνο οφείλεται στις ακαθαρσίες, που φυσικά είναι δυνατό να απομακρυνθούν (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Επειδή ο υαλοπίνακας έχει υψηλό ειδικό βάρος και επιπλέον είναι άκαμπτος και εύθραυστος, το θερμοκήπιο απαιτεί σκελετό αντοχής και ακαμψίας, ώστε να μην υπάρχουν παραμορφώσεις. Με τους υαλοπίνακες επιτυγχάνεται καλή στεγανότητα στο νερό και τον αέρα. Το συγκεκριμένο υλικό κάλυψης έχει ένα σημαντικά υψηλότερο κόστος κατασκευής, συγκριτικά με το σκελετό των θερμοκηπίων με διαφορετικό υλικό κάλυψης (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Πλαστικά υλικά

Τα πλαστικά υλικά είναι συνθετικά πολυμερή υλικά που αποτελούνται από τεράστια μόρια, με χιλιάδες άτομα στην σύνθεσή τους. Τα πλαστικά έχουν ανθεκτικότητα στην ατμοσφαιρική διάβρωση, χαμηλή σχετικά πυκνότητα, είναι μαλακά και εύκαμπτα στις συνηθισμένες θερμοκρασίες, αλλά ελάχιστα χρήσιμα σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 100°C (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

Τα πλαστικά που χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια είναι κυρίως το φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φύλλο EVA, το φύλλο πολυβινυλοχλωριδίου (PVC), το φύλλο πολυβινυλοφθοριδίου (PVF), ο πολυεστέρας, η σελλουλόζη και το ETFE. Το φύλλο πολυαιθυλενίου είναι το περισσότερο διαδεδομένο. Τα συγκεκριμένα υλικά κάλυψης του θερμοκηπίου λόγω του μικρού βάρους και της σχετικά χαμηλής τιμής, της εύκολης προσαρμογής στον σκελετό του θερμοκηπίου και της δυνατότητας να χρησιμοποιηθεί

ελαφρύτερος σκελετός πλεονεκτούν σε σχέση με άλλα υλικά κάλυψης. Η διάρκεια της χρήσης των περισσότερων πλαστικών φύλλων είναι σχετικά μικρή και χρειάζεται να αντικατασταθεί το κάλυμμα αρκετές φορές κατά την διάρκεια ζωής του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2017).

3.4 Υδροπονία

Υδροπονία ή καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους ονομάζεται η μέθοδος καλλιέργειας φυτών των οποίων το ριζικό σύστημα δεν αναπτύσσεται σε έδαφος αλλά σε κάποιο άλλο είδος υποστρώματος (Εικόνα 3.2). Υπόστρωμα θεωρείται κάθε πορώδες υλικό εκτός του χώματος και έχει την ικανότητα να συγκρατεί νερό και αέρα. Τα υποστρώματα συμβάλουν στη στήριξη των φυτών και στην παροχή νερού και οξυγόνου στην ρίζα (Σάββας, 2011; ΙΓΕ, 2014).

Τα περισσότερα υποστρώματα συμπεριφέρονται χημικώς ως αδρανή υλικά, δεδομένου ότι πρακτικά δεν αποδίδουν ούτε δεσμεύουν ήδη υπάρχοντα στο θρεπτικό διάλυμα ιόντα. Φυσικά προϊόντα, όπως ο περλίτης ή ο πετροβάμβακας χρησιμοποιούνται αντί για έδαφος. Οι καλλιέργειες τροφοδοτούνται με νερό και θρεπτικά στοιχεία μέσω του υδροπονικού συστήματος, όπου είναι απαραίτητα για την σωστή ανάπτυξη και απόδοση των φυτών (Σάββας, 2011; ΙΓΕ, 2014).



Εικόνα 3.2: Υδροπονική καλλιέργεια αμπέλου σε θερμοκήπιο (πηγή: <https://agravia.gr/taxnikes-udroponikis-kaliergias-abelou/>)

Η εφαρμογή της υδροπονικής καλλιέργειας βασίζεται στην χρήση ενός ολοκληρωμένου συστήματος υδροπονίας. Για την παρασκευή και τον έλεγχο του θρεπτικού διαλύματος χρησιμοποιείται ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής με το κατάλληλο λογισμικό που ελέγχει

την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων, την ροή του νερού και το χρονικό διάστημα, ένα πεχάμετρο και ένα αγωγιμόμετρο, καθώς και μια σειρά δεξαμενών και δοσομετρικών αντλιών. Το σύστημα της υδρολίπανσης αποτελείται από μία αντλία και μία σειρά ηλεκτροβανών. Χρησιμοποιούνται επίσης αγωγοί παροχής του θρεπτικού διαλύματος καθώς και σταλάκτες (ΙΓΕ, 2014).

Το υπόστρωμα ριζοβολίας των φυτών παρέχει στήριξη στα φυτά αλλά και τις κατάλληλες συνθήκες (αερισμός, θρεπτικά στοιχεία μέσω του θρεπτικού διαλύματος) για την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Την στήριξη των φυτών στην περίπτωση απουσίας υποστρώματος παρέχει το ίδιο το σύστημα παροχής κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος όταν το ύψος του φυτού είναι χαμηλό, είτε με υποστήριξη της καλλιέργειας, όπως το δέσιμο των φυτών όταν το ύψος είναι μεγαλύτερο (ΙΓΕ, 2014).

Τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία ενός ιδανικού υδροπονικού υποστρώματος είναι:

- η σταθερή τιμή του pH
- η μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού
- η καλή κατανομή νερού-αέρα
- η απουσία παθογόνων μικροοργανισμών και τοξικών στοιχείων
- να είναι ασυμπίεστο
- να είναι χημικά αδρανές
- η ομοιόμορφη σύσταση, στην εμφάνιση και στην συμπεριφορά και από άποψη θρέψης
- η εύκολη χρήση και οι καλλιεργητικοί χειρισμοί και
- να έχει σχετικά χαμηλό κόστος

Τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα είναι: ο πετροβάμβακας, η κοκοτύρφη, ο περλίτης και η ελαφρόπετρα (ΙΓΕ, 2014).

3.5 Ανοιχτά και κλειστά συστήματα

Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδροπονικών συστημάτων, κυρίως όμως χωρίζονται σε ανοιχτά και κλειστά συστήματα.

Ανοιχτά συστήματα

Αυτά τα συστήματα είναι από τα πρώτα και πιο απλά που εξελίχθηκαν. Είναι αρκετά διαδεδομένα και έχουν λιγότερες απαιτήσεις. Στο ανοιχτό υδροπονικό σύστημα η περίσσεια του νερού και το μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει ως πλεονάζον από το χώρο

των ριζών δεν συλλέγεται αλλά απορρίπτεται και αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον (Venter, 2017).

Κλειστά συστήματα

Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα οι απορροές του νερού και των θρεπτικών στοιχείων συλλέγονται και αφού ελεγχθούν επαναχρησιμοποιούνται. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση σε νερό και θρεπτικά. Το συγκεκριμένο σύστημα απαιτεί, τακτικό έλεγχο της περιεκτικότητας των θρεπτικών στοιχείων αλλά και αντικατάσταση του διαλύματος μετά από κάποιο χρονικό διάστημα καθώς υπάρχει μεγάλος κίνδυνος αλλαγής της σύνθεσής του, αλλά και της συσσώρευσης αλάτων (Venter, 2017).

Τα κλειστά υδροπονικά συστήματα είναι πιο ευαίσθητα, καθώς ένα βασικό μειονέκτημά τους είναι η πιθανή μετάδοση παθογόνων μικροοργανισμών σε όλα τα φυτά τα της καλλιέργειας (ΠΓΕ, 2014).

Κεφάλαιο 4: Οινολάσπη

4.1 Γενικά

Η καλλιέργεια σταφυλιών είναι μια από τις κύριες αγροοικονομικές δραστηριότητες στον κόσμο με περισσότερους από 60 εκατομμύρια τόνους παραγωγής παγκοσμίως κάθε χρόνο. Η παραγωγή κατευθύνεται κυρίως στην νωπή κατανάλωση σταφίδες, χυμοί, επιτραπέζια φρούτα) και στη διαδικασία της οινοποίησης, καθώς το κρασί είναι ένα από τα αλκοολούχα ποτά με την μεγαλύτερη κατανάλωση παγκοσμίως. Η παραγωγή οίνου συνεπάγεται την δημιουργία τεράστιων ποσοτήτων υποπροϊόντων που το είδος τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις διαδικασίες της οινοποίησης, οι οποίες επηρεάζουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες του υπολειμματικού υλικού και τα χαρακτηριστικά του.

Τα απόβλητα διακρίνονται σε στερεά, στα οποία περιλαμβάνονται τα στέμφυλα και κάποια διηθητικά μέσα και στα υγρά, που αποτελούνται από οινολάσπη και νερό που καθιζάνουν στον πυθμένα των δεξαμενών ψύξης. Η οινολάσπη και τα στέμφυλα θεωρούνται πηγές βιοδραστικών ενώσεων με αντιοξειδωτική δράση, όπως για παράδειγμα οι φαινόλες, με την οινολάσπη να είναι από τα πιο αναξιοποίητα υποπροϊόντα της οινοποιίας (Jara-Palacios, 2019; Teixeira *et al.*, 2014).

Ως οινολάσπη ορίζεται η λασπώδης υποστάθμη που καθιζάνει μετά τη ζύμωση των κρασιών στον πυθμένα των δεξαμενών και των βαρελιών (Εικόνα 4.1) (Καρδούλης, 2003).



Εικόνα 4.1: Οινολάσπη (Φωτογραφία: Βασιλική Σαπλαούρα)

4.2 Νομοθεσία

Σύμφωνα με τον Κανονισμό της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (ΕΚ) με αριθμό 1493/1999 για την κοινή οργάνωση της αμπελοοινικής αγοράς στο παράρτημα Ι (ορισμοί των προϊόντων) θέση 20, ως οινολάσπη, ορίζεται *«το υπόλειμμα το οποίο καθιζάνει εντός των δοχείων που περιέχουν οίνο μετά τη ζύμωση ή κατά την αποθήκευση ή μετά από επιτρεπόμενη επεξεργασία, καθώς και το υπόλειμμα που λαμβάνεται από τη διήθηση ή τη φυγοκέντρηση του προϊόντος αυτού. Ως οινολάσπη θεωρείται επίσης, το υπόλειμμα που καθιζάνει στα δοχεία που περιέχουν γλεύκος σταφυλιών κατά την αποθήκευση ή μετά από επιτρεπόμενη επεξεργασία ή το υπόλειμμα που λαμβάνεται κατά τη διήθηση ή φυγοκέντρηση του προϊόντος αυτού»* (ΕΚ, 1999).

Με τον Κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) 2019/934 στο άρθρο 14 που αφορά την απόρριψη των υποπροϊόντων *«οι παραγωγοί υποχρεούνται να αποσύρουν τα υποπροϊόντα της οиноποίησης ή κάθε άλλης μεταποίησης σταφυλιών υπό την εποπτεία των αρμόδιων αρχών του κράτους μέλους»*. Επίσης, *«οι παραγωγοί δύνανται να εκπληρώσουν την υποχρέωση της απόρριψης του συνόλου ή μέρους των υποπροϊόντων της οиноποίησης, ή κάθε άλλης μεταποίησης σταφυλιών παραδίδοντας τα υποπροϊόντα για απόσταξη»* (ΚΕΕ, 2019).

Με τον Κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) με αριθμό 1308/2013 για τη θέσπιση κοινής οργάνωσης των αγορών γεωργικών προϊόντων στο παράρτημα VIII που αφορά τις οινολογικές πρακτικές και τους περιορισμούς που πρέπει να υφίστανται τα υποπροϊόντα είναι ότι *«από οινολάσπη ή στέμφυλα σταφυλιών δεν παράγεται οίνος ούτε άλλο ποτό προοριζόμενο για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο, εκτός από αλκοόλη, αποστάγματα και δευτερία οίνου»*. Επίσης, *«απαγορεύονται η πίεση οινολάσπης και η αναζύμωση στεμφύλων σταφυλιών για άλλους σκοπούς εκτός από την απόσταξη και την παραγωγή δευτερία οίνου»* (ΚΕΕ, 2013).

Οι Κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποκτούν αυτομάτως δεσμευτικό χαρακτήρα σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση από την ημερομηνία έναρξης ισχύος τους, οι οποίοι έχουν ενσωματωθεί στην εθνική νομοθεσία της Ελλάδος ως κράτος μέλος της.

4.3 Σύσταση οινολάσπης

Η οινολάσπη συγκροτείται από το στερεό και το υγρό μέρος. Το υγρό μέρος αποτελείται κυρίως από οίνο και περιέχει αιθανόλη και οργανικά οξέα, όπως το οξικό οξύ και το γαλακτικό. Ενώ το στερεό δημιουργείται από τον συνδυασμό ανόργανων αλάτων, πρωτεϊνών, φαινολικών ενώσεων, ζυμομυκήτων, οργανικών οξέων (τρυγικά οξέα) και

αδιάλυτους υδατάνθρακες (κυτταρίνη) και από τμήματα των σταφυλιών, όπως γίγαρτα, σπέρματα και τον φλοιό του καρπού. Τα βασικά χαρακτηριστικά της είναι το οξυγόνο που είναι πάνω από 30.000mg/L, το όξινο pH (μεταξύ 3 και 6), τα επίπεδα καλίου που είναι περίπου στα 2500mg/L και οι φαινολικές ενώσεις σε ποσότητες έως 1000mg/L (Jara-Palacios, 2019; Perez-Bibbins *et al.*, 2015; Teixeira *et al.*, 2014).

Οι οινολάσπες διακρίνονται ανάλογα με το στάδιο της οينوποίησης, σε πρώτη και δεύτερης ζύμωσης, που σχηματίζονται κατά την αλκοολική και μηλογαλακτική ζύμωση και οινολάσπες παλαίωσης που σχηματίζονται κατά την παλαίωση του κρασιού σε ξύλινα βαρέλια. Άλλος ένα τρόπος ταξινόμησής τους είναι με βάση το μέγεθος των σωματιδίων τους σε βαριές (heavy lees) και ελαφριές (light lees) οινολάσπες. Στις βαριές οινολάσπες, τα σωματίδια κατακάθονται εντός 24 ωρών και το μέγεθός τους κυμαίνεται μεταξύ 100μm έως 2mm, ενώ στις ελαφριές τα σωματίδια παραμένουν αιωρούμενα για 24 ώρες, μετά την μετακίνηση του οίνου, με το μέγεθός τους να κυμαίνεται μεταξύ 1 και 24μm (Jara-Palacios, 2019; Delteil, 2002).

Η ποσότητα της οινολάσπης μπορεί να φτάσει στο 6% της συνολικής παραγόμενης ποσότητας του οίνου και στον παρακάτω Πίνακα 4.1 παρουσιάζεται η σύνθεση της οινολάσπης προερχόμενη από ερυθρή οينوποίηση (Zhihui *et al.*, 2008).

Πίνακας 4.1: Σύνθεση οινολάσπης από ερυθρή οينوποίηση (Zhihui *et al.*, 2008)

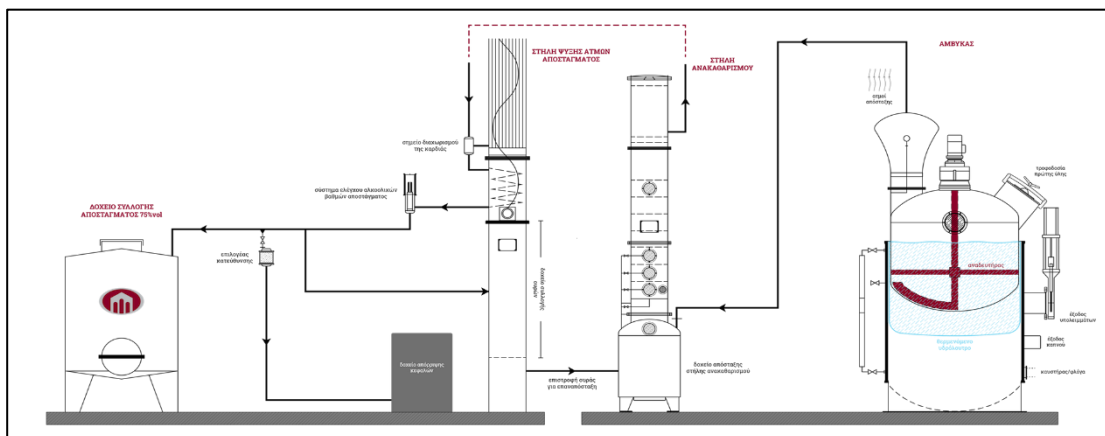
Στοιχεία	Οινολάσπη
Συνολικοί υδατάνθρακες (% w/w)	5,6
Ινώδεις ουσίες (% w/w)	-
Τέφρα (% w/w)	-
Άζωτο (mg/L)	41,3
Αμμωνιακό άζωτο (mg/L)	31,8
Συνολικός φώσφορος (g/L)	48,5
Συνολικά στερεά (g/L)	85,0 χρώματα
COD (g/L)	102,6
BOD (g/L)	70,3

4.4 Απόσταγμα από οινολάσπη

Η οινολάσπη περιέχει κάποιο ποσοστό οίνου, ο οποίος διαχωρίζεται από το στερεό συστατικό της οινολάσπης μέσω διήθησης ή φυγοκέντρωσης. Από αυτή απομακρύνονται τα

τρυγικά άλατα, οι διάφορες στερεές ουσίες και τα γίγαρτα. Το έλαιο των γιγάρτων το οποίο παραμένει, κατά την διαδικασία της απόσταξης, διαφοροποιεί την γεύση του αποστάγματος και το άρωμα του.

Το στερεό υπόλειμμα της φυγοκέντρωσης που παραμένει στις διηθητικές συσκευές ξηραίνεται και συμβάλει στην εξαγωγή τρυγικού οξέος ή όξινου τρυγικού οξέος. Οι ξηρές οινολάσπες συνήθως περιέχουν 25 έως 40% τρυγικό οξύ, όπου αραιώνονται με ίσο όγκο νερού και μέσω της απόσταξης λαμβάνεται η αλκοόλη.



Εικόνα 4.2: Αναλυτικό σχέδιο ενός αποσταγματοποιείου (πηγή: <https://lafazanis.gr/apostagmatopoiieio/>)

Ο οίνος στα αποστακτήρια (Εικόνα 4.2) έχει το από ιλύ οίνου απόσταγμα (eau-de-vie de lie) το οποίο δεν συγκρίνεται ποιοτικά με το απόσταγμα υγιούς οίνου (eau-de-vie de vin). Το απόσταγμα από οινολάσπη έχει χαρακτηριστική γαιώδες γεύση και έχει αυξημένη περιεκτικότητα σε εστέρες (Κωνσταντινίδου και Στεφανόπουλος, 1952).

4.5 Απολάσπωση

Η επεξεργασία του γλεύκους πριν από την ζύμωση γίνεται με χημικούς τρόπους, όπως με την θείωση και τον εμπλουτισμό των ζαχάρων που πραγματοποιούνται σε όλες τις οινοποιήσεις, αν και στις λευκές ποικιλίες εφαρμόζεται φυσική επεξεργασία με απολάσπωση ή απομάκρυνσης της υποστάθμης.

