



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

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Η επιλογή του υποκειμένου και των αποστάσεων φύτευσης  
ως στρατηγικό μέτρο αύξησης της ανθεκτικότητας του αμπελιού  
στην ξηρασία στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής**

**Ονοματεπώνυμο  
ΕΛΛΗ ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ  
ΑΜ: 161083**

**Επιβλέπων  
Ονοματεπώνυμο: Καθ. Ηλίας Κόρκας**

**ΑΘΗΝΑ 2022**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF FOOD SCIENCE  
DEPARTMENT OF WINE, VINE AND BEVERAGE SCIENCES**

## **BACHELOR THESIS**

**The selection of the rootstock and planting distances  
as a strategic measure to increase the drought resistance  
of the vine in the context of climate change**

**Student name and surname**

**ELLI PAPAKONSTANTINOU**

**Registration Number: 161083**

**Supervisor**

**Name and Surname: Prof. Elias Korkas**

**ATHENS 2022**



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

## **ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

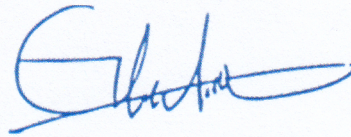
Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο:  
**«Η επιλογή του υποκειμένου και των αποστάσεων φύτευσης  
ως στρατηγικό μέτρο αύξησης της ανθεκτικότητας του αμπελιού στην ξηρασία  
στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής»**  
και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

<b>Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1<sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	<b>Δρ. Κόρκας Ηλίας</b>
<b>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2<sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	<b>Δρ. Μπανίλας Γεώργιος</b>
<b>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3<sup>ο</sup> Μέλους Επιτροπής)</b>	<b>Δρ. Θεοδώρου Νικόλαος</b>

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογράφουσα **ΕΛΛΗ ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ** του **ΧΡΗΣΤΟΥ**, με αριθμό μητρώου **161083** φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής **Επιστημών Τροφίμων** του Τμήματος **Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών** δηλώνω υπεύθυνα ότι:  
«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



**Έλλη Παπακωνσταντίνου**

(Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την επιλογή υποκειμένου και των αποστάσεων φύτευσης στην καλλιέργεια της αμπέλου ως μέτρα ενάντια στην αυξανόμενη ξηρασία που προκαλείται εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Η κλιματική αλλαγή φαίνεται ήδη να επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την γεωργία και ως εκ τούτου και την αμπελουργία, η οποία είναι εξαιρετικά σημαντική για την παγκόσμια οικονομική δραστηριότητα αφού πέραν των επιτραπέζιων σταφυλιών και της σταφίδας, τροφοδοτεί την οινοποιία. Οι συνθήκες στις παρούσες αμπελουργικές ζώνες-Terroir, κατά τα φαινόμενα, θα μετασχηματισθούν με αποτέλεσμα οι καλλιέργειες να πρέπει να ανταπεξέλθουν σε ακραία φαινόμενα ξηρασίας. Στις μη αρδευόμενες ή τις μερικώς αρδευόμενες καλλιέργειες αυτό θα αποτελέσει μια τεράστια πρόκληση, για την αντιμετώπιση της οποίας θα πρέπει να ληφθούν διάφορα μέτρα ώστε τα φυτά να είναι πιο ανθεκτικά σε πιο ξηρές συνθήκες. Αυτό, σύμφωνα με την βιβλιογραφία και τις έρευνες που έχουν γίνει, μπορεί να επιτευχθεί μέσω της επιλογής των αποστάσεων φύτευσης αλλά και της επιλογής του κατάλληλου υποκειμένου κατά περίπτωση. Τα αποτελέσματα της πλειονότητας των ερευνών δείχνουν ότι μεγαλύτερες αποστάσεις φύτευσης ανάμεσα στις σειρές αλλά και ανάμεσα στα φυτά εντός των σειρών συνεπάγονται μικρότερη άντληση της υγρασίας του εδάφους πιο αποδοτική χρήση του υδατικού περιεχομένου. Ακόμη, τα υποκείμενα υψηλής ζωηρότητας παρουσιάζονται πιο ανθεκτικά στην ξηρασία λόγω της ανάπτυξης τους ριζικού τους συστήματος και της αυξημένης φυλλοβολίας.

**Λέξεις κλειδιά:** Κλιματική αλλαγή, υποκείμενο, αποστάσεις φύτευσης, ξηρασία, αμπέλι, *Vitis vinifera*.

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the selection of rootstock and plant spacing in grapevine cultivation as measures against increasing drought caused by climate change. Climate change already appears to be greatly affecting agriculture and therefore viticulture, which is extremely important to global economic activity since, in addition to table grapes and raisins, is the supplier of winemaking. The conditions in the present viticultural zones-Terroir, apparently, will be transformed and as a result the crops will have to cope with extreme droughts. In non-irrigated or partially irrigated crops this will be a huge challenge to deal with, and various measures will have to be taken to make the plants more resistant to drier conditions. This, according to the literature and the researchers conducted, can be achieved through the selection of planting density but also the selection of the appropriate rootstock on a case-by-case basis. The results of the greatest part of research show that sparser plant spacing between rows and between plants within rows result in lower extraction of soil moisture and more efficient use of water content. Furthermore, high vigor rootstocks are more resistant to drought due to the development of their root system and increased foliage.