Κατά την διαδικασία της οινοποίησης στο στάδιο της απομάκρυνσής τους οι οινολάσπες διακρίνονται σε οινολάσπες απολάσπωσης και οινολάσπες οινοποίησης. Στις λευκές οινοποιήσεις, οι οινολάσπες λαμβάνονται ξεχωριστά ως απόβλητα και περιέχουν υγρά τμήματα σταφυλιών, βλεννώδεις ουσίες, σκόνη, χόμα, τρυγικά άλατα και σύμπλοκα πρωτεϊνών-τανινών. Οι οινολάσπες οινοποίησης απομακρύνονται μετά τη ζύμωση και είναι

πλούσιες σε αιθανόλη, ενώ οι οινολάσπες απολάσπωσης απομακρύνονται πριν τη ζύμωση και περιέχουν φαινολικές ενώσεις, κυτταρίνης και σάκχαρα.

Η οινολάσπη απολάσπωσης αποτελείται από κομμένα στερεά μέρη του σταφυλιού, σκόνη η οποία προσκολλάται σε αυτά, πρωτεϊνικές ενώσεις, πηκτινικές και βλεννώδεις ουσίες κ.ά. Η ωριμότητα και η καλή ποιότητα των σταφυλιών, καθώς και ο τρόπος της μηχανικής επεξεργασίας τους, επηρεάζουν την ποσότητα του ιζήματος που χρειάζεται για να παραλάβουμε το γλεύκος. Μέσω της απολάσπωσης οι οίνοι χαρακτηρίζονται από λεπτό άρωμα, μεγαλύτερη οξύτητα, σταθερότητα στο χρώμα τους (κυρίως υποκίτρινο), είναι πιο ελαφροί και είναι λιγότερο ευαίσθητοι στην οξείδωση.

Διακρίνουμε δύο τρόπους απομάκρυνσης της υποστάθμης, την:

- στατική απολάσπωση
- απολάσπωση με φυγοκέντρηση ή δυναμική απολάσπωση.

Η στατική απολάσπωση χρησιμοποιείται για τις λευκές οινοποιήσεις. Κατά την συγκεκριμένη διαδικασία το γλεύκος παραμένει 12 έως 14 ώρες και ύστερα μεταγγίζεται με άντληση από το πάνω μέρος της δεξαμενής και προοδευτικά προς τα κάτω. Με την ψύξη του γλεύκους μπορεί να διευκολυνθεί η απολάσπωση αναστέλλοντας την αλκοολική ζύμωση.

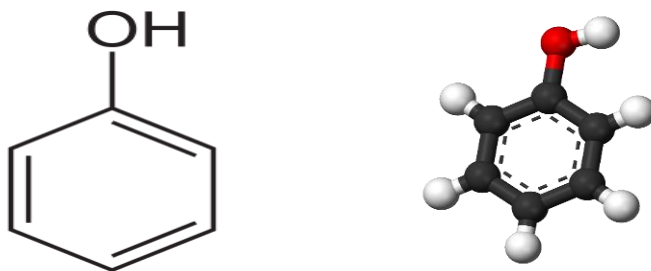
Κατά την δυναμική απολάσπωση γίνεται φυγοκέντρηση του γλεύκους μετά την παραλαβή του ή μετά από απολάσπωση με στατική μέθοδο. Είναι ένας γρήγορος και αποτελεσματικός τρόπος, ωστόσο χάνεται μεγάλο ποσοστό των ζυμών και είναι αρκετά δαπανηρός (Nerantzis and Tetaridis, 2006; Σουφλερός, 2000; Τσακίρης, 2003).

4.6 Φαινολικές ενώσεις στις οινολάσπες

Οι φαινόλες είναι αρωματικές αλκοόλες και ανήκουν στις απλούστερες αρωματικές αλκοόλες, που συνδέεται το υδροξείδιο με αρωματικό δακτύλιο. Στις αλκοόλες ανήκουν οι φαινόλες που έχουν περισσότερους από έναν αρωματικό δακτύλιο, όπως ενώσεις οι οποίες έχουν δυο ή περισσότερα υδροξείδια ενωμένα με τον αρωματικό δακτύλιο, καθώς και ενώσεις με υποκατεστημένο αρωματικό δακτύλιο (Εικόνα 4.3).

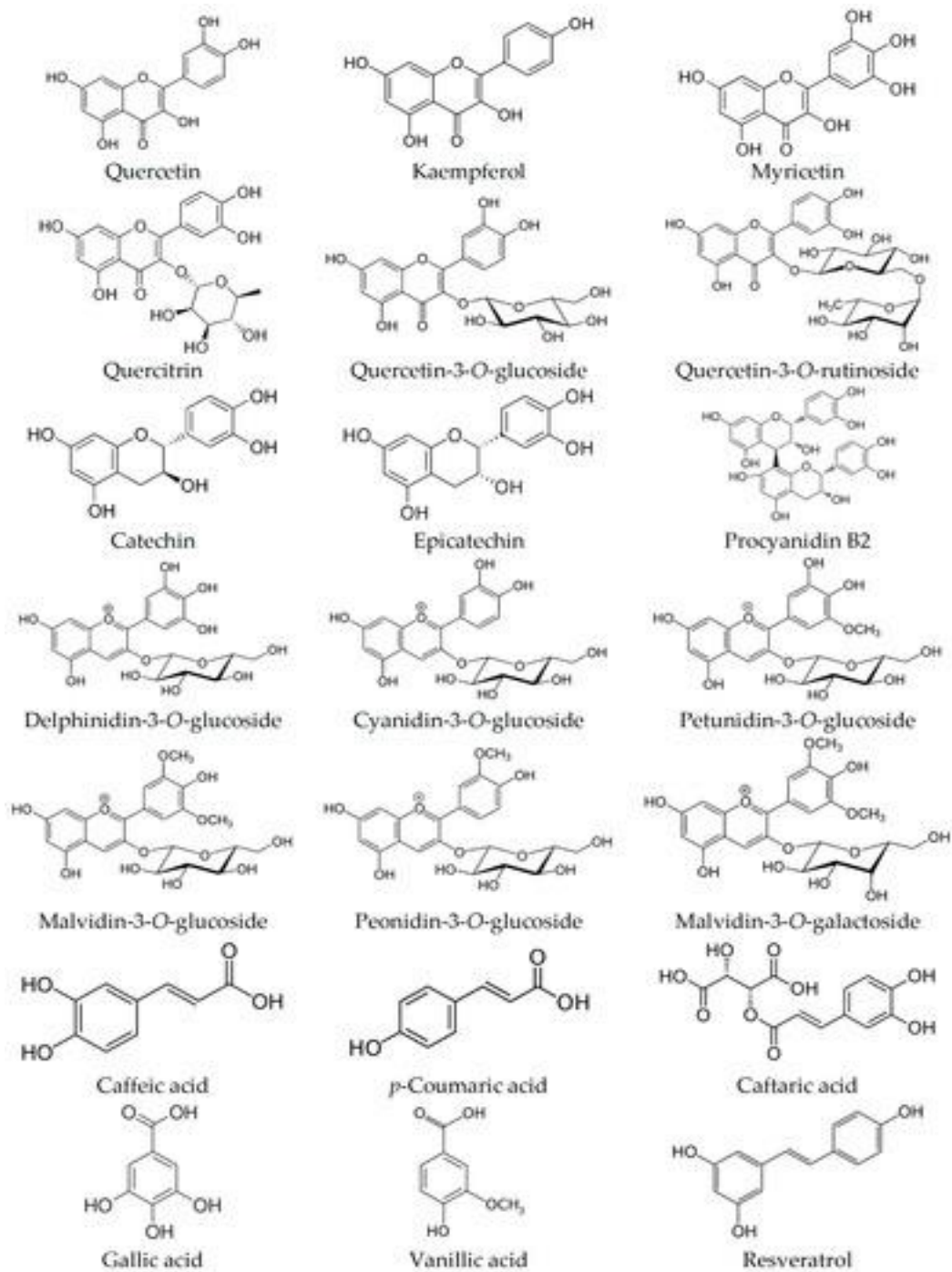
Ανήκουν στα ασθενή οξέα και αντιδρούν με υδατικά διαλύματα βάσεων, έχουν σταθερά ιοντισμού οξέος (pK_a) (προσεγγιστικά) 10 και δημιουργούν άλατα, τα φαινοξείδια, που είναι σταθερά σε υδατικά διαλύματα. Οι περισσότερες φαινόλες δεν διαλύονται στο νερό

άλλα σε βασικά υδατικά διαλύματα, ενώ ταυτόχρονα οξειδώνονται και παράγουν κινόνες οι οποίες δημιουργούνται λόγω της απώλειας ατόμων υδρογόνων (Σπηλιόπουλος κ.ά., 2015).



Εικόνα 4.3: Χημική δομή φαινόλης και σε τρισδιάστατη μορφή (πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/Φαινόλη>)

Κατά την διάρκεια της ζύμωσης (οινοποίηση) οι φαινολικές ενώσεις μεταφέρονται από το αμπέλι στο κρασί, με μεγάλο ποσοστό τους να καταλήγει στα υποπροϊόντα της οινοποίησης, όπως στην οινολάσπη. Λόγω της προσροφητικής ικανότητας του κυτταρικού τοιχώματος της ζύμης οι οινολάσπες συσσωρεύουν το μεγαλύτερο μέρος των φαινολικών ενώσεων, διαδικασία η οποία εξαρτάται από διάφορους παράγοντες της οινοποίησης και τον τύπο των θρυμματισμένων σταφυλιών. Η οινολάσπη είναι μια σημαντική πηγή φλαβονολών, όπως η κουερσιτρίνη, η καμπφερόλη, η μυρικετίνη, η κερκετίνη κ.ά.. Στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 4.4) αποτυπώνονται κάποιες χημικές δομές που ανήκουν στις φαινολικές ενώσεις και περιέχονται στις οινολάσπες (Jara-Palacios, 2019).



Εικόνα 4.4: Χημικές ενώσεις κάποιων φαινολικών ενώσεων που βρίσκονται στις οινολόσπες (πηγή: Jara-Palacios, 2019)

Μέρος Β: Πειραματικό μέρος

Κεφάλαιο 5: Υλικά και μέθοδοι

5.1 Εισαγωγή

Σκοπός του πειράματος ήταν η παρασκευή ενός βιοδραστικού οργανικού κομπόστ από καλλιεργητικά υποπροϊόντα βιολογικής αμπελοκαλλιέργειας, όπως είναι οι κληματίδες, τα φύλλα και οι βλαστοί και από υπολείμματα οινοποιείων, όπως είναι η οινολάσπη και η εφαρμογή του στο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών αμπέλου για την μελέτη της επίδρασής του στην φυσιολογία και την ανάπτυξη των φυτών αυτών τα οποία ήταν καλλιεργημένα σε γλάστρες σε περιβάλλον θερμοκηπίου.

Η ποικιλία αμπέλου που επιλέχθηκε για την διεξαγωγή του πειράματος ήταν η Ντεμπίνα η οποία είναι γηγενής ποικιλία της αμπελοργικής ζώνης της Ηπείρου, όπου καλλιεργείται στην ευρύτερη περιοχή της Ζίτσας Ιωαννίνων.

5.2 Περιγραφή υλικών

5.2.1 Περιγραφή υλικών του θερμοκηπίου

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

1. Αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης 120 L
2. Κάδος κομποστοποίησης JORAFORM
3. Παχύμετρο Digital Caliper 0-150mm INSIZE
4. Μετροταινία
5. Δετικό - συρραπτικό φυτών MAX
6. Θερμόμετρο HANNA HI 145
7. Τεμαχιστής κλαδιών Green Technic BC 60
8. Χλοοκοπτική μηχανή John Deer
9. Πλαίσιο λευκού χρώματος (1,5m x 1m)
10. Χάρτινες σακούλες

5.2.2 Περιγραφή υλικών του εργαστηρίου

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

1. Φούρνος ξήρανσης Memmert
2. Ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας KERN EW
3. Πεχάμετρο - Αγωγιμόμετρο Hanna HI 9811 - 51
4. Οριζόντια πλάκα ανάδευσης GFL Kreis-Schüttler 3005
5. Κωνικές φιάλες γυάλινες των 250ml
6. Ογκομετρικός κύλινδρος γυάλινος των 100 mL
7. Ποτήρι ζέσεως πλαστικό 150 mL
8. Γουδοχέρι πορσελάνης
9. Τρυβλία Petri
10. Διηθητικό χαρτί
11. Ταινία Parafilm

5.3 Μεθοδολογία μετρήσεων στο κομπόστ

5.3.1 Προσδιορισμός pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC)

Για τον προσδιορισμό του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) τα δείγματα κομπόστ που λήφθηκαν από τα αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης και από τον κάδο κομποστοποίησης, τοποθετήθηκαν σε αλουμινένια σκεύη 675mL (Εικόνα 5.1), όπου ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν στο φούρνο Memmert (Εικόνα 5.2) σε θερμοκρασία 80°C για 2 ημέρες. Με τη ζυγαριά ακριβείας KERN EW μετρήθηκαν 10g ξηρού δείγματος από κάθε δείγμα που συνθλίφτηκαν ελαφρώς σε πλαστικό ποτήρι ζέσεως των 150mL με πορσελάνινο γουδοχέρι (Εικόνα 5.3 και 5.4). Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε κωνικές φιάλες των 250mL που περιείχαν 50mL απιονισμένου νερού (Εικόνα 5.5) και τοποθετήθηκαν σε οριζόντια πλάκα ανάδευσης GFL Kreis-Schüttler 3005 για 1 ώρα, ώστε να γίνει η ομογενοποίηση τους (Εικόνα 5.6). Τα τελικά δείγματα προς μέτρηση είχαν τη μορφή πάστας και σε αυτά μετρήθηκαν το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) με το όργανο μέτρησης Hanna HI 9811 - 51 (Εικόνα 5.7 και 5.8).



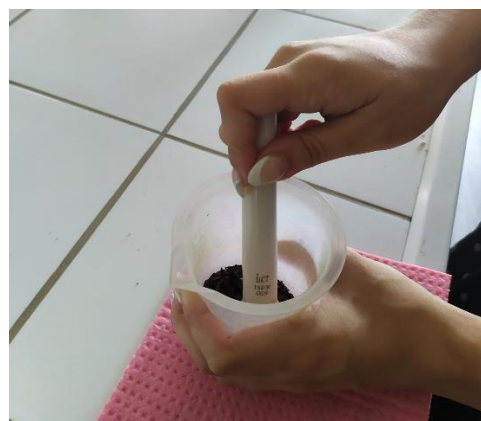
Εικόνα 5.1: Αλουμινένια σκεύη 675 mL



Εικόνα 5.2: Φούρνος ξήρασης Memmert



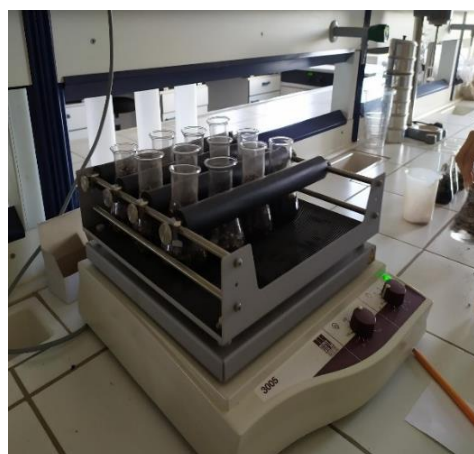
Εικόνα 5.3: Ζύγιση κομπόστ σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας KERN EW



Εικόνα 5.4: Σύνθλιψη κομπόστ με γουδοχέρι



Εικόνα 5.5: Εισαγωγή κομπόστ σε κωνική φιάλη των 250 ml με 50ml απιονισμένου νερού



Εικόνα 5.6: Ομογενοποίηση δειγμάτων σε οριζόντια πλάκα ανάδευσης GFL Kreis-Schüttler 3005



Εικόνα 5.7: Μέτρηση pH και EC



Εικόνα 5.8: Πεχάμετρο - Αγωγιμόμετρο Hanna HI 9811 - 51

5.3.2 Προσδιορισμός θερμοκρασίας

Για την καταγραφή της θερμοκρασίας του κομπόστ στα αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης και στον κάδο κομποστοποίησης χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό θερμόμετρο HANNA HI 145 (Εικόνα 5.9) και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο κέντρο του κομπόστ (Εικόνα 5.10) τις πρωινές προς μεσημεριανές ώρες (περίπου 11 π.μ. έως 1 μ.μ.).

Κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης η καταγραφή της θερμοκρασίας γίνονταν σχεδόν καθημερινά, ώστε η θερμοκρασία να μην υπερβεί τους 70°C, το οποίο θα ήταν επιζήμιο για τους μικροοργανισμούς του κομπόστ.



Εικόνα 5.9: Θερμόμετρο HANNA HI 145



Εικόνα 5.10: Μέτρηση θερμοκρασίας του κομπόστ

5.3.3 Προσδιορισμός υγρασίας

Για τον προσδιορισμό της υγρασίας του κομπόστ τα δείγματα που λήφθηκαν τοποθετήθηκαν σε αλουμινένια σκεύη όπου ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν στο φούρνο σε θερμοκρασία 80°C για 24h. Η υγρασία υπολογίστηκε από τη διαφορά μάζας πριν και μετά την ξήρανση στους 80°C.

Η υγρασία των δειγμάτων, σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), υπολογίστηκε με βάση την παρακάτω εξίσωση:

$$\frac{(M_k + M_{c1}) - (M_k + M_{c2})}{M_{c1}} * \%$$

Όπου:

M_k : η μάζα της κάψας (g).

M_{c1} : αρχική μάζα του δείγματος πριν την ξήρανση (g).

M_{c2} : η τελική μάζα του δείγματος μετά από ξήρανση στους 80°C (g).

5.3.4 Υπολογισμός υλικών

Για την δημιουργία του κομπόστ χρησιμοποιήθηκαν τα υπολείμματα (κληματίδες, φύλλα και βλαστοί) από βιολογική καλλιέργεια αμπέλου και το υποπροϊόν της οινοποίησης (οινολάσπη) από την περιοχή της Ζίτσας Ιωαννίνων. Ο αρχικός λόγος C/N ήταν 30:1, η αναλογία των φύλλων προς τις κληματίδες ήταν 2:1 και το ποσοστό της οινολάσπης επί του συνόλου των υλικών ήταν 10% (Πίνακας 5.1).

Για τον υπολογισμό αυτών των υλικών χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση (Trautmann and Krasny, 1997):

$$R = \frac{Q1 * (C1 * (100 - M1)) + Q2 * (C2 * (100 - M2)) + \dots}{Q1 * (N1 * (100 - M1)) + Q2 * (N2 * (100 - M2)) + \dots}$$

Όπου:

R = αναλογία C/N του μείγματος του κομπόστ

Q_n = μάζα των υλικών n

C_n = άνθρακας (%) των υλικών n

N_n = άζωτο (%) των υλικών n

M_n = περιεκτικότητα σε υγρασία (%) των υλικών n

Πίνακας 5.1: Αναλογίες υλικών για την παρασκευή του κομπόστ

Μάζα (Kg)	Q1	5		Υλικά
	Q2	10	1	Κληματίδες
	Q3	1,5	2	Φύλλα
	Q4	0,0960	3	Οινολάσπη*
% Άνθρακα	C1	53,94	4	Λίπασμα 34,4-0-0
	C2	50,88		
	C3	42,40		
	C4	0		
% Ολικό άζωτο	N1	1,19		
	N2	1,18		
	N3	2,38		
	N4	34,4		
% Υγρασία	M1	14		
	M2	58,5		
	M3	0		
	M4	0		

*Η ποσότητα της οινολάσπης που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του κομπόστ εκφράστηκε στο νωπό της βάρος

5.3.5 Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ

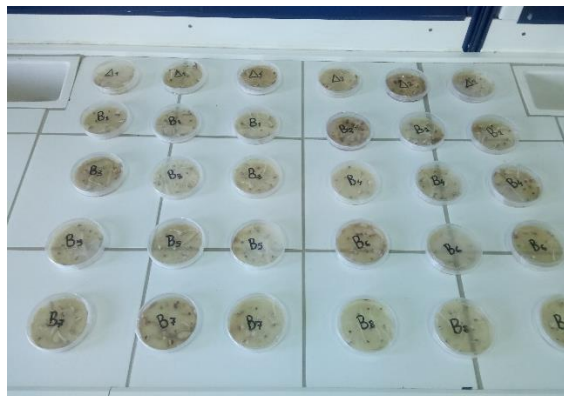
Ο έλεγχος της φυτοτοξικότητας του κομπόστ πραγματοποιήθηκε σε δυο στάδια. Στο πρώτο στάδιο λήφθηκε κομπόστ από τα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης και από τα δυο διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης και μεταφέρθηκε σε δίσκους σποράς 84 θέσεων (52cm x 31cm x 2,5cm) και με το κάθε δείγμα πληρώθηκαν 30 θέσεις, όπου και φυτεύτηκαν 30 σπόροι (10 σπόροι κάθε επανάληψη) κάρδαμου (*Lepidium sativum*). Στη συνέχεια οι δίσκοι τοποθετήθηκαν στην υδρονέφωση μέχρι να βλαστήσουν οι σπόροι. Για το δείγμα ελέγχου (control) χρησιμοποιήθηκε μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (Εικόνα 5.11).

Στο δεύτερο στάδιο λήφθηκε ξανά κομπόστ από τα αυτοσχέδια βαρέλια και τον κάδο κομποστοποίησης και χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή εκχυλισμάτων. Η εκχύλιση των δειγμάτων έγινε σε αναλογία 50mL απεσταγμένου νερού προς 10g κομπόστ σε κωνικές φιάλες των 250mL για 1h και στη συνέχεια διηθήθηκαν με απλό διηθητικό χαρτί. Έπειτα, σε τρυβλία Petri τοποθετήθηκε στο κάτω μέρος διηθητικό χαρτί μαζί με 5mL διηθήματος που λήφθηκαν από κάθε δείγμα και στη πάνω επιφάνεια 10 σπόροι κάρδαμου. Για κάθε διηθημένο δείγμα έγιναν 3 επαναλήψεις, δηλαδή 30 σπόροι κάρδαμου σε 3 τρυβλία Petri. Τέλος, σε κάθε τρυβλίο τοποθετήθηκε το καπάκι του και περιμετρικά σφραγίστηκε με ταινία Parafilm, ώστε να μην υπάρχουν απώλειες υγρασίας και φυλάχθηκε σε θάλαμο σε θερμοκρασία περίπου 23°C μέχρι να βλαστήσουν οι σπόροι (περίπου 4 ημέρες). Μετά το

πέρας των 4 ημερών μετρήθηκαν οι σπόροι που είχαν βλαστήσει σε κάθε τρυβλίο. Για το δείγμα ελέγχου (control) χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο νερό (Εικόνα 5.12).



Εικόνα 5.11: Δίσκοι σποράς όπου φυτεύτηκαν οι σπόροι του κάρδαμου (*Lepidium sativum*)



Εικόνα 5.12: Τρυβλία Petri όπου τοποθετήθηκαν οι σπόροι του κάρδαμου (*Lepidium sativum*)

5.4 Μεθοδολογία μετρήσεων στο αμπέλι

5.4.1 Μετρήσεις ανάπτυξης αμπέλου

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ανάπτυξης της αμπέλου με μετροταινία (Εικόνα 5.13 και 5.15) και παχύμετρο Digital Caliper 0-150mm INSIZE (Εικόνα 5.14 και 5.16), που αφορούσαν το ύψος του κεντρικού στελέχους και το μήκος των πλάγιων βλαστών, τον αριθμό των φύλλων και των μεσογονάτιων διαστημάτων του κεντρικού στελέχους και των πλάγιων βλαστών και τη διάμετρο του κεντρικού στελέχους των φυτών σε ύψος 6cm από τη βάση του.



Εικόνα 5.13: Μετροταινία



Εικόνα 5.14: Παχύμετρο Digital Caliper 0-150mm INSIZE

Κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις με σκοπό την παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών. Στα φυτά των μεταχειρίσεων εκπύχθηκαν όχι παραπάνω από 6 πλάγιοι οφθαλμοί, καθώς σε τακτά χρονικά διαστήματα απομακρύνονταν οι επιπλέον οφθαλμοί με το χέρι.



Εικόνα 5.15: Μέτρηση ύψους φυτών με μετροταινία



Εικόνα 5.16: Μέτρηση διαμέτρου με παχύμετρο

5.4.2 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους

Στο τέλος του πειράματος και αφού είχαν ολοκληρωθεί όλες οι μετρήσεις ανάπτυξης των αμπελιών επιλέχθηκαν 2 φυτά από κάθε μεταχείριση προς καταστροφή για τη μέτρηση του νωπού και του ξηρού βάρους των βλαστών, των φύλλων και των ριζών ξεχωριστά σε κάθε φυτό. Αρχικά αφαιρέθηκαν τα φύλλα από κάθε φυτό και τοποθετήθηκαν πάνω σε λευκό πλαίσιο για την φωτογράφισή τους, ώστε να γίνει η επεξεργασία τους σε μετέπειτα χρόνο για τον προσδιορισμό της φυλλικής τους επιφάνειας (περιγράφεται παρακάτω). Έπειτα, μεταφέρθηκαν σε χάρτινες σακούλες (Εικόνα 5.17) και αμέσως ζυγίστηκαν (νωπό βάρος) για την αποφυγή απώλειας της υγρασίας τους. Στη συνέχεια οι κεντρικοί βλαστοί κόπηκαν στη βάση τους από το σημείο έκπτυξης του υποκείμενου 110R, καθώς τα φυτά ήταν εμβολιασμένα, τεμαχίστηκαν σε μικρά κομμάτια και μεταφέρθηκαν σε χάρτινες σακούλες όπου και ζυγίστηκαν (νωπό βάρος). Τέλος, οι ρίζες ξεπλύθηκαν πολύ καλά με τρεχούμενο νερό για την απομάκρυνση όλου του υποστρώματος από αυτές (Εικόνα 5.18) και παρέμειναν για περίπου μια ώρα επάνω σε απορροφητικό χαρτί, ώστε να απομακρυνθεί η περίσσεια του νερού. Μετά μεταφέρθηκαν σε χάρτινες σακούλες όπου και ζυγίστηκαν (νωπό βάρος). Οι χάρτινες σακούλες με τα ξεχωριστά τμήματα των φυτών τοποθετήθηκαν στον φούρνο ξήρανσης 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.



Εικόνα 5.17: Χάρτινες σακούλες που περιέχουν τα διάφορα μέρη των φυτών αμπέλου



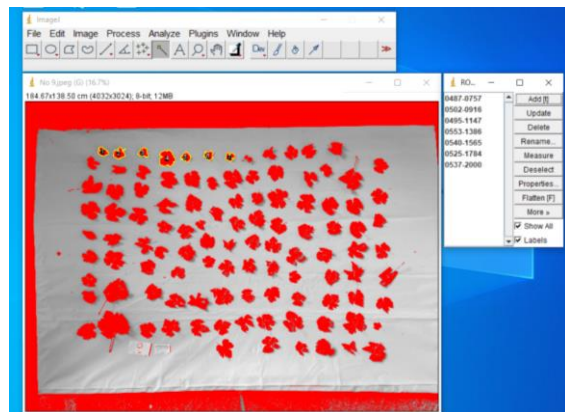
Εικόνα 5.18: Απομάκρυνση του υποστρώματος από τις ρίζες των φυτών αμπέλου

5.4.3 Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας

Για τον προσδιορισμό της φυλλικής επιφάνειας των φυτών αμπέλου χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ανάλυσης φωτογραφιών ImageJ. Κατά τη διαδικασία της μέτρησης του νωπού βάρους των φυτών λήφθηκαν φωτογραφίες των φύλλων τους πριν την τοποθέτησή τους στις χάρτινες σακούλες και την ζύγισή τους. Η τοποθέτησή τους έγινε πάνω σε πλαίσιο λευκού χρώματος (1,5m x 1m) και οι φωτογραφίες που λήφθηκαν ήταν από ύψος 1,3m με τη βοήθεια ξύλινου υποστηρίγματος ίδιου ύψους με χρήση κινητού τηλεφώνου Sony Xperia (Εικόνα 5.19). Σε μετέπειτα χρόνο έγινε η επεξεργασία αυτών των φωτογραφιών με το συγκεκριμένο πρόγραμμα και προσδιορίστηκε η φυλλική επιφάνεια κάθε φυτού (Εικόνα 5.20).



Εικόνα 5.19: Πλαίσιο λευκού χρώματος (1,5m x 1m) με φύλλα αμπέλου



Εικόνα 5.20: Πρόγραμμα ανάλυσης φωτογραφιών ImageJ

Κεφάλαιο 6: Περιγραφή πειραματικής εγκατάστασης

6.1 Θερμοκήπιο

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο υαλόφρακτο, αυτοματοποιημένο θερμοκήπιο το οποίο βρίσκεται εγκαταστημένο στο τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στην περιοχή των Κωστακίων Άρτας. Το θερμοκήπιο είναι αμφίρρικτο πολλαπλό, καλυμμένο με υαλοπίνακες και έχει έκταση 700m² από τα οποία τα 600m² είναι ο χώρος καλλιέργειας και τα 100m² ο προθάλαμος (βοηθητικός χώρος). Έχει κεντρικό σύστημα θέρμανσης και σύστημα αυτόματης διαχείρισης της υδρολίπανσης, της ανακύκλωσης των απορροών και του κλίματος.

6.2 Υποστρώματα

Για την μελέτη της επίδρασης του κομπόστ στην ανάπτυξη των φυτών αμπέλου σε γλάστρες σε ελεγχόμενες συνθήκες εντός θερμοκηπίου, χρησιμοποιήθηκαν 3 διαφορετικά μίγματα ή αυτούσια υποστρώματα. Το κομπόστ που παράχθηκε από τα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης, αναμείχθηκε και χρησιμοποιήθηκε αυτούσιο στη μεταχείριση 100% κομπόστ το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποϊήτη (C100%/OA) και ως μέρος για το μίγμα του υποστρώματος που περιείχε τύρφη, περλίτη και κομπόστ στη μεταχείριση μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποϊήτη (ΤΠ/C30%/OA). Το μίγμα με τύρφη και περλίτη 1:1 χρησιμοποιήθηκε στον μάρτυρα (M) του πειράματος.

Τύρφη

Η τύρφη είναι ένα φυσικό υλικό που προέρχεται από την αποσύνθεση υδροχαρούς βλάστησης (κυρίως από βρυόφυτα), που εντοπίζεται συνήθως σε ελώδεις περιοχές και γενικότερα σε υγρότοπους. Σε τέτοιες περιοχές, με την πάροδο του χρόνου έχουν σχηματισθεί ολόκληρα κοιτάσματα, από τα οποία η τύρφη εξορύσσεται και αφού επεξεργαστεί, συσκευάζεται σε βιομηχανική κλίμακα. Η τύρφη έχει σπογγώδη μορφή και ινώδη υφή. Υπάρχουν αρκετά είδη τύρφης που διαφέρουν ανάλογα με τον βαθμό αποδόμησης, την προέλευση, τον τρόπο εξόρυξης και κατεργασίας κ.ά. Οι πιο γνωστές είναι η μαύρη και η ξανθιά τύρφη. Η τύρφη, είτε ξανθιά, είτε μαύρη, έχει εξαιρετικές ιδιότητες ως εδαφοβελτιωτικό, βοηθά στον εγκλωβισμό του αέρα, στην εξισορρόπηση του μείγματος και στην γενικότερη βελτίωση της ποιότητας του χώματος. Ο περλίτης που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα είχε pH 7 (Εικόνα 6.1).

Περλίτης

Ο περλίτης είναι ένα λευκού χρώματος, όξινο, ηφαιστειακό, υαλώδες πέτρωμα, που περιέχει ένα μικρό ποσοστό κρυστάλλινου νερού (2-6%). Είναι, ακόμη, πλούσιο σε διοξείδιο του πυριτίου (SiO₂), που σχηματίζεται με την απότομη ψύξη και στερεοποίηση ηφαιστειακής λάβας, παγιδεύοντας νερό στη μάζα του. Όταν ο περλίτης θερμαίνεται, σε θερμοκρασία 1000 °C, διογκώνεται έως και 20 φορές σε σύγκριση με τον αρχικό του όγκο, σχηματίζοντας μια λευκή μάζα από μικροσκοπικές φυσαλίδες και εκτινάσσεται λόγω της εξάτμισης του δεσμευμένου νερού που περιείχε. Η διαδικασία αυτή, θέρμανσης - ψύξης, χρησιμοποιείται για την δημιουργία ενός κοκκώδους υλικού, με πλούσιο πορώδες και εξαιρετική ικανότητα συγκράτησης νερού. Το υλικό αποκτά με αυτόν τον τρόπο εξαιρετικές ιδιότητες θερμικής και ηχητικής μόνωσης, ενώ παράλληλα γίνεται εξαιρετικά πορώδες. Ο συνδυασμός των ιδιοτήτων του περλίτη, τον καθιστούν κατάλληλο υπόστρωμα για καλλιέργειες εκτός εδάφους. Η τύρφη που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα είχε pH 5,5-6,5 και ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) 0,1-0,3 mS/cm (100-300 μS/cm) (Εικόνα 6.2).



Εικόνα 6.1: Τύρφη που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα



Εικόνα 6.2: Περλίτης που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα

6.3 Διαδικασία κομποστοποίησης

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διαδικασία παραγωγής του κομπόστ ήταν κληματίδες, φύλλα και οινολάσπη. Οι κληματίδες και τα φύλλα προήλθαν από βιολογική καλλιέργεια αμπέλου, ποικιλίας Ντεμπίνα (λευκή), από την περιοχή της Ζίτσας Ιωαννίνων (Εικόνα 6.3) και συλλέχθηκαν, οι μεν κληματίδες τον Φεβρουάριο του 2021 και τα δε φύλλα τον Οκτώβριο του ίδιου έτους. Οι κληματίδες αφού συλλέχθηκαν μεταφέρθηκαν στο θερμοκήπιο, όπου και παρέμειναν μέχρι τον τεμαχισμό τους. Η οινολάσπη προήλθε από την διαδικασία της ερυθρής οινοποίησης από σταφύλια των ερυθρών ποικιλιών Merlot, Syrah

και Cabernet Sauvignon με ποσοστό συμμετοχής 60%, 30% και 10% αντίστοιχα. Δεν προτιμήθηκε η οινολάσπη από την διαδικασία της λευκής οινοποίησης γιατί δεν περιέχει σχεδόν καθόλου φαινολικές ενώσεις σε σχέση με την ερυθρή.

Οι κληματίδες τεμαχίστηκαν την ίδια χρονική περίοδο με την συλλογή των φύλλων, ώστε οι κληματίδες να είναι ξερές και τα φύλλα να είναι νωπά. Για τον τεμαχισμό των κληματίδων χρησιμοποιήθηκε ο κλαδοτεμαχιστής Green technic BC 60 (Εικόνα 6.4) και για τον τεμαχισμό των φύλλων η χλοοκοπτική μηχανή John Deer (Εικόνα 6.5). Μετά τον τεμαχισμό των υλικών ζυγίστηκαν οι απαιτούμενες ποσότητες (Βλέπε 5.3.4 Υπολογισμός υλικών) και τοποθετήθηκαν στα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης χωρητικότητας 120 L (Εικόνα 6.6) και στον κάδο κομποστοποίησης της εταιρείας JORAFORM χωρητικότητας 270 L με δύο διαμερίσματα (Εικόνα 6.7).



Εικόνα 6.3: Περιοχή συλλογής υπολειμμάτων (Ζίτσα) από βιολογική καλλιέργεια αμπέλου



Εικόνα 6.4: Τεμαχιστής κλαδιών Green technic BC 60



Εικόνα 6.5: Χλοοκοπτική μηχανή John Deer



Εικόνα 6.6: Αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης που ήταν τοποθετημένο το κομπόστ



Εικόνα 6.7: Κάδος κομποστοποίησης JORAFORM 270L

6.4 Διαμόρφωση πειράματος

Ο πειραματικός σχεδιασμός στους πάγκους ήταν πλήρως τυχαιοποιημένος με 3 μεταχειρίσεις και 3 επαναλήψεις ανά μεταχείριση σε σύνολο 18 φυτών. Η 1^η μεταχείριση ήταν ο μάρτυρας (M) με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1, η 2^η μεταχείριση ήταν με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποϊήτη (ΤΠ/С30%/ΟΑ) και η 3^η ήταν με 100% κομπόστ το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποϊήτη (C100%/ΟΑ). Όλες οι επαναλήψεις των μεταχειρίσεων αποτελούνταν από 2 φυτά (Πίνακας 6.1 και 6.2).

Πίνακας 6.1: Μεταχειρίσεις πειράματος

A/A	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	Κωδικός	Αρ. φυτών	Επαναλήψεις	Σύνολο φυτών
1	Μάρτυρας (μίγμα τύρφη - περλίτη 1:1)	M	2	3	6
2	Μίγμα + Κομπόστ (30%) με Οινολάσπη Ατροποποϊήτη (10%)	ΤΠ/С30%/ΟΑ	2	3	6
3	Μόνο Κομπόστ (100%) με Οινολάσπη Ατροποποϊήτη	C100%/ΟΑ	2	3	6
Σύνολο φυτών					18

Πίνακας 6.2: Σχεδιασμός του πειράματος στους πάγκους

ΤΠ/С30%/ΟΑ/3			3ος πάγκος
М/3		С100%/ΟΑ/3	
		ΤΠ/С30%/ΟΑ/2	2ος πάγκος
С100%/ΟΑ/2		М/2	
ΤΠ/С30%/ΟΑ/1			1ος πάγκος
М/1		С100%/ΟΑ/1	

6.5 Διαδικασία μεταφύτευσης αμπελιών

Για το πείραμα επιλέχθηκαν εμβολιασμένα φυτά αμπέλου σε υποκείμενο 110R τα οποία ήταν ήδη φυτεμένα σε πλαστικές μαύρες σακούλες φυτωρίου ηλικίας περίπου ενός έτους και μεταφυτεύτηκαν σε γλάστρες 10 L (Εικόνα 6.8). Μετά την μεταφύτευση τα φυτά παρέμειναν για περίπου 1 εβδομάδα στον σκιασμένο προθάλαμο του θερμοκηπίου (Εικόνα 6.9), ώστε σιγά σιγά να σκληραγωγηθούν και να εγκλιματιστούν καλύτερα στις συνθήκες του θερμοκηπίου μετά την μεταφορά τους στους πάγκους. Αφού εγκαταστάθηκαν τα φυτά αμπέλου στις τυχαιοποιημένες θέσεις στους πάγκους (Εικόνα 6.11), βάση του πειραματικού σχεδιασμού, τα φυτά κλαδεύτηκαν σε ορισμένο ύψος και υποστυλώθηκαν με την χρησιμοποίηση δετικού φυτών σε σπάγκους τα οποία είχαν δεθεί κατακόρυφα από τα οριζόντια σύρματα στήριξης του θερμοκηπίου (Εικόνα 6.10).