**Keywords:** Climate change, rootstock, plant spacing, drought, vine, *Vitis vinifera*.

## **Αφιέρωση**

Αφιερώνω την πτυχιακή μου εργασία στον πολυαγαπημένο μου πατέρα ο οποίος έμμεσα με την δράση του με έκανε να λατρέψω αυτόν τον κλάδο, αλλά και στην μητέρα μου η οποία διαρκώς με ενθαρρύνει σε νέες αναζητήσεις και ανακαλύψεις στον χώρο αυτό.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>Αφιέρωση</b> .....	<b>iii</b>
<b>1. Εισαγωγή</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Κλίμα και καλλιέργεια αμπέλου</b> .....	<b>4</b>
2.1. Η αμπελουργία σε παγκόσμιο επίπεδο .....	4
2.2. Αμπελουργικές Περιοχές - Terroir .....	4
2.3. Η επίδραση του κλίματος στην καλλιέργεια της αμπέλου .....	5
2.4. Αμπελουργία και κλιματολογικές συνθήκες.....	6
2.4.1 Θερμοκρασία.....	7
2.4.2 Νερό .....	9
2.4.3 Ηλιακή Ακτινοβολία .....	10
2.4.4 Αγρο-Κλιματικοί Δείκτες και Αμπελουργική Ζώνη .....	11
<b>3. Τα υποκείμενα στην αμπελουργία</b> .....	<b>13</b>
3.1. Βοτανική Ταξινόμηση της Αμπέλου .....	13
3.2. Μορφολογία και Πολλαπλασιασμός .....	13
3.3. Καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα.....	17
3.4. Εμβολιασμός και Υποκείμενα .....	18
3.5. Φυλλοξήρα.....	19
3.6. Ανάπτυξη υποκειμένων αμπέλου .....	21
3.7. Ιδιότητες Υποκειμένων .....	23
3.8. Τα σημαντικότερα υποκείμενα για την Ελληνική αμπελουργία .....	27
3.8.1 Richter No 110 (R110).....	27
3.8.2 140 Ruggeri (140Ru).....	28
3.8.3 1103 Paulsen, (P1103).....	29
3.8.4 41 B .....	30
3.8.5 Ferkal.....	31



3.8.6	Sélection Oppenheim 4 (SO4).....	32
3.8.7	420 A.....	33
3.8.8	Rupestris du lot.....	34
3.8.9	Riparia Gloire de Montpellier .....	35
<b>4.</b>	<b>Στρατηγικά μέτρα ενάντια στην ξηρασία .....</b>	<b>36</b>
4.1.	Επιλογή υποκειμένου ενάντια στην ξηρασία.....	37
4.2.	Αποστάσεις φύτευσης ενάντια στην ξηρασία.....	39
<b>5.</b>	<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>44</b>
6.1.	Ελληνική Βιβλιογραφία.....	44
6.2.	Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	44
6.3.	Διαδικτυακές Πηγές.....	47

# 1. Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την βροχόπτωση και την θερμοκρασία, οι οποίες συνδέονται άμεσα με τις γεωργικές δραστηριότητες και ιδιαίτερα την ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών. Χαρακτηρίζεται από μια συνολική αύξηση των μέσων θερμοκρασιών, μεγάλες ανωμαλίες στα μοτίβα της βροχόπτωσης αλλά και από την αύξηση των ακραίων φαινομένων, όπως κύματα θερμότητας και ψύχους σε περιόδους που παραδοσιακά δεν εμφανιζόντουσαν (Droulia & Charalampopoulos, 2021). Στην περιοχή της Μεσογείου, ο βλαστικός κύκλος της αμπέλου θα πραγματοποιηθεί εξαιτίας των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε θερμότερες και ξηρότερες συνθήκες που επηρεάζουν την παραγωγή βιομάζας, την ωρίμανση των σταφυλιών και τη δυναμική των ασθενειών και των παρασίτων (Van Leeuwen & Darriet, 2016). Η παραγωγή σταφυλιού, κρασιού και σταφίδας επηρεάζεται ήδη ποσοτικά και ποιοτικά, ενώ διαφαίνονται σοβαρές μελλοντικές κοινωνικοοικονομικές.

Οι αλλαγές θερμοκρασίας που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή δεν είναι ομοιογενείς σε όλο τον κόσμο. Οι θερμοκρασίες είναι επί του παρόντος 1°C υψηλότερες κατά μέσο όρο σε σύγκριση με την προβιομηχανική επανάσταση, αλλά η αύξηση μπορεί να είναι ακόμη μεγαλύτερη σε ορισμένες περιοχές (Pachauri et al., 2014). Οι θερμοκρασίες γίνονται όλο και πιο υψηλές κατά την περίοδο της ωρίμανσης των σταφυλιών, όπως φαίνεται από αθροίσματα θερμοκρασίας >30 °C κατά τη διάρκεια 45 ημερών πριν από τη συγκομιδή. Αυτό μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τον ρυθμό και το χρόνο της φαινολογίας του αμπελιού και την τελική ποιότητα των σταφυλιών. Επιπλέον, καθώς οι αυξημένες θερμοκρασίες εντείνουν το φαινόμενο της εξάτμισης που οδηγεί τόσο στη διαπνοή του αμπελιού όσο και στην εξάτμιση του νερού του εδάφους, το υδατικό ισοζύγιο του εδάφους κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου θα γίνεται όλο και πιο αρνητικό. Επιπλέον, ενώ οι ετήσιες βροχοπτώσεις δεν έχουν παρουσιάσει μεγάλη αλλαγή στις μακροπρόθεσμες προγνώσεις, προβλέπονται μεγάλες διακυμάνσεις στα υγρά και ξηρά έτη. Συνολικά, οι αυξημένες θερμοκρασίες που οδηγούν σε υψηλότερες τιμές αναφοράς εξατμισοδιαπνοής και συχνότερα έτη με χαμηλές βροχοπτώσεις προκαλούν και θα συνεχίσουν να προκαλούν πιο έντονες και συχνές συνθήκες ξηρασίας στους αμπελώνες σε όλο τον κόσμο.