Εικόνα 6.8: Διαδικασία μεταφύτευσης αμπελιών



Εικόνα 6.9: Φυτά αμπέλου στον προθάλαμο του θερμοκηπίου



Εικόνα 6.10: Κλάδεμα φυτών αμπέλου



Εικόνα 6.11: Εγκατάσταση των φυτών αμπέλου στις τυχαιοποιημένες θέσεις στους πάγκους του θερμοκηπίου

Κεφάλαιο 7: Αποτελέσματα - Συζήτηση

7.1 Αποτελέσματα μετρήσεων στο κομπόστ

Κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν την θερμοκρασία (T), την υγρασία (H), το pH και την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) του παραγόμενου κομπόστ. Στο τέλος αυτής της διαδικασίας έγινε και ο έλεγχος της φυτοτοξικότητας του κομπόστ με σπόρους κάρδαμου. Στη συνέχεια παρουσιάζεται τα εξής δεδομένα σε μορφή πινάκων και διαγραμμάτων.

7.1.1 Μετρήσεις θερμοκρασίας

Οι υψηλές θερμοκρασίες μεταξύ 35 και 65°C είναι απαραίτητες κατά τη δημιουργία του κομπόστ, ώστε να καταστραφούν ή να αδρανοποιηθούν οι παθογόνοι οργανισμοί, οι σπόροι των ζιζανίων και οι προνύμφες των εντόμων. Αντιθέτως, οι υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 70°C) αναστέλλουν τη μικροβιακή δραστηριότητα, επιβραδύνοντας τη βιοαποικοδόμηση της οργανικής ύλης.

Στο πρώτο διαμέρισμα του κάδου κομποστοποίησης (Δ1) οι υψηλότερες θερμοκρασίες που καταγράφηκαν στα στάδια της θερμοφιλής φάσης ήταν την 15^η ημέρα 70°C, την 46^η ημέρα 40,8°C και την 59^η ημέρα 51,7°C με τις θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου να είναι 36,9°C, 17,4°C και 40,3°C αντίστοιχα. Στο δεύτερο διαμέρισμα του κάδου κομποστοποίησης (Δ2) ήταν 68°C την 15^η ημέρα, 41,2°C την 46^η ημέρα και 52,6°C την 59^η ημέρα με τις θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου να είναι 36,9°C, 17,4°C και 40,3°C αντίστοιχα.

Στο βαρέλι με κωδικό B1 η υψηλότερη θερμοκρασία που καταγράφηκε στο στάδιο της θερμοφιλής φάσης ήταν 46°C την 6^η, 10^η και 15^η ημέρα με τις θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου να είναι 33,7°C, 22°C και 36,9°C αντίστοιχα. Στο βαρέλι με κωδικό B2 οι υψηλότερες θερμοκρασίες που καταγράφηκαν ήταν 46°C την 4^η ημέρα και 50°C την 8^η ημέρα με τις θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου να είναι 33,5°C και 18,7°C αντίστοιχα. Στο βαρέλι με κωδικό B3 ήταν 44°C την 4^η και την 6^η ημέρα με τις θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου να είναι 33,5°C και 33,7°C αντίστοιχα. Στο βαρέλι με κωδικό B4 ήταν 50°C την 12^η και 15^η ημέρα και 48°C την 13^η ημέρα με τις θερμοκρασίες εντός θερμοκηπίου να είναι 15,3°C, 36,9°C και 35,9°C αντίστοιχα. Στο βαρέλι με κωδικό B5 ήταν 40°C την 5^η ημέρα, 42°C την 12^η ημέρα και 44°C την 17^η ημέρα με τις θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου να είναι 21°C, 15,3°C και 42,4°C αντίστοιχα. Στο βαρέλι με κωδικό B6 ήταν

42°C την 4^η ημέρα, 43°C την 14^η ημέρα και 44°C την 15^η ημέρα με τις θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου να είναι 33,5°C, 36,2°C και 36,9°C αντίστοιχα.

Το τελευταίο βαρέλι για την παρασκευή του κομπόστ και με κωδικό B7 τοποθετήθηκε στο θερμοκήπιο τέσσερις ημέρες μετά από τα υπόλοιπα βαρέλια και τον κάδο κομποστοποίησης. Συνεπώς το βαρέλι με κωδικό B7 όταν βρισκόταν στην ημέρα 0 τα υπόλοιπα ήταν στην 4^η ημέρα κομποστοποίησης. Σε αυτό το βαρέλι με κωδικό B7 οι μέγιστες θερμοκρασίες που καταγράφηκαν ήταν οι 40°C την 2^η ημέρα, 44°C την 7^η ημέρα και 50°C την 10^η ημέρα με τις θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου να είναι 33,7°C, 15,3°C και 36,9°C αντίστοιχα.

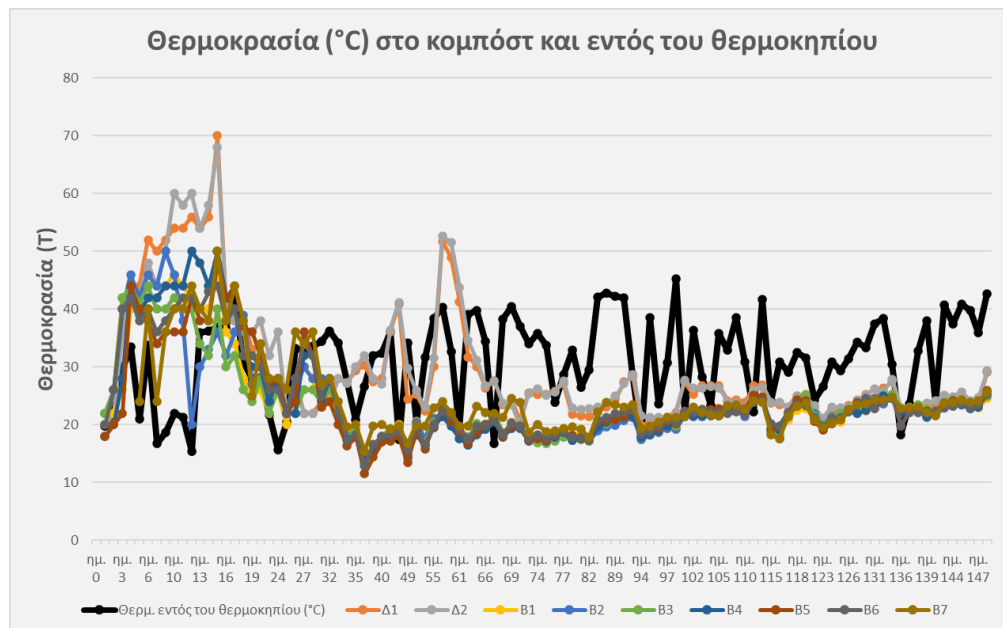
Αξίζει να σημειωθεί ότι στα βαρέλια δεν παρατηρήθηκαν τόσο υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με τα δύο διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης. Επίσης, στον κάδο κομποστοποίησης παρατηρήθηκαν 3 θερμοφιλικές φάσεις με θερμοκρασίες πάνω από 35°C σε διάστημα περίπου 2 μηνών, ενώ στα αυτοσχέδια βαρέλια παρατηρήθηκαν 2 θερμοφιλικές φάσεις διάρκειας περίπου 1 μηνός. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι δεν διέθεταν θερμομόνωση, όπως ο κάδος κομποστοποίησης και επομένως οι θερμοκρασίες τους να επηρεάστηκαν από την θερμοκρασία περιβάλλοντος του θερμοκηπίου (Πίνακας 7.1 και Διάγραμμα 7.1).

Πίνακας 7.1: Μετρήσεις θερμοκρασίας (°C) στο κομπόστ και εντός του θερμοκηπίου

Ημ/νία	A/A ημέρες	Θερμ. (T) εντός του θερμοκηπίου (°C)	Δ1	Δ2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
17/12/2021	ημ. 0										
18/12/2021	ημ. 1	19,8	20	20	22	22	22	18	18	20	
19/12/2021	ημ. 2	22,2	26	22	22	26	26	20	20	26	
20/12/2021	ημ. 3	29,5	42	36	26	40	42	28	22	40	
21/12/2021	ημ. 4	33,5	40	44	40	46	44	44	44	42	
22/12/2021	ημ. 5	21,0	44	42	41	42	41	39	40	38	24
23/12/2021	ημ. 6	33,7	52	48	46	46	44	42	38	40	40
24/12/2021	ημ. 7	16,7	50	44	44	44	40	42	34	36	24
25/12/2021	ημ. 8	18,7	52	50	44	50	40	44	36	38	36
27/12/2021	ημ. 10	22,0	54	60	46	46	42	44	36	40	40
28/12/2021	ημ. 11	21,2	54	58	44	38	40	44	36	42	40
29/12/2021	ημ. 12	15,3	56	60	42	20	40	50	42	42	44
30/12/2021	ημ. 13	35,9	54	54	40	30	34	48	38	40	40
31/12/2021	ημ. 14	36,2	56	58	40	33	32	44	38	43	38
1/1/2022	ημ. 15	36,9	70	68	46	36	40	50	48	44	50
2/1/2022	ημ. 16	36,8	40	40	36	32	30	42	42	38	38
3/1/2022	ημ. 17	42,4	38	38	34	36	32	40	44	40	44
4/1/2022	ημ. 18	30,9	38	36	28	39	26	32	37	32	38
5/1/2022	ημ. 19	28,0	33	36	25	27	24	30	36	32	25

Ημ/νία	Α/Α ημέρες	Θερμ. (Τ) εντός του θερμοκηπίου (°C)	Δ1	Δ2	Β1	Β2	Β3	Β4	Β5	Β6	Β7
6/1/2022	ημ. 20	28,1	34	38	26	28	28	30	32	30	34
7/1/2022	ημ. 21	21,7	28	32	22	24	22	24	27	26	28
10/1/2022	ημ. 24	15,6	26	36	26	28	26	28	28	26	28
11/1/2022	ημ. 25	20,5	22	22	20	22	22	22	22	22	26
12/1/2022	ημ. 26	33,2	28	28	26	26	22	22	24	28	36
13/1/2022	ημ. 27	32,8	22	22	30	30	26	32	36	34	34
14/1/2022	ημ. 28	33,6	22	22	28	28	26	32	32	32	36
17/1/2022	ημ. 31	34,4	24	23	23	28	24	24	23	25	27
18/1/2022	ημ. 32	36,2	26	24	26	28	26	28	24	28	28
19/1/2022	ημ. 33	34,2	28	28	20	22	22	22	20	22	24
20/1/2022	ημ. 34	27,5	27,3	27,1	18,1	18,1	17,8	17,5	16,3	17,3	19,6
21/1/2022	ημ. 35	20,9	29,4	30	19,8	19,2	19,2	18,1	17,9	18,3	20
24/1/2022	ημ. 38	26,6	30,3	32	13,9	14,3	13,4	13,8	11,5	12,9	15,4
25/1/2022	ημ. 39	32,0	27,4	28	16,1	15,4	15,5	15,2	14,4	16,6	19,8
26/1/2022	ημ. 40	32,4	28	27	18	18	18	17	17	18	20
31/1/2022	ημ. 45	36,0	36	36,4	18,8	18,5	19,3	18,2	17,1	18,2	19,2
1/2/2022	ημ. 46	17,4	40,8	41,2	20	19,7	19,6	18,1	18	18,8	19,8
4/2/2022	ημ. 49	34,1	24,4	29,7	15,2	14,7	15,2	14,3	13,4	15,6	16,7
7/2/2022	ημ. 52	20,4	25,3	25,9	20,6	20,5	18,4	18,3	18,9	19,6	19,9
8/2/2022	ημ. 53	31,7	22,4	23	17,4	17,6	16,9	16,4	15,8	16,4	19,8
10/2/2022	ημ. 55	38,4	30	31,5	19,8	21,1	20,4	19,5	19,8	20	22,9
14/2/2022	ημ. 59	40,3	51,7	52,6	21,4	21,7	21,9	21,4	22,7	22,4	24
15/2/2022	ημ. 60	32,7	49	51,6	20,1	20,4	20	19,7	20,6	21,6	22,1
16/2/2022	ημ. 61	19,4	41,3	43,8	19,4	18,9	19,6	17,6	18,9	19,4	19,8
17/2/2022	ημ. 62	39,1	31,7	34,5	17,9	17,8	17,3	16,5	16,8	17,4	19,8
18/2/2022	ημ. 63	39,8	30,1	31,1	19,9	20,1	20,2	18,3	18,7	19,7	23,2
21/2/2022	ημ. 66	34,4	26,4	26,7	19,8	20	20	19,2	20	19,7	22,1
22/2/2022	ημ. 67	16,7	27,5	27,6	21,4	21,7	21,7	20,4	20,9	20,7	21,9
23/2/2022	ημ. 68	38,3	23,5	23,7	18,7	18,5	18,2	17,9	18	18,4	21,2
24/2/2022	ημ. 69	40,4	24,2	23,4	20,4	19,8	19,7	19,4	19,7	20,3	24,5
25/2/2022	ημ. 70	37,0	20,8	19,9	19,7	19,8	19,9	19,4	19,8	19,8	23,8
28/2/2022	ημ. 73	34,0	25,5	25,4	17,8	17,4	17,3	17,2	17,3	17,6	18,7
1/3/2022	ημ. 74	35,8	25,2	26,2	18,1	17,5	16,9	17,8	17,6	18,2	20
2/3/2022	ημ. 75	33,7	25,2	25,1	18,1	17,3	16,8	17,2	17,3	17,7	18,8
3/3/2022	ημ. 76	23,8	25,8	25,6	18,3	17,5	17,2	17,9	18,1	18,2	18,9
4/3/2022	ημ. 77	28,7	27,1	27,6	19,1	18,1	17,9	18,6	18,8	18,8	19,3
7/3/2022	ημ. 80	32,9	21,8	22,9	18,3	17,4	17,3	17,3	18,1	17,8	19,6
8/3/2022	ημ. 81	26,5	21,5	22,6	18,3	17,5	17,4	17,6	17,7	17,9	19,2
9/3/2022	ημ. 82	29,5	21,4	22,8	17,2	17,3	17,1	17,5	17,7	17,3	17,9
14/3/2022	ημ. 87	42,1	22,2	23,1	19,2	18,9	20,2	19,6	20,6	20,9	22,2
15/3/2022	ημ. 88	42,8	23,1	23,7	20,1	19,6	20,1	20,4	20,7	21,2	23,8
16/3/2022	ημ. 89	42,3	24,4	24,9	20,7	19,9	20,8	21,1	20,9	21,9	23,4
17/3/2022	ημ. 90	41,9	27,4	27,1	21,2	20,7	21,2	21,2	21,4	22,2	23,1

Ημ/νία	Α/Α ημέρες	Θερμ. (Τ) εντός του θερμοκηπίου (°C)	Δ1	Δ2	Β1	Β2	Β3	Β4	Β5	Β6	Β7
18/3/2022	ημ. 91	28,7	28,3	28,7	22,3	21,3	22,1	21,4	22,5	22,7	23,4
21/3/2022	ημ. 94	17,8	19,9	21,5	17,9	17,4	17,9	17,9	18,6	18,4	19,3
22/3/2022	ημ. 95	38,5	20,2	21,2	18,3	18,2	18,5	18,2	18,9	18,8	19,7
23/3/2022	ημ. 96	23,6	20,6	21,3	18,8	18,7	19,1	19	19,4	19,7	20,5
24/3/2022	ημ. 97	30,7	21,3	21,1	19,4	19,4	20,1	19,8	20,6	20,8	21,2
25/3/2022	ημ. 98	45,2	22,1	21,8	19,5	19,2	19,8	20,1	20,2	20,5	21,3
28/3/2022	ημ. 101	21,9	27,4	27,7	21,8	21,5	22,2	21,4	22,4	22,2	21,4
29/3/2022	ημ. 102	36,4	25,3	26,4	22,3	21,4	22,2	21,5	22,1	22,1	23,1
30/3/2022	ημ. 103	28,3	26,7	26,4	22,1	21,4	22,1	21,6	22,6	22,7	22,1
31/3/2022	ημ. 104	23,3	26,7	26,6	22,5	21,7	22,1	21,5	22,6	22,1	21,7
1/4/2022	ημ. 105	35,8	26,8	26,4	22,2	21,6	22,2	21,5	22,8	22,2	21,5
4/4/2022	ημ. 108	32,9	24,1	23,9	22,6	22,3	22,4	22,2	23,1	21,9	23,3
5/4/2022	ημ. 109	38,5	24,3	23,8	22,7	22,5	22,7	22,6	23,2	22,2	23,4
6/4/2022	ημ. 110	30,8	23,9	23,1	22,2	21,4	22,2	22,4	22,8	21,8	22,7
7/4/2022	ημ. 111	22,2	26,7	26,1	24,3	24,4	24,5	24,5	25,1	23,9	24,1
8/4/2022	ημ. 112	41,7	26,9	26,5	24,4	24,7	24,4	24,2	24,8	24,1	23,8
11/4/2022	ημ. 115	24,2	23,7	23,9	18,3	18,6	18,9	19,4	19,2	20,1	18,2
12/4/2022	ημ. 116	30,9	23,5	23,8	18,4	17,6	18,2	19,1	19,7	19,8	17,6
13/4/2022	ημ. 117	29,1	23,1	23,1	20,8	21,4	21,8	22,1	22,1	22,1	21,4
14/4/2022	ημ. 118	32,5	25	25	22,5	23,5	24,4	23,9	24,3	23,4	23,2
15/4/2022	ημ. 119	31,6	25,2	24,7	22,8	23,8	25,1	23,8	24,1	23,3	23,7
18/4/2022	ημ. 122	24,3	23,1	23,3	21,1	21,9	21,5	21,1	20,6	21,3	20,8
19/4/2022	ημ. 123	26,6	20,7	21,1	19,9	19,9	19,9	19,3	19,1	19,7	19,5
20/4/2022	ημ. 124	30,8	22,7	23,1	20,7	21,4	21,3	20,7	20,1	21,1	20,3
21/4/2022	ημ. 125	29,3	21,8	22,9	20,5	21,9	21,9	21,1	20,8	21,2	20,8
22/4/2022	ημ. 126	31,4	23,3	23,1	22,4	22,6	22,7	22,3	22,3	22,2	22,6
25/4/2022	ημ. 129	34,3	23,1	24,3	22,6	22,5	22,7	21,9	23,8	23,5	23,4
26/4/2022	ημ. 130	33,3	25,2	25,1	22,3	23,6	22,8	22,5	24,2	24,6	23,6
27/4/2022	ημ. 131	37,4	24,6	26,2	24,2	24,5	24,2	24,2	23,2	22,8	24,3
28/4/2022	ημ. 132	38,4	26,3	25,8	24,6	23,6	25,1	24,9	24,2	24,2	24,3
29/4/2022	ημ. 133	30,5	27,5	27,8	25,3	24,6	25,2	24,5	24,7	24,7	24,7
2/5/2022	ημ. 136	18,2	22,3	22,8	22,2	22,4	22,9	22,1	19,9	19,8	22,8
3/5/2022	ημ. 137	23,6	22,6	22,9	22,1	22,5	23,1	22,5	22,2	22,1	22,9
4/5/2022	ημ. 138	32,8	22,4	23,1	22,4	22,8	23,4	22,7	22,6	22,1	23,1
5/5/2022	ημ. 139	38,0	23,1	23,7	22,9	21,2	22,8	21,4	22,3	22,2	22,1
6/5/2022	ημ. 140	23,7	23,4	24,1	21,9	21,7	22,2	21,9	22,2	22,4	21,5
9/5/2022	ημ. 143	40,7	24,2	25,1	23,4	22,9	23,9	23,1	23,7	22,9	23,7
10/5/2022	ημ. 144	37,4	23,9	24,8	23,2	23,2	24,3	23,7	24,1	23,3	23,8
11/5/2022	ημ. 145	40,8	24,9	25,7	23,7	23,5	24,1	23,4	23,8	23,6	24,3
12/5/2022	ημ. 146	39,8	23,2	24,2	23,2	23,3	23,6	22,8	23,4	23,1	23,8
13/5/2022	ημ. 147	35,9	24,1	24,7	22,9	23,5	23,9	23,1	23,7	23,5	24,1
26/5/2022	ημ. 160	42,6	29,1	29,3	24,6	24,9	25	25,5	25,9	25,2	25,7



Διάγραμμα 7.1: Μετρήσεις θερμοκρασίας (°C) στο κομπόστ και εντός του θερμοκηπίου

7.1.2 Μετρήσεις υγρασίας

Η περιεκτικότητα σε υγρασία σε μία διαδικασία κομποστοποίησης κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 55 και 65%. Σημαντική αναστολή της μικροβιολογικής δραστηριότητας συμβαίνει όταν οι τιμές πέφτουν κάτω από 30-35% και κάθε μικροβιακή δραστηριότητα παύει όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι λιγότερη από 8 έως 12%. Στην πράξη, είναι καλό να διατηρείται η περιεκτικότητα σε υγρασία σε επίπεδο άνω του 40%. Αντίθετα, η υπερβολική ποσότητα υγρασίας φράζει τους πόρους οδηγώντας σε αναερόβιες συνθήκες με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της κομποστοποίησης και την υποβάθμιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος.