Η θερμοκρασία είναι ο κύριος μοχλός της φαινολογίας της αμπέλου και η αυξημένη θερμοκρασία ως συνέπεια της κλιματικής αλλαγής οδηγεί σε πρόωπη φαινολογία. Στην Αλσατία (Γαλλία), σε μια χρονική περίοδο 70 ετών, η άνθηση έχει μετακινηθεί κατά 10 ημέρες νωρίτερα, η ανθοφορία κατά 23 ημέρες, η ωρίμανση κατά 39 ημέρες και η συγκομιδή

κατά 25 ημέρες (Van Leeuwen et al., 2019). Οι Κουφός et al. (2014) έδειξαν επίσης σημαντική μετατόπιση στις ημερομηνίες συγκομιδής αρκετών ποικιλιών σταφυλιού στην Ελλάδα, που κυμαίνονταν από 8 έως 18 ημέρες νωρίτερα τα τελευταία 20-40 χρόνια. Το φαινόμενο συσχετίστηκε σημαντικά με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Παρόμοιες τάσεις παρατηρούνται σε πολλές αμπελουργικές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Οι ολοένα και θερμότερες συνθήκες στο μέλλον θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μια συνολική μετατόπιση των παραδοσιακών ποικιλιών πιο βόρεια, ανατολικά (στο βόρειο ημισφαίριο), προς την ακτή και ψηλά, με πιθανό αποτέλεσμα την ανακατανομή των καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Η φαινολογία ποικίλλει ευρέως μεταξύ των ποικιλιών και οι ποικιλίες που επιλέγονται παραδοσιακά έχουν καλύτερη απόδοση σε μια δεδομένη αμπελουργική περιοχή με βάση τη φαινολογία τους. Με την κλιματική αλλαγή, οι τοπικές ποικιλίες μπορεί να μετατοπισθούν εκτός του ιδανικού χρόνου ωρίμανσης και, κατά συνέπεια, μπορεί να εκτεθούν σε υπερβολικές θερμοκρασίες κατά την ωρίμανση των σταφυλιών. Η συγκομιδή της ποικιλίας Riesling στην Αλσατία (Γαλλία) γινόταν τις δύο πρώτες εβδομάδες του Οκτωβρίου. Σήμερα στην περιοχή, η συγκομιδή γίνεται συνήθως την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου και μερικές φορές ακόμη και στα τέλη Αυγούστου (Van Leeuwen et al., 2019). Αυτή η εξέλιξη μπορεί να είναι επιζήμια για την ποιότητα των σταφυλιών, τα οποία έχουν ολοένα και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ζάχαρη και μπορεί τελικά να γίνουν λιγότερο αρωματικά.

Η κλιματική αλλαγή θα εκθέσει επίσης τα αμπέλια σε αυξημένη ξηρασία, είτε λόγω μειωμένων βροχοπτώσεων είτε λόγω υψηλότερης εξατμισοδιαπνοής εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένες σοδειές, επειδή πολλές παράμετροι απόδοσης επηρεάζονται από την έλλειψη νερού, ιδίως το μέγεθος των μούρων και η γονιμότητα των οφθαλμών (Van Leeuwen et al., 2009).

Αντικείμενο της εργασίας είναι η επιλογή κατάλληλου υποκειμένου καθώς και της κατάλληλης απόστασης φύτευσης για την καταπολέμηση των επιπτώσεων της αυξημένης ξηρασίας που προκαλείται λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η σημασία του θέματος έγκειται στον κρίσιμο ρόλο της αμπέλου σε κοινωνικοοικονομικό επίπεδο σε ολόκληρο τον πλανήτη, και ιδίως στην νότια Ευρώπη και τα μεσογειακά κράτη, καθώς και οι σημαντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που βρίσκεται σε εξέλιξη. Σκοπός της εργασίας είναι να εντοπίσει αρχικά αν η επιλογή κατάλληλου υποκειμένου και η κατάλληλη απόσταση φύτευσης μπορούν αν προσφέρουν λύση στο πρόβλημα της αυξημένης ξηρασίας στην αμπελουργία και κατόπιν να καταδείξει ποιες επιλογές μπορούν κατά περίπτωση να αυξήσουν την ανεκτικότητα του φυτού στην ξηρασία. Οι στόχοι της εργασίας είναι να αναλυθεί η επίδραση

της ξηρασίας στην άμπελο, να αναλυθούν τα διάφορα υποκείμενα που χρησιμοποιούνται στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου, να διευκρινιστεί ο ρόλος των αποστάσεων φύτευσης στην αμπελουργία και τέλος να αναδειχθούν εκείνοι οι συνδυασμοί υποκειμένου-αποστάσεων φύτευσης που αυξάνουν την ανθεκτικότητα του φυτού στην ξηρασία.