Στο πρώτο διαμέρισμα (Δ1) του κάδου κομποστοποίησης το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας καταγράφηκε την 45^η ημέρα με ποσοστό 66,4% και το χαμηλότερο την 150^η ημέρα με ποσοστό 52,7%. Στο δεύτερο διαμέρισμα (Δ2) του κομποστοποιητή το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας ήταν 69,7% την 45^η ημέρα και το χαμηλότερο την 31^η ημέρα με ποσοστό 53,6%.

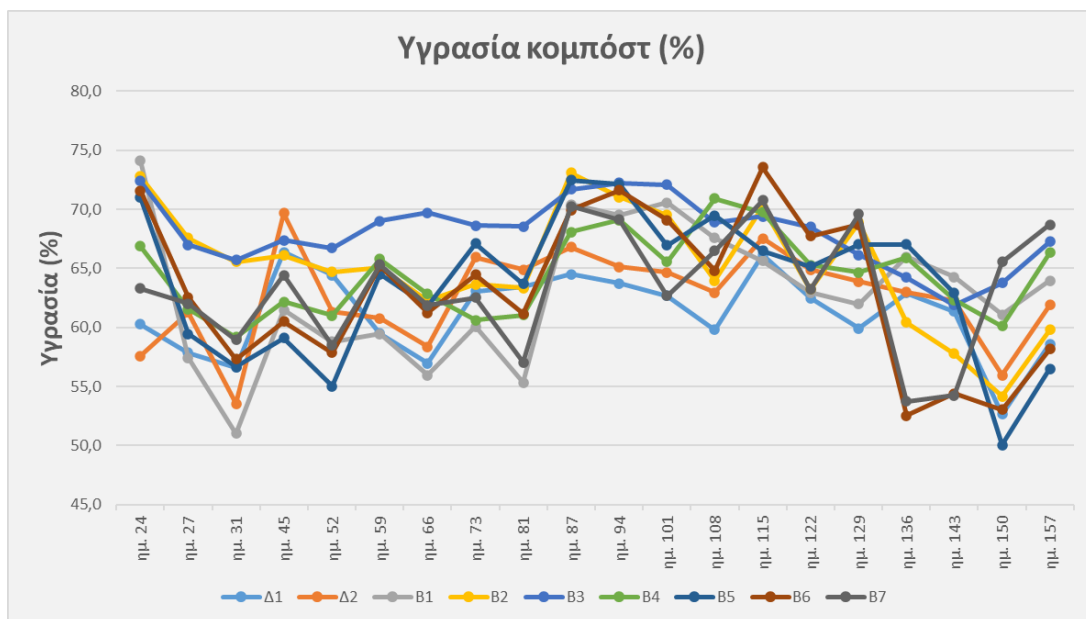
Στο βαρέλι με κωδικό B1 το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας ήταν την 24^η ημέρα με ποσοστό 74,1% και το χαμηλότερο την 31^η ημέρα με ποσοστό 51%. Στο βαρέλι με κωδικό B2 το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας ήταν την 87^η ημέρα σε ποσοστό 73,1% και το χαμηλότερο την 150^η ημέρα με ποσοστό 54,2%. Στο βαρέλι με κωδικό B3 το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας ήταν την 24^η ημέρα με ποσοστό 72,4% και το χαμηλότερο ήταν την 143^η ημέρα με ποσοστό 61,9%. Στο βαρέλι με κωδικό B4 το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας ήταν την

108^η ημέρα με ποσοστό 70,9 % και το χαμηλότερο ήταν την 31^η ημέρα με ποσοστό 59,2%. Στο βαρέλι με κωδικό B5 το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας ήταν την 87^η ημέρα με ποσοστό 72,5% και το χαμηλότερο ήταν την 150^η ημέρα με ποσοστό 50,1%. Στο βαρέλι με κωδικό B6 το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας ήταν την 115^η ημέρα με ποσοστό 73,6% και το χαμηλότερο ήταν την 150^η ημέρα με ποσοστό 53,1%. Τέλος, στο βαρέλι με κωδικό B7 το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας ήταν την 115^η ημέρα με ποσοστό 70,8% και το χαμηλότερο την 136^η ημέρα με ποσοστό 53,7% (Πίνακας 7.2 και Διάγραμμα 7.2).

Στα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης και στα 2 διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης το ποσοστό της υγρασίας αρκετές χρονικές περιόδους ξεπερνούσε το 65% επιβραδύνοντας πιθανώς την κομποστοποίηση. Σε όλα τα βαρέλια όπως και στα δύο διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης, όταν η υγρασία έπεφτε κάτω από 50-55% γινόταν προσθήκη νερού, ώστε να αυξηθεί το ποσοστό της υγρασίας τους (Πίνακα 7.3 και Διάγραμμα 7.3).

Πίνακας 7.2: Μετρήσεις υγρασίας στο κομπόστ

Ημερομηνία	A/A ημέρες	Δ1	Δ2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
10/1/2022	ημ. 24	60,3	57,6	74,1	72,8	72,4	66,9	71,0	71,6	63,3
13/1/2022	ημ. 27	57,9	61,3	57,4	67,6	67,0	61,6	59,5	62,6	62,0
17/1/2022	ημ. 31	56,6	53,6	51,0	65,6	65,7	59,2	56,7	57,3	59,0
31/1/2022	ημ. 45	66,4	69,7	61,5	66,1	67,4	62,2	59,1	60,5	64,4
7/2/2022	ημ. 52	64,4	61,3	58,8	64,7	66,7	61,0	55,0	57,9	58,5
14/2/2022	ημ. 59	59,5	60,8	59,5	65,0	69,0	65,8	64,5	65,2	65,3
21/2/2022	ημ. 66	57,0	58,4	56,0	62,3	69,7	62,8	61,8	61,2	61,9
28/2/2022	ημ. 73	63,1	65,9	60,1	63,7	68,6	60,6	67,1	64,5	62,5
8/3/2022	ημ. 81	63,4	64,9	55,4	63,3	68,6	61,1	63,7	61,2	57,1
14/3/2022	ημ. 87	64,5	66,8	70,4	73,1	71,7	68,1	72,5	70,0	70,3
21/3/2022	ημ. 94	63,7	65,1	69,5	71,0	72,3	69,1	72,1	71,6	69,1
28/3/2022	ημ. 101	62,7	64,7	70,6	69,5	72,1	65,6	67,0	69,1	62,7
4/4/2022	ημ. 108	59,8	63,0	67,6	64,0	68,9	70,9	69,5	64,8	66,5
11/4/2022	ημ. 115	66,2	67,6	65,7	70,2	69,4	69,8	66,5	73,6	70,8
18/4/2022	ημ. 122	62,5	64,9	62,9	63,2	68,5	65,3	65,2	67,7	63,2
25/4/2022	ημ. 129	59,9	63,9	62,0	68,9	66,1	64,7	67,0	68,7	69,6
2/5/2022	ημ. 136	62,9	63,0	66,0	60,4	64,2	65,9	67,0	52,5	53,7
9/5/2022	ημ. 143	61,4	62,3	64,3	57,8	61,9	62,3	62,9	54,4	54,2
16/5/2022	ημ. 150	52,7	56,0	61,1	54,2	63,8	60,1	50,1	53,1	65,6
23/5/2022	ημ. 157	58,6	61,9	64,0	59,8	67,3	66,4	56,5	58,2	68,7

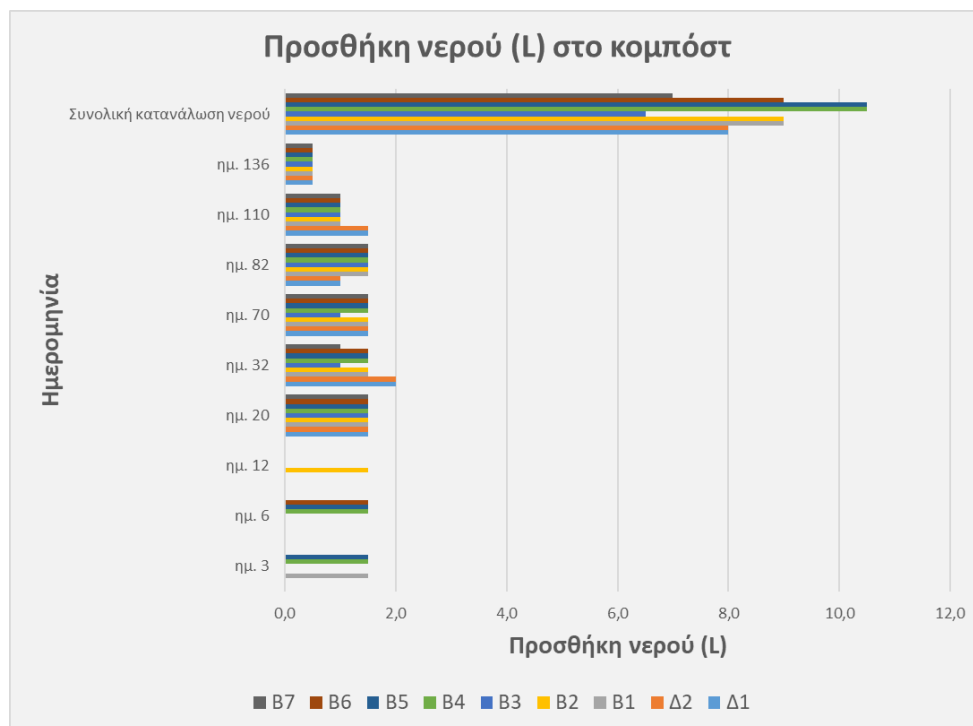


Διάγραμμα 7.2: Μετρήσεις υγρασίας στο κομπόστ

Την μεγαλύτερη κατανάλωση νερού την είχαν τα αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης με κωδικούς B4 και B5 με κατανάλωση 10,5 L και στα δύο, ενώ την μικρότερη την είχε το αυτοσχέδιο βαρέλι με κωδικό B3 με κατανάλωση 6,5 L. Τα δύο διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης είχαν κατανάλωση 8 L.

Πίνακας 7.3: Προσθήκη νερού (L) στο κομπόστ

Ημερομηνία	A/A ημέρες	Δ1	Δ2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
20/12/2021	ημ. 3			1,5			1,5	1,5		
23/12/2021	ημ. 6						1,5	1,5	1,5	
29/12/2021	ημ. 12				1,5					
6/1/2022	ημ. 20	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
18/1/2022	ημ. 32	2	2	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1
25/2/2022	ημ. 70	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5
9/3/2022	ημ. 82	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
6/4/2022	ημ. 110	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1
2/5/2022	ημ. 136	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Συνολική κατανάλωση νερού		8	8	9	9	6,5	10,5	10,5	9	7



Διάγραμμα 7.3: Προσθήκη νερού (L) στο κομπόστ

7.1.3 Μετρήσεις pH

Για το κομπόστ το προτιμώμενο pH είναι από 6,5 έως 8 αλλά η κομποστοποίηση είναι πιθανόν να λειτουργήσει αποτελεσματικά και σε pH μεταξύ 5,5 έως 9. Στο τέλος της διαδικασίας κομποστοποίησης το pH αυξάνεται και κυμαίνεται περίπου 8 έως 8,5.

Στο διαμέρισμα Δ1 του κάδου κομποστοποίησης η υψηλότερη τιμή του pH ήταν 9,5 την 82^η ημέρα και η χαμηλότερη τιμή του ήταν 8,7 την 151^η ημέρα, ενώ στο διαμέρισμα Δ2 το υψηλότερο pH ήταν 9,6 και το χαμηλότερο 8,8 τις ίδιες ημέρες με το διαμέρισμα Δ2.

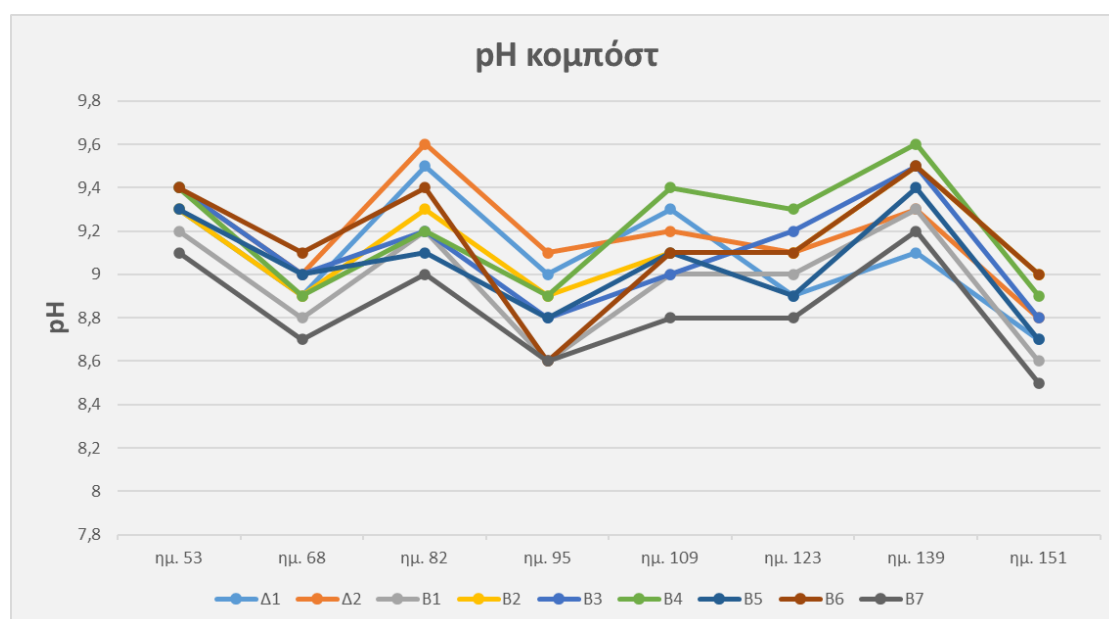
Στο βαρέλι με κωδικό B1 το υψηλότερο pH ήταν την 139^η ημέρα με τιμή 9,3 και το χαμηλότερο pH ήταν την 95^η ημέρα και την 151^η ημέρα με τιμή 8,6. Στο βαρέλι με κωδικό B2 η υψηλότερη τιμή pH ήταν 9,5 την 139^η ημέρα και η χαμηλότερη τιμή του ήταν 8,9 την 68^η και 95^η ημέρα. Στο βαρέλι με κωδικό B3 το υψηλότερο pH ήταν την 139^η ημέρα με τιμή 9,5 και το χαμηλότερο pH ήταν την 95^η ημέρα και την 151^η ημέρα με τιμή 8,8. Στο βαρέλι με κωδικό B4 το υψηλότερο pH ήταν την 139^η ημέρα με τιμή 9,6 και το χαμηλότερο την 68^η, την 95^η και την 151^η ημέρα με τιμή 8,9. Στο βαρέλι με κωδικό B5 η υψηλότερη τιμή του pH ήταν 9,4 την 139^η ημέρα και η χαμηλότερη ήταν 8,7 την 151^η ημέρα. Στο βαρέλι με κωδικό B6 η υψηλότερη τιμή του pH ήταν 9,5 την 139^η ημέρα και η χαμηλότερη τιμή 8,6

την 95^η ημέρα. Στο βαρέλι με κωδικό B7 η υψηλότερη τιμή του pH ήταν 9,2 την 139^η ημέρα και το χαμηλότερο pH με τιμή 8,5 την 151^η ημέρα.

Στην τελευταία μέτρηση (151^η ημέρα) του pH στην οποία το κομπόστ είναι θεωρητικά ώριμο παρατηρήθηκε ότι στα διαμερίσματα Δ1 και Δ2 του κάδου κομποστοποίησης όπως και στα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης οι τιμές του pH βρίσκονταν εντός των ορίων κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης (Πίνακας 7.4 και Διάγραμμα 7.4).

Πίνακας 7.4: Μετρήσεις pH στο κομπόστ

Ημερομηνία	A/A ημέρες	Δ1	Δ2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
8/2/2022	ημ. 53	9,3	9,4	9,2	9,3	9,4	9,4	9,3	9,4	9,1
23/2/2022	ημ. 68	8,9	9	8,8	8,9	9	8,9	9	9,1	8,7
9/3/2022	ημ. 82	9,5	9,6	9,2	9,3	9,2	9,2	9,1	9,4	9
22/3/2022	ημ. 95	9	9,1	8,6	8,9	8,8	8,9	8,8	8,6	8,6
5/4/2022	ημ. 109	9,3	9,2	9	9,1	9	9,4	9,1	9,1	8,8
19/4/2022	ημ. 123	8,9	9,1	9	9,1	9,2	9,3	8,9	9,1	8,8
5/5/2022	ημ. 139	9,1	9,3	9,3	9,5	9,5	9,6	9,4	9,5	9,2
17/5/2022	ημ. 151	8,7	8,8	8,6	9	8,8	8,9	8,7	9	8,5



Διάγραμμα 7.4: Μετρήσεις pH στο κομπόστ

7.1.4 Μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) αντικατοπτρίζει το βαθμό αλατότητας του κομπόστ και υποδηλώνει πιθανές φυτοτοξικές και φυτοανασταλτικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών. Ενώ το κομπόστ με χαμηλή EC μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας, το κομπόστ με υψηλή EC πρέπει να αναμιχθεί με άλλου είδους υλικά που χρησιμοποιούνται ως υπόστρωμα με χαμηλή αγωγιμότητα πριν χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια.