Για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, η μέθοδος που θα ακολουθηθεί είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση, καθώς η πειραματική προσέγγιση ενός τέτοιου θέματος θα απαιτούσε μακροχρόνιες διεργασίες, οι οποίες είναι εκτός των πλαισίων μιας πτυχιακής εργασίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η εργασία αυτή στοχεύει να αποτελεί μια συλλογή η οποία θα συγκεντρώνει τις πιθανές και εφικτές λύσεις για την καλλιέργεια της αμπέλου στο πρόβλημα της ξηρασίας, μέσω των παραμέτρων του υποκειμένου και της απόστασης φύτευσης. Στην εισαγωγή παρατίθενται οι προβληματισμοί που οδήγησαν στην επιλογή του θέματος, διευκρινίζεται το θέμα, οι στόχοι και ο σκοπός της εργασίας, καθώς και η μεθοδολογία που ακολουθείται. Στο δεύτερο κεφάλαιο επιχειρείται μια σύνοψη της σημασίας της αμπελουργίας σε παγκόσμιο επίπεδο και ορίζονται οι αμπελουργικές ζώνες- terroir. Επίσης περιγράφεται η φαινολογία της αμπέλου και πως αυτή επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες με κύριους άξονες την θερμοκρασία, την υγρασία, την ηλιοφάνεια και άλλους αμπελουργικούς δείκτες. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η καλλιέργεια της αμπέλου, η εμφάνιση της φυλλοξήρας ως κινητήριο μηχανισμός για την ανάπτυξη των υποκειμένων, τα κύρια χαρακτηριστικά τους και παρατίθενται οι κύριες ποικιλίες αλλά και τα υποκείμενα που καλλιεργούνται στην Ελλάδα. Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί την βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος και περιλαμβάνει έρευνες που μελέτησαν την επίδραση των αποστάσεων φύτευσης και της επιλογής του υποκειμένου στην ανθεκτικότητα της αμπέλου στην ξηρασία. Τέλος, τα συμπεράσματα περιλαμβάνουν τα χρήσιμα πορίσματα που προκύπτουν από την μελέτη του θέματος μαζί με προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

## **2. Κλίμα και καλλιέργεια αμπέλου**

### **2.1. Η αμπελουργία σε παγκόσμιο επίπεδο**

Τόσο η αμπελοκαλλιέργεια όσο και η οινοποίηση συνιστούν σημαντικές πρακτικές και αποτελούν βασική οικονομική δραστηριότητα σε πολλές περιοχές παγκοσμίως. Στην πιο πρόσφατη έκθεση του International Organization of Vine and Wine (OIV, 2021) εκτιμάται ότι οι αμπελώνες του κόσμου για όλους τους σκοπούς (κρασί και χυμοί, επιτραπέζια σταφύλια και σταφίδες), συμπεριλαμβανομένων των νεαρών αμπελιών που δεν έχουν ακόμη παραχθεί, κάλυπταν συνολική έκταση 7,3 mha (~18,04 εκατομμύρια στρέμματα) το έτος 2020. Η επιφάνεια αυτή φαίνεται να έχει σταθεροποιηθεί από το 2017, μετά την πτώση που προκλήθηκε από τη σημαντική μείωση της αμπελουργίας σε χώρες όπως το Ιράν, η Τουρκία, η Πορτογαλία, το Ουζμπεκιστάν και οι ΗΠΑ. Η τρέχουσα σταθεροποίηση, ωστόσο, κρύβει ετερογενείς εξελίξεις σε διάφορες περιοχές του κόσμου. Η Ευρώπη εξακολουθεί να περιλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση αμπελώνων στον κόσμο. Παρατηρείται σταθερότητα στους αμπελώνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), οι οποίοι βρίσκονται για έβδομη συνεχή χρονιά στα 3,3 Mha (~8,15 εκατομμύρια στρέμματα). Αυτή η σταθερότητα μπορεί να αποδοθεί στη Ευρωπαϊκή διαχείριση του δυναμικού αμπελουργικής παραγωγής, η οποία από το 2016 ορίζει ότι τα κράτη μέλη της ΕΕ μπορούν να φυτεύσουν μέχρι 1% επιπλέον έκταση των ήδη υπαρχόντων αμπελώνων ετησίως.

### **2.2. Αμπελουργικές Περιοχές - Terroir**

Οι περιοχές όπου καλλιεργούνται αμπέλια και παράγεται οίνος χαρακτηρίζονται από το ιδιαίτερο φυσικό τους περιβάλλον, στο οποίο περιλαμβάνονται το κλίμα, οι ιδιότητες του εδάφους καθώς και ο ανθρώπινος παράγοντας που αποφασίζει την εκάστοτε ποικιλία αμπέλου και τις ακολουθούμενες αμπελουργικές πρακτικές. Σύμφωνα με τον Carbonneau (2003), τα κλιματικά χαρακτηριστικά μιας συγκεκριμένης αμπελουργικής περιοχής είναι βασικοί παράγοντες για την κατανόηση της καταλληλότητας της ποικιλίας που θα καλλιεργηθεί και των τύπων κρασιών που θα παραχθεί. Οι ιδιότητες του εδάφους μιας δεδομένης περιοχής ή τοποθεσίας διαδραματίζουν επίσης κεντρικό ρόλο στην αμπελοκαλλιέργεια, ενώ τα εδάφη με την σειρά επηρεάζονται από αλλαγές που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή. Οι ποικιλίες αμπέλου και οι συνδυασμοί εμβολίου-υποκειμένου έχουν διαφορετικές εδαφικές προτιμήσεις που τελικά καθορίζουν τα χαρακτηριστικά του

παραγόμενου κρασιού. Στην πραγματικότητα, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη του αμπελιού και τη σύνθεση του σταφυλιού.