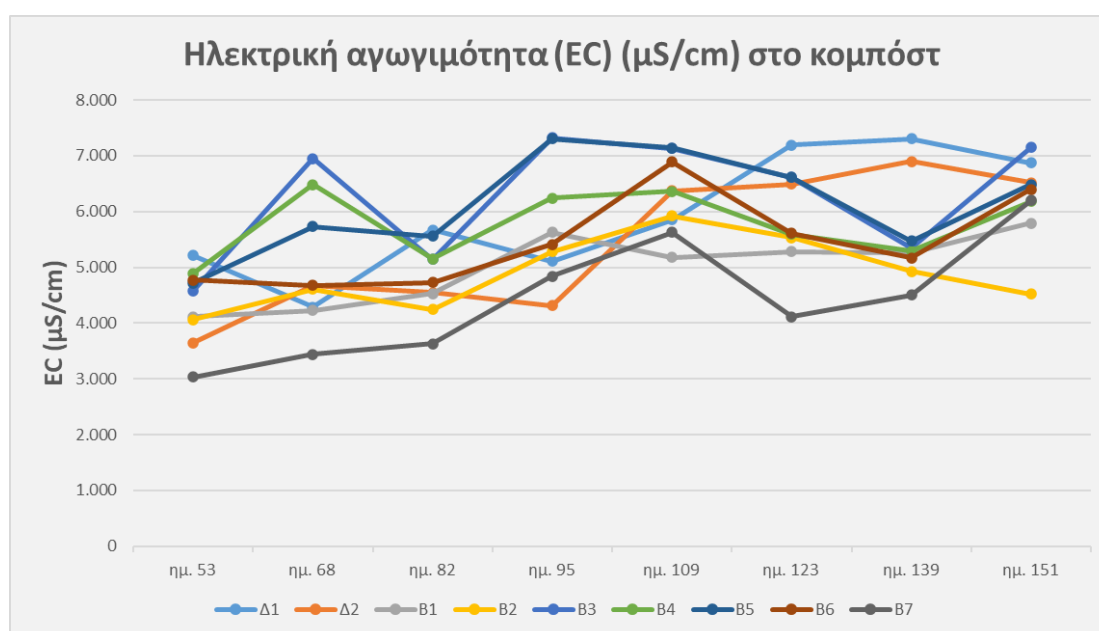
Στο διαμέρισμα Δ1 του κάδου κομποστοποίησης η υψηλότερη τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) ήταν 7.300μS/cm την 139^η ημέρα και η χαμηλότερη τιμή της ήταν 4.290μS/cm την 68^η ημέρα. Στο διαμέρισμα Δ2 η υψηλότερη τιμή της EC ήταν 6.900μS/cm την 139^η ημέρα και η χαμηλότερη τιμή ήταν 3.650μS/cm την 53^η ημέρα.

Στο βαρέλι με κωδικό B1 η υψηλότερη τιμή της EC ήταν την 151^η ημέρα με τιμή 5.790μS/cm και η χαμηλότερη ήταν την 53^η ημέρα με τιμή 4.110μS/cm. Στο βαρέλι με κωδικό B2 η υψηλότερη τιμή της EC ήταν την 109^η ημέρα με τιμή 5.920μS/cm και η χαμηλότερη τιμή ήταν 4.060μS/cm την 53^η ημέρα. Στο βαρέλι με κωδικό B3 η υψηλότερη τιμή της EC ήταν την 95^η ημέρα με 7.320μS/cm και η χαμηλότερη την 53^η ημέρα με 4.580μS/cm. Στο βαρέλι με κωδικό B4 η υψηλότερη τιμή της EC ήταν την 68^η ημέρα με τιμή 6.480μS/cm και την χαμηλότερη την 53^η ημέρα με τιμή 4.890μS/cm. Στο βαρέλι με κωδικό B5 η υψηλότερη τιμή της EC ήταν την 95^η ημέρα με τιμή 7.300μS/cm και η χαμηλότερη ήταν την 53^η ημέρα με τιμή 4.720μS/cm. Στο βαρέλι με κωδικό B6 η υψηλότερη τιμή της EC ήταν την 109^η ημέρα με τιμή 6.890μS/cm και η χαμηλότερη την 68^η ημέρα με τιμή 4.680μS/cm. Στο βαρέλι με κωδικό B7 η υψηλότερη τιμή της EC ήταν την 151^η ημέρα με τιμή 6.200μS/cm και η χαμηλότερη την 53^η ημέρα με τιμή 3.030μS/cm.

Στην τελευταία μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) στην οποία το κομπόστ είναι ώριμο παρατηρούμε ότι στα διαμερίσματα Δ1 και Δ2 του κάδου κομποστοποίησης, όπως και στα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) ήταν εκτός σε σχέση με το ανώτατο όριο των 4.000μS/cm, αφού οι τιμές της κυμάνθηκαν από 4.520μS/cm έως 7.150μS/cm (Πίνακας 7.5 και Διάγραμμα 7.5).

Πίνακας 7.5: Μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στο κομπόστ

Ημερομηνία	A/A ημέρες	$\Delta 1$	$\Delta 2$	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
8/2/2022	ημ. 53	5.210	3.650	4.110	4.060	4.580	4.890	4.720	4.770	3.030
23/2/2022	ημ. 68	4.290	4.670	4.230	4.610	6.950	6.480	5.730	4.680	3.440
9/3/2022	ημ. 82	5.670	4.550	4.530	4.240	5.140	5.150	5.560	4.730	3.630
22/3/2022	ημ. 95	5.110	4.310	5.630	5.280	7.320	6.240	7.300	5.410	4.840
5/4/2022	ημ. 109	5.850	6.370	5.180	5.920	7.130	6.360	7.140	6.890	5.630
19/4/2022	ημ. 123	7.190	6.490	5.280	5.530	6.610	5.590	6.610	5.610	4.110
5/5/2022	ημ. 139	7.300	6.900	5.260	4.930	5.350	5.290	5.470	5.170	4.500
17/5/2022	ημ. 151	6.870	6.520	5.790	4.520	7.150	6.180	6.480	6.400	6.200



Διάγραμμα 7.5: Μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) ($\mu\text{S}/\text{cm}$) στο κομπόστ

7.1.5 Έλεγχος φυτοτοξικότητας

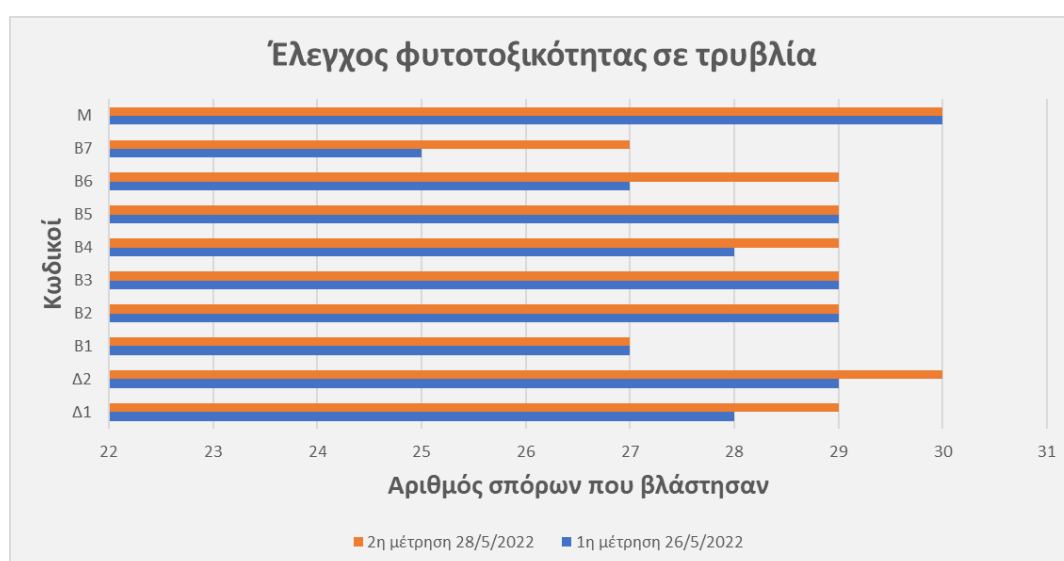
Οι σπόροι κάρδαμου τοποθετήθηκαν σε τρυβλία στο εργαστήριο της θρέψης και σε δίσκους σποράς στο θερμοκήπιο στο σύστημα υδρονέφωσης στις 23/5/2022 για τον έλεγχο της φυτοτοξικότητας. Στις 26/5/2022 (3 ημέρες μετά) πραγματοποιήθηκε η πρώτη μέτρηση, ενώ η δεύτερη μέτρηση έγινε στις 28/5/2022 (5 ημέρες μετά).

Τα ποσοστά βλαστικότητας των σπόρων κάρδαμου στα τρυβλία ήταν πολύ υψηλά και στις δύο μετρήσεις, τα οποία κυμάνθηκαν σε ποσοστό από 90-100% (2^η μέτρηση) και στους 7 κωδικούς των αυτοσχέδιων βαρελιών κομποστοποίησης, καθώς και στα διαμερίσματα $\Delta 1$ και $\Delta 2$ του κάδου κομποστοποίησης. Ο μάρτυρας (M) με απιονισμένο νερό είχε 100% βλαστικότητα και στις δύο μετρήσεις (Πίνακας 7.6 και Διάγραμμα 7.6).

Στον έλεγχο της φυτοτοξικότητας που έγινε σε δίσκους σποράς στο σύστημα υδρονέφωσης στους κωδικούς των βαρελιών B3, B4, B5 και B7 παρατηρήθηκε σχετικά χαμηλή βλαστικότητα με ποσοστό 70-83% (2^η μέτρηση) σε σχέση με τους υπόλοιπους κωδικούς των βαρελιών B1, B2, B6 με ποσοστό 93-100%. Στα δύο διαμερίσματα Δ1 και Δ2 του κάδου κομποστοποίησης τα ποσοστά βλαστικότητας στην 1^η μέτρηση κυμάνθηκαν από 87-93% και στην 2^η από 90-93%. Ο μάρτυρας που ήταν μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (M) παρουσίασε 100% βλαστικότητα και στις δύο μετρήσεις (Πίνακας 7.7 και Διάγραμμα 7.7).

Πίνακας 7.6: Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ σε τρυβλία και ποσοστά βλάστησης των σπόρων καρδάμου

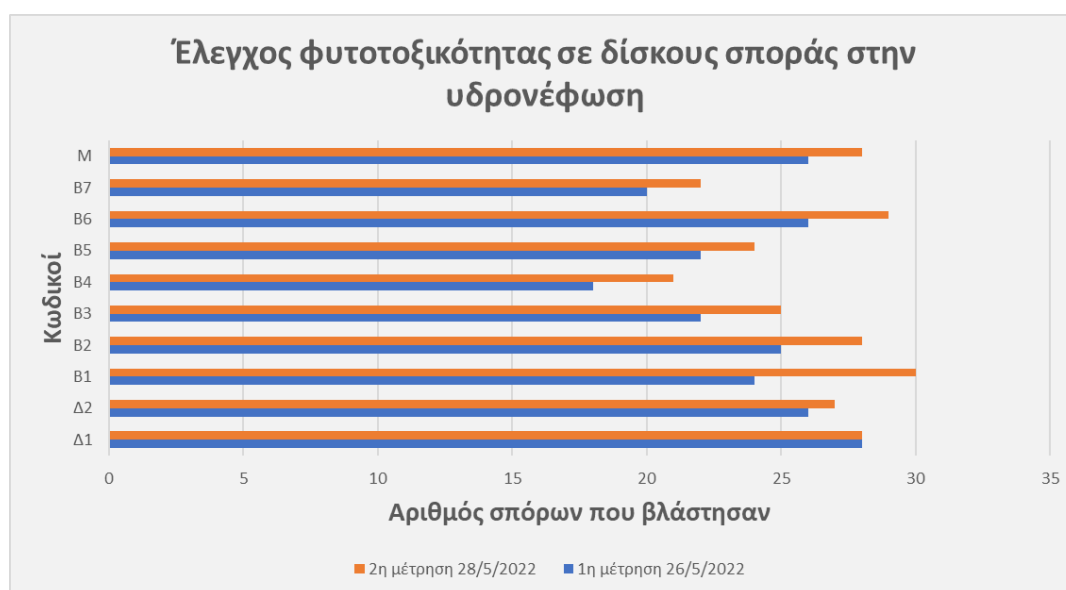
Κωδικός	1η μέτρηση 26/5/2022	Ποσοστό βλάστησης (%)	2η μέτρηση 28/5/2022	Ποσοστό βλάστησης (%)
Δ1	28	93	29	97
Δ2	29	97	30	100
B1	27	90	27	90
B2	29	97	29	97
B3	29	97	29	97
B4	28	93	29	97
B5	29	97	29	97
B6	27	90	29	97
B7	25	83	27	90
M (απιονισμένο νερό)	30	100	30	100



Διάγραμμα 7.6: Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ σε τρυβλία με σπόρους καρδάμου

Πίνακας 7.7: Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ σε δίσκους σποράς στην υδρονέφωση και ποσοστά βλάστησης των σπόρων καρδάμου

Κωδικοί	1η μέτρηση 26/5/2022	Ποσοστό βλάστησης (%)	2η μέτρηση 28/5/2022	Ποσοστό βλάστησης (%)
Δ1	28	93	28	93
Δ2	26	87	27	90
B1	24	80	30	100
B2	25	83	28	93
B3	22	73	25	83
B4	18	60	21	70
B5	22	73	24	80
B6	26	87	29	97
B7	20	67	22	73
M (τύρφη + περλίτης 1:1)	26	87	28	93



Διάγραμμα 7.7: Έλεγχος φυτοτοξικότητας του κομπόστ σε δίσκους σποράς στην υδρονέφωση

7.2 Αποτελέσματα μετρήσεων στο αμπέλι

Η μεταφύτευση των φυτών αμπέλου στις γλάστρες έγινε στις 15/6/2022 (ημέρα 0) και η μεταφορά τους στους πάγκους του θερμοκηπίου έγινε στις 21/6/2022 (ημέρα 6).

Στις 3 μεταχειρίσεις των φυτών της αμπέλου κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν αναπτυξιακές μετρήσεις που περιελάμβαναν τις μετρήσεις ύψους των φυτών, τις μετρήσεις του αριθμού των φύλλων τους, τις μετρήσεις του αριθμού των

μεσογονάτιων διαστημάτων τους και τις μετρήσεις της διαμέτρου των βλαστών στα 6cm. Στο τέλος του πειράματος πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις του νωπού και του ξηρού βάρους των φυτών, καθώς και ο προσδιορισμός της φυλλικής τους επιφάνειας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα εξής δεδομένα σε μορφή πινάκων και διαγραμμάτων.

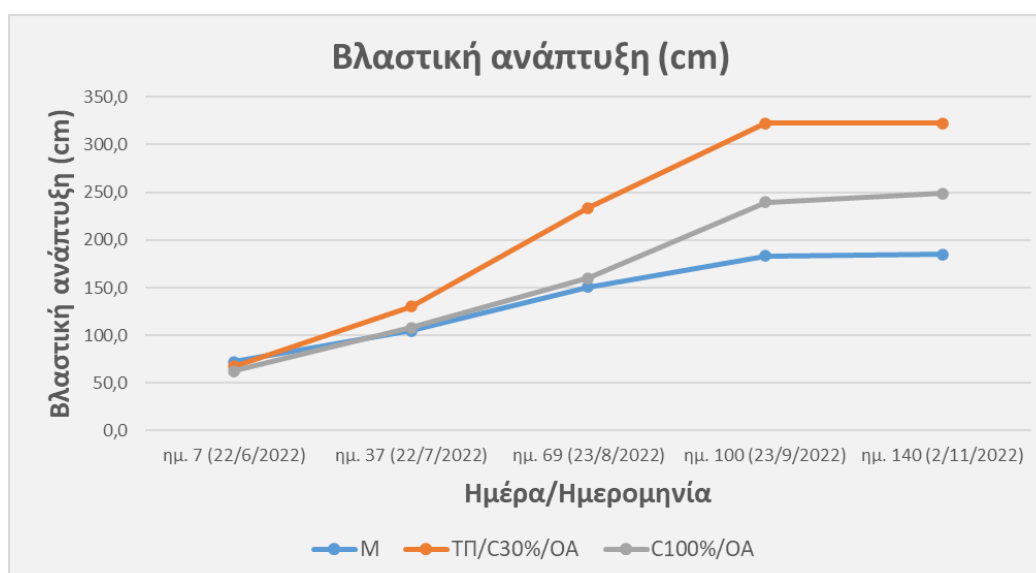
7.2.1 Αναπτυξιακές μετρήσεις

7.2.1.1 Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης

Η μεγαλύτερη ανάπτυξη όσον αφορά τους βλαστούς σε σχέση με το μάρτυρα παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (ΤΠ/С30%/ΟΑ) με 322,7 cm. Ανάπτυξη παρατηρήθηκε και στη μεταχείριση με 100% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (C100%/ΟΑ) με βλαστική ανάπτυξη 248,7cm. Η μεταχείριση του μάρτυρα με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (M) είχε βλαστική ανάπτυξη 184,9cm (Πίνακας 7.8 και Διάγραμμα 7.8).

Πίνακας 7.8: Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης (σε cm)

	1η μέτρηση	2η μέτρηση	3η μέτρηση	4η μέτρηση	5η μέτρηση
Μεταχειρίσεις Α/Α ημέρες	ημ. 7 (22/6/2022)	ημ. 37 (22/7/2022)	ημ. 69 (23/8/2022)	ημ. 100 (23/9/2022)	ημ. 140 (2/11/2022)
M	72,5	104,5	151,0	183,4	184,9
ΤΠ/С30%/ΟΑ	67,3	130,3	233,3	322,7	322,7
C100%/ΟΑ	62,7	108,0	160,0	239,7	248,7



Διάγραμμα 7.8: Μετρήσεις βλαστικής ανάπτυξης (σε cm)

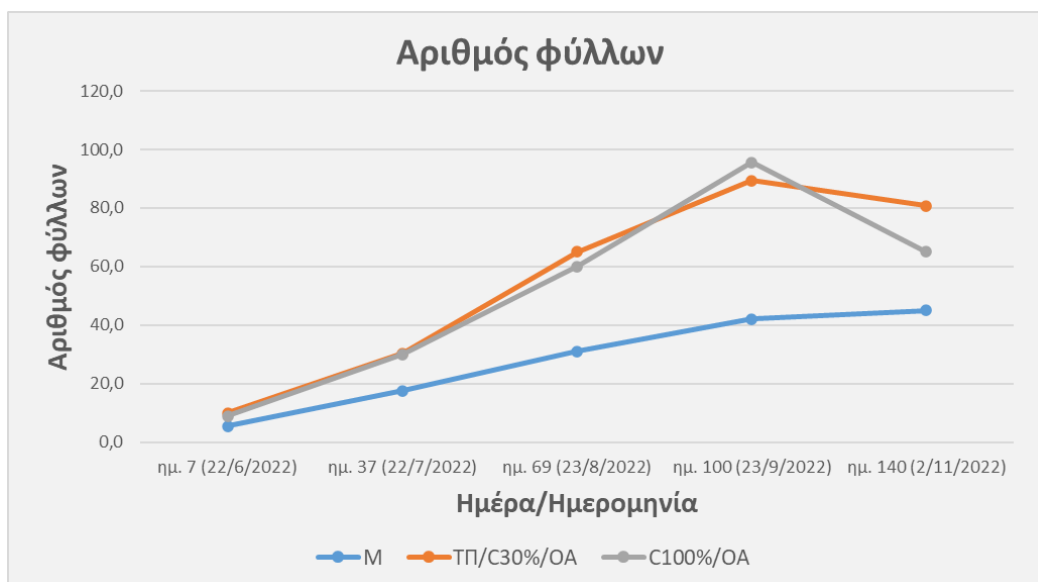
7.2.1.2 Μετρήσεις αριθμού φύλλων

Η μεγαλύτερη αύξηση όσον αφορά τον αριθμό των φύλλων σε σχέση με το μάρτυρα παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (ΤΠ/С30%/ΟΑ) με αριθμό φύλλων 80,7. Αύξηση παρατηρήθηκε και στη μεταχείριση με 100% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (C100%/ΟΑ) με αριθμό φύλλων 65. Η μεταχείριση του μάρτυρα με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (M) είχε αριθμό φύλλων 45.

Σημαντικό είναι να επισημανθεί ότι στη μεταχείριση με 100% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (C100%/ΟΑ) παρατηρήθηκε έντονη φυλλόπτωση από την 100^η ημέρα μέχρι την 140^η ημέρα (τελευταία μέτρηση), πιθανών λόγω προβλημάτων που δημιουργήθηκαν από το κομπόστ (Πίνακας 7.9 και Διάγραμμα 7.9).

Πίνακας 7.9: Μετρήσεις αριθμού φύλλων

	1η μέτρηση	2η μέτρηση	3η μέτρηση	4η μέτρηση	5η μέτρηση
Μεταχειρίσεις Α/Α ημέρες	ημ. 7 (22/6/2022)	ημ. 37 (22/7/2022)	ημ. 69 (23/8/2022)	ημ. 100 (23/9/2022)	ημ. 140 (2/11/2022)
M	5,5	17,5	31,0	42,0	45,0
ΤΠ/С30%/ΟΑ	10,0	30,3	65,0	89,3	80,7
C100%/ΟΑ	9,0	30,0	60,0	95,7	65,0



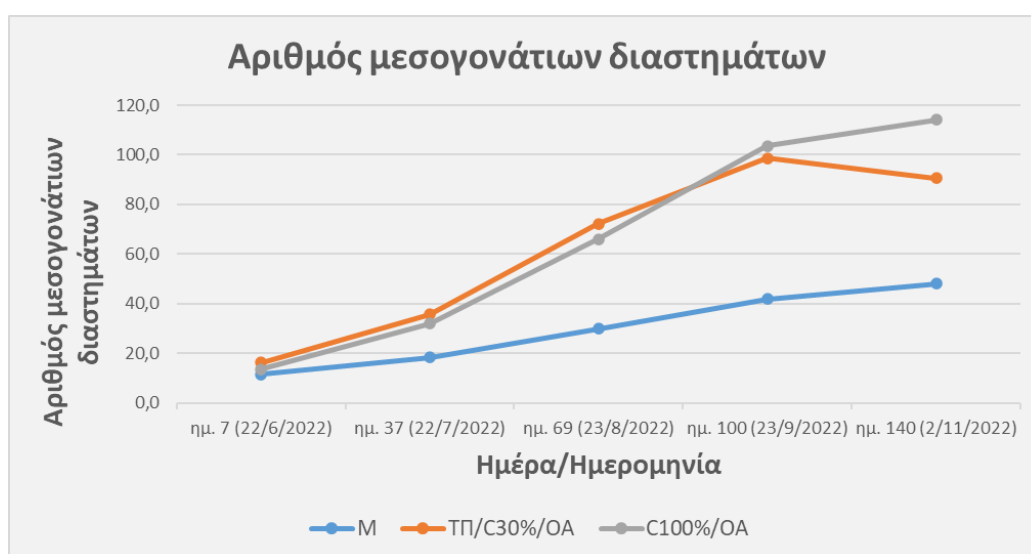
Διάγραμμα 7.9: Μετρήσεις αριθμού φύλλων

7.2.1.3 Μετρήσεις αριθμού μεσογονάτιων διαστημάτων

Η μεγαλύτερη αύξηση όσον αφορά τον αριθμό των μεσογονάτιων διαστημάτων σε σχέση με το μάρτυρα παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με 100% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (C100%/OA) με αριθμό μεσογονάτιων διαστημάτων 114. Αύξηση παρατηρήθηκε και στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (ΤΠ/C30%/OA) με αριθμό μεσογονάτιων διαστημάτων 90,7. Η μεταχείριση του μάρτυρα με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (M) είχε αριθμό μεσογονάτιων διαστημάτων 48 (Πίνακας 7.10 και Διάγραμμα 7.10).

Πίνακας 7.10: Μετρήσεις αριθμού μεσογονάτιων διαστημάτων

	1η μέτρηση	2η μέτρηση	3η μέτρηση	4η μέτρηση	5η μέτρηση
Μεταχειρίσεις Α/Α ημέρες	ημ. 7 (22/6/2022)	ημ. 37 (22/7/2022)	ημ. 69 (23/8/2022)	ημ. 100 (23/9/2022)	ημ. 140 (2/11/2022)
M	11,5	18,5	30,0	42,0	48,0
ΤΠ/C30%/OA	16,3	35,7	72,3	98,7	90,7
C100%/OA	13,7	32,0	66,0	103,7	114,0



Διάγραμμα 7.10: Μετρήσεις αριθμού μεσογονάτιων διαστημάτων

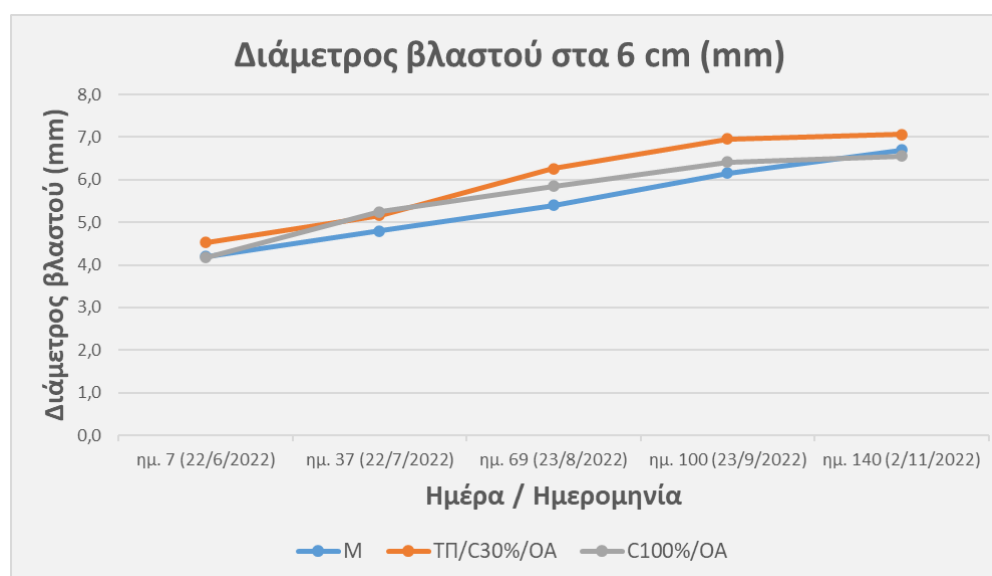
7.2.1.4 Μετρήσεις διαμέτρου βλαστού στα 6cm

Η μεγαλύτερη αύξηση όσον αφορά τη διαμέτρου βλαστού στα 6cm στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (ΤΠ/C30%/OA) με τιμή 7,1mm. Μικρή μείωση παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με 100% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (C100%/OA) με τιμή 6,6mm. Η μεταχείριση του μάρτυρα με

μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (M) είχε διαμέτρου βλαστού 6,7mm (Πίνακας 7.11 και Διάγραμμα 7.11).

Πίνακας 7.11: Μετρήσεις διαμέτρου βλαστού στα 6cm (σε mm)

	1η μέτρηση	2η μέτρηση	3η μέτρηση	4η μέτρηση	5η μέτρηση
Μεταχειρίσεις Α/Α ημέρες	ημ. 7 (22/6/2022)	ημ. 37 (22/7/2022)	ημ. 69 (23/8/2022)	ημ. 100 (23/9/2022)	ημ. 140 (2/11/2022)
M	4,2	4,8	5,4	6,2	6,7
ΤΠ/С30%/ΟΑ	4,5	5,2	6,3	7,0	7,1
С100%/ΟΑ	4,2	5,2	5,8	6,4	6,6



Διάγραμμα 7.11: Μετρήσεις διαμέτρου βλαστού στα 6cm (σε mm)

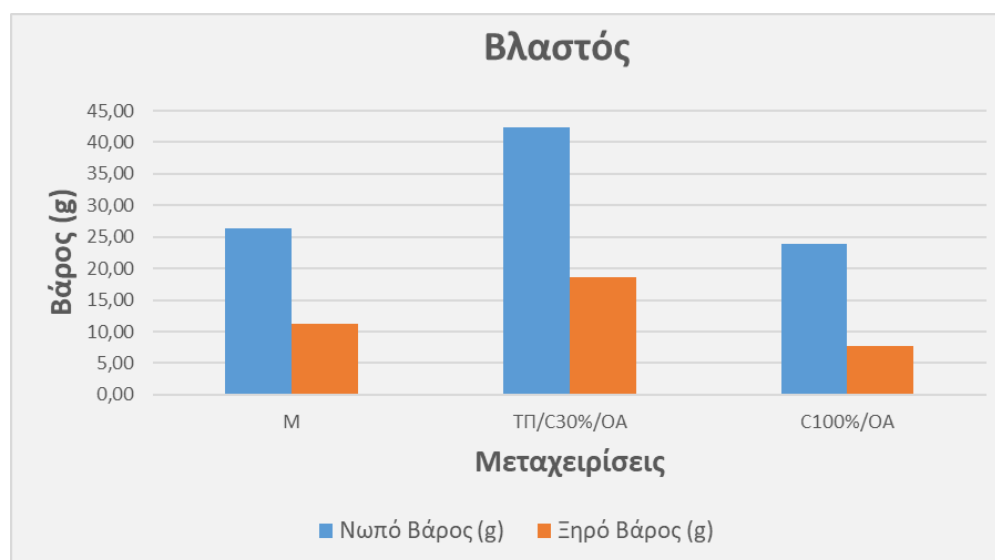
7.2.2 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους

7.2.2.1 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών

Το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών σε σχέση με τον μάρτυρα ήταν στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (ΤΠ/С30%/ΟΑ) με τιμές 42,35g και 18,6g αντίστοιχα. Μείωση παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με 100% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίητη (С100%/ΟΑ) με τιμές νωπού και ξηρού βάρους 23,89g και 7,75g αντίστοιχα. Η μεταχείριση του μάρτυρα που είχε ως υπόστρωμα μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (M) είχε 26,32g νωπό και 11,26g ξηρό βάρος (Πίνακας 7.12 και Διάγραμμα 7.12).

Πίνακας 7.12: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των βλαστών

Μεταχειρίσεις	Νωπό Βάρος (g)	Ξηρό Βάρος (g)
M	26,32	11,26
ΤΠ/С30%/ΟΑ	42,35	18,60
С100%/ΟΑ	23,89	7,75



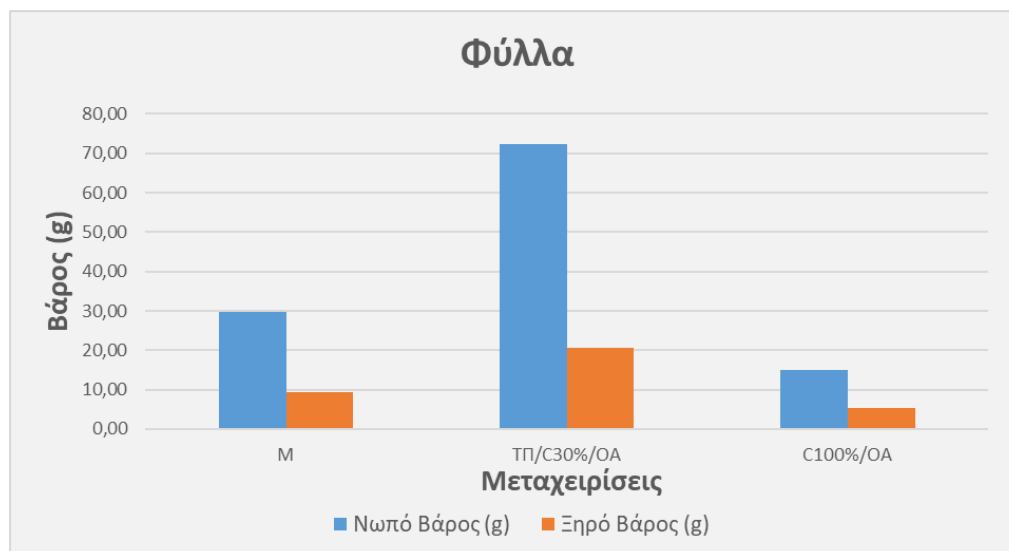
Διάγραμμα 7.12: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των βλαστών

7.2.2.2 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των φύλλων

Το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων σε σχέση με τον μάρτυρα ήταν στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτης σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίησητη (ΤΠ/С30%/ΟΑ) με τιμές 72,42g και 20,49g αντίστοιχα. Μείωση παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με 100% κομπόστ το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίησητη (С100%/ΟΑ) με τιμές νωπού και ξηρού βάρους 14,86g και 5,34g αντίστοιχα. Η μεταχείριση του μάρτυρα (M) που είχε ως υπόστρωμα μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 είχε 29,81g νωπό και 9,28g ξηρό βάρος (Πίνακας 7.13 και Διάγραμμα 7.13).

Πίνακας 7.13: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των φύλλων

Μεταχειρίσεις	Νωπό Βάρος (g)	Ξηρό Βάρος (g)
M	29,81	9,28
ΤΠ/С30%/ΟΑ	72,42	20,49
С100%/ΟΑ	14,86	5,34



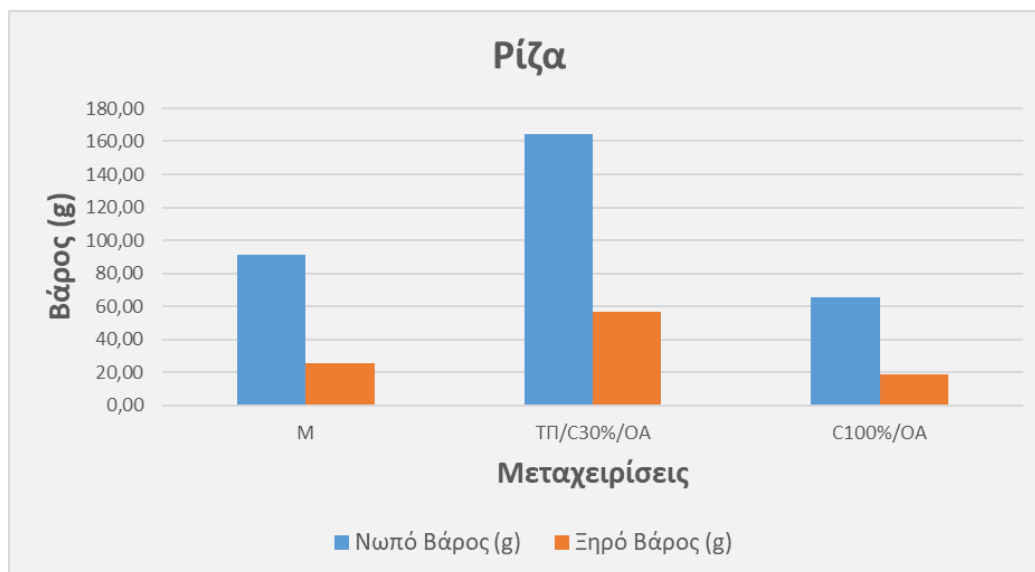
Διάγραμμα 7.13: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των φύλλων

7.2.2.3 Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους των ριζών

Το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος των ριζών σε σχέση με τον μάρτυρα ήταν στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίησητη (ΤΠ/С30%/ΟΑ) με τιμή 164,41g και 56,82g αντίστοιχα. Μείωση παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με 100% κομπόστ το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίησητη (C100%/ΟΑ) με τιμές νωπού και ξηρού βάρους 65,71g και 18,76g αντίστοιχα. Η μεταχείριση του μάρτυρα με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 (M) είχε τιμή 91,33g νωπού και 25,55g ξηρού βάρους (Πίνακας 7.14 και Διάγραμμα 7.14).

Πίνακας 7.14: Μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους (g) των ριζών

Μεταχειρίσεις	Νωπό Βάρος (g)	Ξηρό Βάρος (g)
M	91,33	25,55
ΤΠ/С30%/ΟΑ	164,41	56,82
C100%/ΟΑ	65,71	18,76



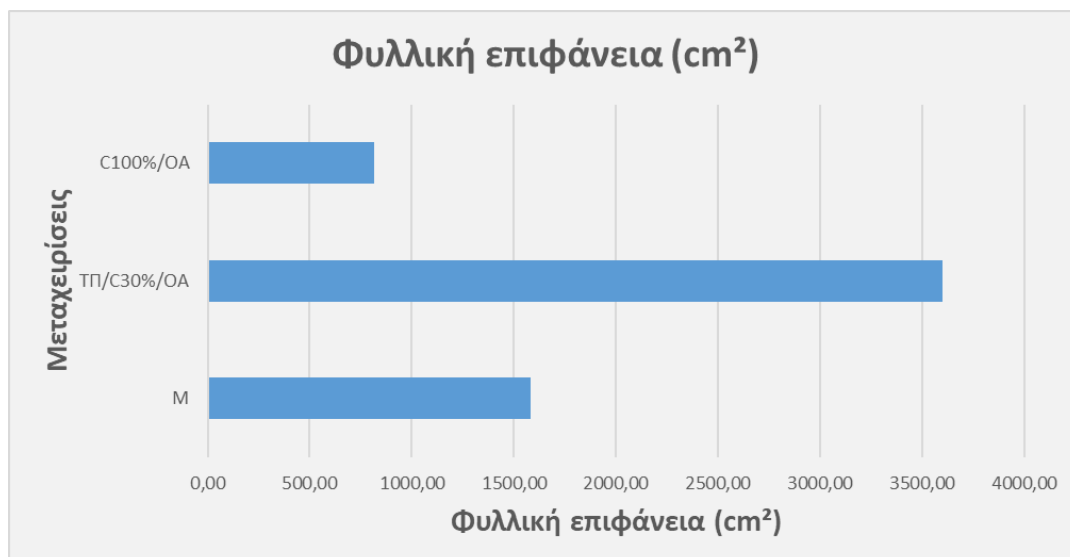
Διάγραμμα 7.14: Μετρήσεις νοπού και ξηρού βάρους (g) των ριζών

7.2.3 Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας

Η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τον μάρτυρα ήταν στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποϊήτη (ΤΠ/С30%/ΟΑ) με τιμή 3598,89cm². Μείωση παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με 100% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποϊήτη (С100%/ΟΑ) με τιμή 814,89cm². Η μεταχείριση του μάρτυρα με υπόστρωμα μίγμα με τύρφη και περλίτη σε αναλογία 1:1 είχε φυλλική επιφάνεια 1582,23cm² (Πίνακας 7.15 και Διάγραμμα 7.15).