Η σημασία αυτών των εδαφο-κλιματικών χαρακτηριστικών σε τοπική κλίμακα έχει αναγνωριστεί σε όλες τις οινοποιητικές περιοχές, στις οποίες οι αμπελουργοί προσαρμόζουν συνεχώς τις τοπικές αμπελουργικές πρακτικές, σε κάποιο βαθμό εμπειρικά, ώστε να ταιριάζουν καλύτερα στις περιβαλλοντικές συνθήκες του περιβάλλοντος (Jones, 2012). Το σύστημα έδαφος-φυτό-ατμόσφαιρα καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα ενός αμπελώνα. Ακόμη, βιοτικοί παράγοντες, όπως η επίδραση παρασίτων και ασθενειών, και οι πρακτικές καλλιέργειας και διαχείρισης, διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην ανάπτυξη και την ποιότητα των μούρων.

Σύμφωνα με τον ΟΙV (2010): «το Terroir είναι μια έννοια που αναφέρεται σε μια περιοχή στην οποία αναπτύσσεται η συλλογική γνώση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του αναγνωρίσιμου φυσικού και βιολογικού περιβάλλοντος και των εφαρμοσμένων αμπελουργικών και οινολογικών πρακτικών, παρέχοντας διακριτικά χαρακτηριστικά για προϊόντα που προέρχονται από αυτή την περιοχή. Το Terroir περιλαμβάνει συγκεκριμένα εδάφη, τοπογραφία, κλίμα, χαρακτηριστικά τοπίου και χαρακτηριστικά βιοποικιλότητας». Ως εκ τούτου, το terroir επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη του αμπελιού και τη σύνθεση των μούρων και έχει γίνει αποδεκτό ως βασικό στοιχείο για τον προσδιορισμό της ποιότητας του κρασιού κάθε συγκεκριμένης περιοχής.

### **2.3. Η επίδραση του κλίματος στην καλλιέργεια της αμπέλου**

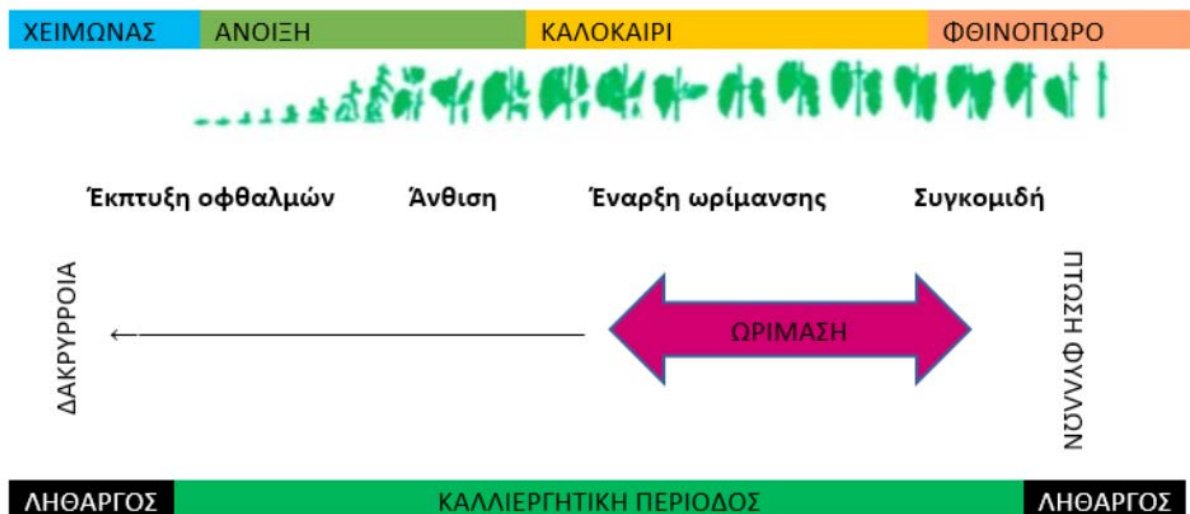
Η αμπελουργική παραγωγή εξαρτάται από το κλίμα και απαιτεί συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες, τόσο θερμικές όσο και υδρολογικές, κατά τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου προκειμένου να αναπτυχθεί με βιώσιμο τρόπο και να αποφέρει ποιοτική συγκομιδή (Jones et al., 2005). Ενώ οι ποικιλίες αμπέλου έχουν ανάγκες συσσώρευσης θερμότητας για την ανάπτυξη, οι ακραίες τιμές πέρα από αυτό που θεωρείται βέλτιστο είναι πολύ πιθανό να οδηγήσουν σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης αμπέλου, συμπεριλαμβανομένης της πρόωρης έναρξης του σταδίου ωρίμανσης και της συγκομιδής. Επιπλέον, παρατεταμένες περιόδους με θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 30 °C μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στην μετατόπιση της αφομοίωσης των θρεπτικών συστατικών από τα φύλλα στα μούρα κατά τη φάση της ωρίμανσης, επηρεάζοντας έτσι τις συγκεντρώσεις σακχάρων και οξέων στα σταφύλια. Παρά την ανθεκτικότητα της αμπέλου στην έλλειψη νερού, η έντονη ξηρασία, ειδικά κατά τα

πρώτα στάδια του ετήσιου κύκλου ανάπτυξής της, μπορεί να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα.