Πίνακας 7.15: Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας (cm²)

Μεταχειρίσεις	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)
M	1582,23
ΤΠ/С30%/ΟΑ	3598,89
С100%/ΟΑ	814,89



Διάγραμμα 7.15: Προσδιορισμός φυλλικής επιφάνειας (cm²)

7.3 Συμπεράσματα

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία σκοπός ήταν η παρασκευή ενός βιοδραστικού οργανικού κομπόστ από καλλιεργητικά υποπροϊόντα βιολογικής αμπελοκαλλιέργειας (κληματίδες, φύλλα και βλαστοί) και από υπολείμματα οινοποιείων (οινολάσπη) και η εφαρμογή του στο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών αμπέλου για την μελέτη της επίδρασής του στην φυσιολογία και την ανάπτυξη των φυτών αυτών τα οποία ήταν καλλιεργημένα σε γλάστρες σε περιβάλλον θερμοκηπίου.

Συμπερασματικά για την παρασκευή του κομπόστ, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα αυτούσιο ή ήταν μέρος των μιγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στις μεταχειρίσεις είναι ότι:

- Στο κομπόστ που υπήρχε στα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης δεν παρατηρήθηκαν τόσο υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με τα δύο διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης. Στο κομπόστ που υπήρχε στον κάδο κομποστοποίησης παρατηρήθηκαν 3 θερμοφιλικές φάσεις με θερμοκρασίες πάνω από 35 °C σε διάστημα περίπου 2 μηνών, ενώ στα αυτοσχέδια βαρέλια παρατηρήθηκαν 2 θερμοφιλικές φάσεις διάρκειας περίπου 1 μηνός. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι δεν διέθεταν θερμομόνωση, όπως ο κάδος κομποστοποίησης και επομένως οι θερμοκρασίες τους να επηρεάστηκαν από την θερμοκρασία περιβάλλοντος του θερμοκηπίου.
- Η περιεκτικότητα σε υγρασία σε μία διαδικασία κομποστοποίησης κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 55 και 65%. Σημαντική αναστολή της μικροβιολογικής

δραστηριότητας συμβαίνει όταν οι τιμές πέφτουν κάτω από 30-35% και κάθε μικροβιακή δραστηριότητα παύει όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι λιγότερη από 8 έως 12%. Στην πράξη, είναι καλό να διατηρείται η περιεκτικότητα σε υγρασία σε επίπεδο άνω του 40%. Αντίθετα, η υπερβολική ποσότητα υγρασίας φράζει τους πόρους οδηγώντας σε αναερόβιες συνθήκες με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της κομποστοποίησης και την υποβάθμιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Στο κομπόστ που υπήρχε στα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης και στα 2 διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης το ποσοστό της υγρασίας αρκετές χρονικές περιόδους ξεπερνούσε το 65% επιβραδύνοντας πιθανώς την κομποστοποίηση.

- Για το κομπόστ το προτιμώμενο pH είναι από 6,5 έως 8 αλλά η κομποστοποίηση είναι πιθανόν να λειτουργήσει αποτελεσματικά και σε pH μεταξύ 5,5 έως 9. Στο τέλος της διαδικασίας κομποστοποίησης το pH αυξάνεται και κυμαίνεται περίπου 8 έως 8,5. Στο τέλος της διαδικασίας της κομποστοποίησης το pH στα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης και στα δύο διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης βρίσκονταν εντός των ορίων (8-8,5).
- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) αντικατοπτρίζει το βαθμό αλατότητας του κομπόστ και υποδηλώνει πιθανές φυτοτοξικές και φυτοανασταλτικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών. Ενώ το κομπόστ με χαμηλή EC μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας, το κομπόστ με υψηλή EC πρέπει να αναμιχθεί με άλλου είδους υλικά που χρησιμοποιούνται ως υπόστρωμα με χαμηλή αγωγιμότητα πριν χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια. Η άμπελος αν και είναι φυτό μέτριας ευαισθησίας στην αλατότητα κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να υποστεί σημαντικές ζημιές. Τα εδάφη - υποστρώματα που αναπτύσσονται τα φυτά χαρακτηρίζονται ως αλατούχα όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μεγαλύτερη από 4 dSm^{-1} . Στο τέλος της διαδικασίας της κομποστοποίησης η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης και στα δύο διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης ήταν πολύ υψηλή ξεπερνώντας το όριο των 4 dSm^{-1} .
- Τα ποσοστά βλαστικότητας των σπόρων κάρδαμου στα τρυβλία και στους δίσκους σποράς ήταν πολύ υψηλά τόσο για τα 7 αυτοσχέδια βαρέλια κομποστοποίησης όσο και για τα 2 διαμερίσματα του κάδου κομποστοποίησης, δηλώνοντας την ωρίμανση του κομπόστ.

Συμπερασματικά για την ανάπτυξη των φυτών αμπέλου σε γλάστρες είναι ότι:

- Θετική επίδραση του κομπόστ σε σχέση με την μεταχείριση του μάρτυρα (Μ) με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 παρατηρήθηκε στη μεταχείριση με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 και 30% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίησητη (ΤΠ/С30%/ΟΑ) έχοντας την μεγαλύτερη ανάπτυξη από όλες τις μεταχειρίσεις.
- Την μικρότερη ανάπτυξη σε σχέση με την μεταχείριση του μάρτυρα (Μ) με μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1:1 είχε η μεταχείριση με 100% κομπόστ επί του μίγματος το οποίο περιείχε 10% οινολάσπη ατροποποίησητη (C100%/ΟΑ).

Συνεπώς, τα καλλιεργητικά υποπροϊόντα μιας βιολογικής αμπελοκαλλιέργειας (κληματίδες, φύλλα και βλαστοί), όπως και τα υπολείμματα των οινοποιείων (οινολάσπη) μπορούν να μετατραπούν σε ένα βιοδραστικό οργανικό κομπόστ μέσω της κομποστοποίησής τους και να εφαρμοστεί στο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών αμπέλου σε συνθήκες θερμοκηπίου, με την προϋπόθεση ότι χρειάζεται να αναμιχθεί με άλλου είδους υλικά που χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα πριν χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια, καθώς έχει φυτοτοξικές και φυτοανασταλτικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών (όταν χρησιμοποιείται αυτούσιο) λόγω των φυσικοχημικών του ιδιοτήτων.

Βιβλιογραφία

- Bosiljkov, T., Dujmić, F., Cvjetko Bubalo, M., Hribar, J., Vidrih, R., Brnčić, M., Zlatic, E. 2017. Radojčić Redovniković, I.; Jokić, S. Natural deep eutectic solvents and ultrasound assisted extraction: Green approaches for extraction of wine lees anthocyanins. *Food Bioprod. Process.*102, 195-203.
- Brady N. C. and Weil R. R., 2011. *Εδαφολογία, η φύση και οι ιδιότητες των εδαφών*. Εκδόσεις: Έμβρυο. Αθήνα.
- Chen L., De Haro Marti M., Moore M. and Falen C., 2011. *The Composting Process*. University of Idaho.
- Deberoldi M., Vallini G. and Pera A., 1983. The biology of composting: A review. *Waste Management & Research*, 1(2), 157-176.
- Delteil D., 2002. Working with lees: key elements to wine maturing, *Australian Grape grower and Winemaker*, 30th Annual Technical Issue 461, pp. 104-108
- Diaz L.F., De Bertoldi M., Bidlingmaier W., 2007. *Compost Science and Technology*. Elsevier Science
- Finstein M. S., Cirello J., MacGregor S. T., Miller F. C., Suller D. J. and Strom P. F., 1980. Discussion of Haug R.T. Engineering principles of sludge composting. *J. Water Poll. Control Fed.*, 52,2037–2042.
- Gao M., Li B., Yu A., Liang F., Yang L. and Sun Y., 2010. The effect of aeration rate on forced-aeration composting of chicken manure and sawdust. *Bioresource Technology*, 101 (6), 1899-1903.
- Gondek M., Weindorf D. C., Thiel C. and Kleinheinz G., 2020. Soluble Salts in Compost and Their Effects on Soil and Plants: a review. *Compost Sci. Util.* 28 (2), 59-75.
- Guo R., Li G., Jiang T., Schuchardt F., Chen T., Zhao Y. and Shen Y., 2012. Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. *Bioresource Technology*, 112, 171-178.
- Haug T. R., 1993. *The Practical Handbook of composting engineering*. Lewis publishers. 2-17, 21-93, 129-147. U.S.A.
- Hofmann J. B., Kopfer P. και Werner A., 2003. *Αμπελουργία: βιολογική καλλιέργεια*. Εκδόσεις: Ψύχαλος. Αθήνα.

- Hwang J. Y., Shyu Y. S., Hsu C. K., 2009. Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream, *LWT – Food Science and Technology*, vol. 42, 2009, pp. 312-318 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.03.008>
- Jara-Palacios M.J., 2019. Wine Lees as a Source of Antioxidant Compounds <https://www.mdpi.com/2076-3921/8/2/45/htm>.
- Jones G. V. and Hellman E., 2003. Site Assessment: in “Oregon Viticulture” Hellman, E. (ed.), 5th Edition, Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, pp. 44–50.
- Kumar M., Ou Y. L. and Lin J. G., 2010. Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. *Waste Management*, 30 (4), 602-609.
- Langarica-Fuentes A., Zafar U., Heyworth A., Brown T., Fox G. and Robson G. D., 2014. Fungal succession in an in-vessel composting system characterized using 454 pyrosequencing. *FEMS Microbiology Ecology*, 88 (2), 296-308.
- Lohri C. R., Diener S., Zabaleta I., Martina A. and Zurbrügg C., 2017. Treatment technologies for urban solid biowaste to create value products: a review with focus on low- and middle-income settings. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*.
- MacGregor S. T., Miller F. C., Psarianos K. M. and Finstein M. S., 1981. Composting process control based on interaction between microbial heat output and temperature. *Appl. Environ. Microbiol.*, 39, 1000–1009.
- Nerantzis E. and Tataridis P., 2006. Integrated Enology Utilization of winery by-products into high added value products. *J. Sci. Tech.* https://www.researchgate.net/publication/237699859_Integrated_Enology_Utilization_of_winery_by-products_into_high_added_value_products
- Perez-Bibbins B., Torrado-Agrasarc A., Salgado J.M., Oliveira R.P.d.S., Dominguez J.M., 2015. Potential of lees from wine, beer and cider manufacturing as a source of economic nutrients: An overview, *Waste Management*, vol. 40, 2015, pp. 72-81 <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.009>
- Qiao C., Ryan Penton C., Liu C., Tao C., Deng X., Ou Y., Li R., 2020. Patterns of fungal community succession triggered by C/N ratios during composting. *Journal of Hazardous Materials*.

- Rynk R., Van de Kamn M., Singley M. E., Richard T. L., Kolega J. J., Gouin F. R., Laliberty L. Jr., Kay D., Murphy D. W., Hoitink H. A. J. and Brinton W. F., 1992. On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ithaca. NY.
- Savala C. E. N., Omare M. N. and Woomer P. L., 2003. Organic Resource Management in Kenya: Perspectives and Guidelines. Forum for Organic Resource Management and Agricultural Technologies, Nairobi Kenya, 184.
- Seyedbagheri M. M., 2010. Compost: Production, Quality, and Use in Commercial Agriculture. University of Idaho.
- Stentiford E. I., 1996. Composting Control: The Science of Composting, 49-59.
- Teixeira A., Baenas N., Dominguez-Perles R., Barros A., Rosa E., Moreno D. A., Garcia-Viguera C., 2014. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: A review, *International Journal of Molecular Science*, vol. 15, no. 9, 15638-15678 <https://doi.org/10.3390/ijms150915638>
- Tiquia-Arashiro S. M., 2019. Thermophilic Fungi in Composts: Their Role in Composting and Industrial Processes. *Fungi in Extreme Environments: Ecological Role and Biotechnological Significance*, 587-605.
- Trautmann M. Nancy and Krasny E. Marianne, 1997. Composting in the Classroom Scientific Inquiry for High School Students. Publisher: Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa.
- Trautmann N. M. and Marianne K. E., 1998. Composting in the Classroom: Scientific Inquiry for High School Students. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa.
- Venter G., 2017. Different types of hydroponic systems: farming for tomorrow. *Farmer's Weekly*.
- Wright C., Gryganskyi A. P. and Boniti G., 2016. Fungi in Composting. *Fungal Biology*, 3-28.
- Yu H., Xie B., Khan R. and Shen G., 2018. The changes in carbon, nitrogen components and humic substances during organic-inorganic aerobic co-composting. *Bioresource Technology*.
- Zhihui B., Jin B., Li Y., Chen J., Li Z., 2008. Utilization of winery wastes for *Trichoderma viride* biocontrol agent production by solid state fermentation, *Journal of Environmental*

Sciences, vol. 20, Issue 3, 2008, pp. 353-358 [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)60055-8](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60055-8)

Άλκιμος Α., 2000. Κομπόστ, Οικολογικό εργαστήριο χουμοποίησης της Βιομάζας. Εκδόσεις: Ψύχαλος. Αθήνα.

Βαγιάνος Ι., 1983. Πρακτική Αμπελουργία Οινολογία. Εκδόσεις: Ψίχαλου. Αθήνα.

Δασκαλάκη Γ., Κατσούλας Ν., Βλόντζος Γ., Λιβιεράτος Ι., Tchamitchian Μ. και Κίττας Κ., 2013. Ενεργειακή και οικονομική ανάλυση εισροών - εκροών σε θερμοκήπια. Πρακτικά 8ου Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής. Εταιρία Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ). Βόλος. Σελ. 471-474. Διαθέσιμο στο: <https://pdffox.com/powerpoint-pdf-free-k-136979-pdf-free.html>. Προσπελάστηκε: 10/10/2022.

ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή), 2020. Σημαντικότερη οινοποιήσιμη ποικιλία ανά Περιφέρεια. Αριθμός εκμεταλλεύσεων και εκτάσεις. Διαθέσιμο στο: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG63/->. Προσπελάστηκε: 5/12/2022.

ΕΠΠΕΡΑΑ (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη), 2014. Οδηγός λειτουργίας ανοιχτών εγκαταστάσεων κομποστοποίησης (αερόβια επεξεργασία) προδιαλεγμένων βιοαποβλήτων. Διαθέσιμο στο: https://www.thessalia-espa.gr/attachments/article/535/b_odigos.pdf. Προσπελάστηκε: 20/12/2022.

Ευρωπαϊκός Κανονισμός (ΕΚ), 1999. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1493/1999 του Συμβουλίου της 17ης Μαΐου 1999 για την κοινή οργάνωση της αμπελοοινικής αγοράς. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 179 της 14/07/1999 σ. 0001 – 0084. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:31999R1493&from=EN>. Προσπελάστηκε: 14/12/2022.

ΠΕ (Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών), Εγχειρίδιο Υδροπονίας Εκπαιδευτικό Κέντρο Υδροπονίας, 2014, Εκδόθηκε από το Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών, Κύπρος. Διαθέσιμο στο:

[http://www.moa.gov.cy/moa/ari/ari.nsf/all/C810E0B75DCCE0F0C2257B6D003A569D/\\$file/Ydronia_Exeiridio.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/ari/ari.nsf/all/C810E0B75DCCE0F0C2257B6D003A569D/$file/Ydronia_Exeiridio.pdf?openelement) . Προσπελάστηκε: 17/02/2023

Κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΚΕΕ), 2013. Κανονισμός (ΕΕ) με αριθ. 1308/2013 Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 17ης Δεκεμβρίου 2013 για τη θέσπιση κοινής οργάνωσης των αγορών γεωργικών προϊόντων και την κατάργηση των κανονισμών (ΕΟΚ) αριθ. 922/72, (ΕΟΚ) αριθ. 234/79, (ΕΚ) αριθ. 1037/2001 και (ΕΚ) αριθ.

1234/2007 του Συμβουλίου. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=ES>. Προσπελάστηκε: 14/12/2022.

Κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΚΕΕ), 2019. Κανονισμός (ΕΕ) 2019/934 της επιτροπής της 12ης Μαρτίου 2019 για τη συμπλήρωση του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 1308/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τις αμπελοργικές ζώνες στις οποίες ο αλκοολικός τίτλος μπορεί να αυξηθεί, τις εγκεκριμένες οινολογικές πρακτικές και τους περιορισμούς που ισχύουν για την παραγωγή και διατήρηση αμπελοοινικών προϊόντων, το ελάχιστο ποσοστό αλκοόλης για υποπροϊόντα και την απόρριψή τους, και τη δημοσίευση των φακέλων του ΟΙV. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0934&from=EN>.

Προσπελάστηκε: 14/12/2022.

Καρδούλης Γ. Α., 2003. Εγκυκλοπαιδικό Λεξικό Τροφίμων και Ποτών. Εκδόσεις: ιδιωτική. Αθήνα.

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-oinooroiiese-oinos/koine-upourgike-arophase-2919-95506-2017.html>. Προσπελάστηκε: 5/12/2022.

Κούσουλας Ι. Κ., 2002. Αμπελουργία. 2η έκδοση. Εκδόσεις: Εκδοτική Αγροτεχνική και Εμπορική Α.Ε. Αθήνα.

Κωνσταντινίδου Α. και Στεφανόπουλος Ο., 1952. Αποστάγματα οινόπνευμα. Αθήνα.

Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γ., 2005. Θερμοκήπια. 3η Έκδοση. Εκδόσεις: Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα.

Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γ., 2017. Τεχνολογία θερμοκηπίων. Εκδόσεις: Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα.

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

Σάββας Δ., 2011. Καλλιέργειες εκτός εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα.

Σιδηράς Κ. Ν., 1997. Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. Εκδόσεις: Δηώ. Αθήνα.

- Σουφλερός Ε., Ιούνιος 2000. Οινολογία: Επιστήμη και Τεχνογνωσία. Θεσσαλονίκη.
- Σουφλερός Η. Ε., 2000. Οινολογία: Επιστήμη και Τεχνογνωσία. 2η έκδοση. Τόμος Ι. Εκδόσεις: Σουφλερός Η. Ευάγγελος. Θεσσαλονίκη.
- Σπηλιόπουλος Ι., 2008. Βασική Οργανική Χημεία. Εκδόσεις: Σταμούλη.
- Σπηλιόπουλος Ι., Βάκρος Ι. και Ξαπλαντέρη Μ., 2015. Χημεία. Στοιχεία Γενικής, Οργανικής και Βιολογικής Χημείας. Εκδόσεις: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Αθήνα. Διαθέσιμο στο: http://iek-artas.art.sch.gr/openeaclass/modules/document/file.php/VOHTH_FARM_A101/ΧΗΜΕΙΑ%20%281%29.pdf. Προσπελάστηκε: 10/10/2022.
- Σταυρακάκης Ν. Μ., 2019. Αμπελουργία. Εκδόσεις: Έμβρυο. Αθήνα.
- Σταύρακας Ε. Δ., 1998. Μαθήματα Αμπελογραφίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.
- Τσακίρης Α., 2003. Ελληνική Οινολογία. Εκδόσεις: Ψύχαλου. Αθήνα.
- Τσετούρας Λ. Π., 2009. Η τέχνη της Αμπελουργίας, Αμπέλι Οινοποιίας. Εκδόσεις: Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα.
- Χαρτζουλάκης Σ. Κ., 2019. Η Άρδευση των καλλιεργειών. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα.