## 2.4. Αμπελουργία και κλιματολογικές συνθήκες

Παραδοσιακά, οι κύριες περιοχές αμπελοκαλλιέργειας και οινοπαραγωγής βρίσκονται μεταξύ των 30° και 50° παραλλήλων στο Βόρειο Ημισφαίριο και 30° έως 40° στο Νότιο Ημισφαίριο, αν και αμπέλια καλλιεργούνται εκτός αυτών των ορίων στις τροπικές περιοχές για πολλά χρόνια. Αυτά τα γεωγραφικά πλάτη προσεγγίζουν τις ετήσιες ισόθερμες 10 °C και 20 °C, οι οποίες λόγω της ενσωμάτωσης των χειμερινών θερμοκρασιών δεν αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια την πραγματική γεωγραφική κατανομή. Η σύγχρονη ζώνη αμπελοκαλλιέργειας αντιπροσωπεύεται καλύτερα από τα ισόθερμα όρια 12–13 °C (κατώτερο όριο) και 22–24 °C (ανώτερο όριο) της μέσης θερμοκρασίας καλλιεργητικής περιόδου.

Η ανάπτυξη του αμπελιού συνδέεται με διάφορα στάδια του βλαστικού και αναπαραγωγικού κύκλου του. Υπό τις συνθήκες πολλών παραδοσιακών αμπελουργικών περιοχών, ο βλαστικός κύκλος της αμπέλου εκτείνεται σε ένα πλήρες έτος, ενώ ο κύκλος αναπαραγωγής του διαρκεί δύο χρόνια. Ο αναπαραγωγικός κύκλος καθορίζει πολλές σημαντικές ποιοτικές και ποσοτικές ιδιότητες, όπως ο αριθμός των συστάδων σταφυλιών του επόμενου έτους. Ο βλαστικός κύκλος περιλαμβάνει δύο κύριες ισοδύναμες περιόδους: την περίοδο λήθαργου και την περίοδο ανάπτυξης. Η φαινολογική ανάπτυξη του αμπελιού περιλαμβάνει διάφορα στάδια ή φαινοφάσεις (Εικόνα 1). Αυτά τα στάδια των βλαστικών και αναπαραγωγικών κύκλων της αμπέλου ελέγχονται σε μεγάλο βαθμό από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.



Εικόνα 1. Βλαστικός κύκλος και φαινολογικά στάδια της αμπέλου (Santos et al., 2020).

Ο αντίκτυπος της ατμοσφαιρικής πίεσης στην άμπελο μπορεί να χωριστεί σε δύο διαφορετικές χρονικές κλίμακες. Σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, το κλίμα, το οποίο αντιστοιχεί στη στατιστική κατανομή των διαφορετικών ατμοσφαιρικών μεταβλητών σε μεγάλες περιόδους (δεκαετίες) σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία, καθορίζει το βιοκλιματικό περιβάλλον αυτής της τοποθεσίας και την αμπελουργική της καταλληλότητα (Schultz & Jones, 2010). Το κλίμα είναι καθοριστικό για την κατανομή των ποικιλιών αμπέλου. Σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο, ο καιρός καθορίζει σημαντικά ολόκληρη τη διαδικασία ανάπτυξης του αμπελιού, καθώς απαιτεί κατάλληλες θερμοκρασίες, συγκεκριμένη ένταση και διάρκεια ηλιακής ακτινοβολίας, καθώς και συγκεκριμένα επίπεδα διαθεσιμότητας νερού σε όλο τον κύκλο ανάπτυξής του, επηρεάζοντας τελικά την απόδοση, την παραγωγή βιομάζας, τα χαρακτηριστικά του καρπού. Ουσιαστικά, η εξέλιξη των καιρικών συνθηκών σε μια τοποθεσία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη τοπικών/περιφερειακών παραμέτρων αμπέλου, όπως η απόδοση ή η φαινολογία.

Η φαινολογία της αμπέλου αναφέρεται στο χρονοδιάγραμμα των σταδίων ανάπτυξής του, τα οποία σχετίζονται ευθέως με το κλίμα. Τα φαινολογικά χαρακτηριστικά ενός αμπελιού είναι πολύ σημαντικά για τον αμπελουργικό σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων. Οι ποικιλίες θα πρέπει να προσαρμόζονται καλά στις τοπικές κλιματικές συνθήκες για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη ανάπτυξη και ωρίμανση. Εάν ο τρύγος γίνει νωρίς, τα σταφύλια είναι πλούσια σε σάκχαρα, έχουν χαμηλά επίπεδα οξύτητας, προάγοντας κρασιά με ανισορροπία. Αντίθετα, όταν η ωρίμανση είναι αργά, τα σταφύλια έχουν υψηλή οξύτητα και χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, με άγουρα αρώματα. Στο βόρειο ημισφαίριο, η βέλτιστη ωρίμανση συμβαίνει γενικά κατά τον μήνα Σεπτέμβριο, όταν οι μέρες είναι ακόμα ζεστές και ηλιόλουστες, με πιο δροσερές νύχτες.

### **2.4.1 Θερμοκρασία**

Μεταξύ όλων των ατμοσφαιρικών στοιχείων, η θερμοκρασία του αέρα θεωρείται η πιο σημαντική για την ώθηση της ανάπτυξης των αμπελιών, σε περιπτώσεις όπου πληρούνται οι απαιτήσεις του φυτού σε νερό, ακτινοβολία και θρεπτικά συστατικά (Gladstones, 2011). Από κλιματολογική άποψη, η κατανομή των παραδοσιακών αμπελουργικών περιοχών παγκοσμίως περιορίζεται κυρίως σε μια ζώνη που ορίζεται από τις ισόθερμες μέσες θερμοκρασίες κατά την καλλιεργητική περίοδο (Απρίλιος–Οκτώβριος, Βόρειο Ημισφαίριο· Οκτώβριος–Απρίλιος, Νότιο Ημισφαίριο) 12–13°C και 22–24°C, υπογραμμίζοντας τον βασικό ρόλο που παίζει η θερμοκρασία στην αμπελουργία. Οι θερμοκρασίες της



καλλιεργητικής περιόδου κάτω από 12–13°C συνήθως εμφανίζονται σε περιοχές με πολύ μικρές περιόδους για σωστή ανάπτυξη αμπέλου, με συνήθη χαμηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας και ανεπαρκή συσσώρευση θερμότητας. Από την άλλη πλευρά, οι θερμοκρασίες της καλλιεργητικής περιόδου πάνω από 22–24°C συχνά οδηγούν σε υπερβολική θερμική καταπόνηση στα αμπέλια, η οποία επίσης συχνά σχετίζεται είτε με σοβαρή υδάτινη καταπόνηση, σε ξηρά κλίματα, είτε με ισχυρές πιέσεις παρασίτων και ασθενειών, σε υγρά κλίματα. Αυτές οι περιοχές μπορεί επίσης να δυσκολεύονται να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις ψύξης για την περίοδο λήθαργου, με αποτέλεσμα την ακανόνιστη ανθοφορία (Schultz & Jones, 2010).

Οι θερμοκρασιακές συνθήκες ελέγχουν έντονα τόσο τη φυσιολογία του αμπελιού όσο και τη σύνθεση των καρπών κατά την προηγούμενη και την τρέχουσα καλλιεργητική περίοδο (Coombe, 1986). Η διαφοροποίηση της πρώιμης ταξιανθίας ξεκινά κοντά στο στάδιο άνθισης του προηγούμενου έτους (Morrison, 1991). Οι ζεστές και ηλιόλουστες συνθήκες κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου προάγουν το σχηματισμό της πρώιμης ταξιανθίας, ενώ ο δροσερός και συννεφιασμένος καιρός προάγει το σχηματισμό ελίκων. Ως εκ τούτου, οι περιβαλλοντικές συνθήκες του προηγούμενου έτους έχουν άμεση επίδραση στην απόδοση της επόμενης σεζόν.

Από την πτώση των φύλλων μέχρι τις αρχές της άνοιξης, τα αμπέλια είναι αδρανή και αποτελούνται εξ ολοκλήρου από ξυλώδη ιστό, με μικρή φυσιολογική δραστηριότητα. Αυτή η περίοδος περιλαμβάνει δύο υποπεριόδους που ελέγχονται από ενδογενείς και εξωγενείς θερμικούς παράγοντες που απαιτούνται για την απελευθέρωση από τον λήθαργο. Η πρώτη υποπερίοδος ξεκινά από τη συσσώρευση ψύξης κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου/χειμώνα, ενώ η δεύτερη υποπερίοδος προκαλείται από τη συσσώρευση θερμότητας μέχρι την ανθοφορία. Ως εκ τούτου, η χειμερινή ψυχρή περίοδος είναι μια σημαντική προϋπόθεση για την ανάπτυξη της αμπέλου, καθώς το κρύο προάγει τον λήθαργο των ανθών, εκτός από άλλες διεργασίες όπως η μείωση της διάρκειας της ημέρας και η γήρανση των φωτοσυνθετικών ενεργών μερών των φυτών. Από τα τέλη του χειμώνα έως τις αρχές της άνοιξης, η συσσώρευση ημερήσιων μέσων θερμοκρασιών πάνω από 7 έως 10°C γενικά προάγει τη διακοπή του λήθαργου και την έναρξη του κύκλου καλλιέργειας της αμπέλου (Amerine & Winkler, 1944).

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, τα αμπέλια υφίστανται συνεχείς αλλαγές ως προς τη μορφολογία και τη φυσιολογία. Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου για κάθε ποικιλία σχετίζεται άμεσα με τη μέση θερμοκρασία αέρα της καλλιεργητικής περιόδου, αν και μπορεί επιπλέον να συνδέεται με την υγρασία του εδάφους και τις πρακτικές

διαχείρισης των καλλιεργειών (Webb et al., 2012). Η διάρκεια των φαινολογικών σταδίων διαφέρει σημαντικά όχι μόνο ανάλογα με κάθε ποικιλία, αλλά και με τις θερμικές συνθήκες σε μια δεδομένη περιοχή για κάθε συγκεκριμένο έτος. Παρά τη σχετικά υψηλή ανθεκτικότητα σε αβιοτικές καταπονήσεις, οι εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι αρνητικές θερμοκρασίες κατά την περίοδο της ανθοφορίας και οι χαλαζοπτώσεις μπορεί να βλάψουν σοβαρά τους αναπτυσσόμενους οφθαλμούς, τα φύλλα και τις ταξιανθίες. Οι ψυχρές συνθήκες ή η υπερβολική ζέστη μπορεί επίσης να επηρεάσουν τη φυσιολογία και την απόδοση του αμπελιού, αν και ορισμένες ποικιλίες αμπέλου είναι πιο ανεκτικές σε ακραίες θερμοκρασίες από άλλες (Spellman, 1999). Τα αμπέλια υπό έντονο θερμικό στρες μπορεί να υποστούν σημαντική μείωση της φωτοσυνθετικής τους ικανότητας, καθώς και να υποστούν τραυματισμούς από άλλες βιοχημικές διεργασίες.

Ακραία γεγονότα κατά τη διάρκεια της περιόδου ωριμότητας, όπως οι καύσωνες, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη συσσώρευση σακχάρου και μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της σύνθεσης και της περιεκτικότητας σε ανθοκυανίνες. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες, πιο συγκεκριμένα οι φαινολικοί, λόγω της συμβολής τους στο χρώμα, τη γεύση, το άρωμα, την υφή, τη στυπτικότητα και τη σταθεροποίηση του κρασιού, καθώς και τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες είναι εξαιρετικά σημαντικοί για την ποιότητα των φρούτων και την παραγωγή κρασιού (Greer & Weedon, 2013). Το φθινόπωρο, η σταδιακή μείωση της διάρκειας της ημέρας και η μείωση των θερμοκρασιών ευνοούν τον εγκλιματισμό στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, η μετατόπιση υδατανθράκων, αμινοξέων, οργανικών οξέων και ορισμένων μετάλλων από τα φύλλα στα πολυετή μέρη (κορμός και ρίζες) φτάνει στο μέγιστο. Αυτή η περίοδος, που θεωρείται ως στρατηγική επιβίωσης, συνήθως συμπίπτει με τη γενικευμένη γήρανση των φύλλων, ακολουθούμενη από πτώση των φύλλων και την επακόλουθη περίοδο λήθαργου.

#### **2.4.2 Νερό**

Η βροχόπτωση είναι μια άλλη βασική ατμοσφαιρική μεταβλητή στην αμπελοκαλλιέργεια, καθώς έχει τεράστιο αντίκτυπο στο υδατικό ισοζύγιο του εδάφους, καθορίζοντας τη διαθεσιμότητα εδαφικού νερού για το φυτό και την αντίστοιχη υδατική του κατάσταση. Η έλλειψη νερού οδηγεί σε ένα ευρύ φάσμα επιπτώσεων που εξαρτώνται επίσης από το στάδιο ανάπτυξης της αμπέλου. Για παράδειγμα, η μέτρια έως υψηλή υγρασία του εδάφους κατά την ανθοφορία και την ανάπτυξη βλαστών/ταξιανθίας είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη της αμπέλου (Hardie & Considine, 1976). Η ξηρασία σε αυτό το στάδιο μπορεί να

οδηγήσει σε καθυστερημένη ανάπτυξη των βλαστών, καθώς και σε φτωχή ανάπτυξη συστάδων ανθών και καρπών. Ωστόσο, η υπερβολική υγρασία κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης μπορεί επίσης να υπερδιεγείρει την ανάπτυξη, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολικά δυνατά και πυκνό φύλλωμα, ενισχύοντας έτσι τους κινδύνους ασθενειών. Από την ανθοφορία έως την ωρίμανση των καρπών, η έντονη έλλειψη υγρασίας μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη επιφάνεια των φύλλων, περιορίζοντας έτσι τη φωτοσύνθεση, καθώς και προάγοντας την αποβολή των ανθέων και την αποκοπή των συστάδων.

Ωστόσο, ο ξηρός καιρός κατά την ωρίμανση είναι γενικά ευνοϊκός για την παραγωγή κρασιού υψηλής ποιότητας. Η πιο αργή ανάπτυξη των φύλλων ευνοεί την υψηλότερη απόδοση στην χρήση του νερού από το φυτό. Αντίθετα, η υπερβολική βροχόπτωση είναι συνήθως δυσμενής για την ωρίμανση, για παράδειγμα, λόγω της μείωσης των σακχάρων ή της σήψης των τσαμπιών. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι το έλλειμμα νερού επηρεάζει τη σύνθεση του σταφυλιού και του κρασιού. Η ελεγχόμενη ελλειμματική άρδευση έχει χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ποιότητας των καρπών και του κρασιού, αυξάνοντας τη συγκέντρωση των τερπενίων ρυθμίζοντας δομικά και ρυθμιστικά γονίδια που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση πτητικών οργανικών ενώσεων (Molitor et al., 2016). Η έλλειψη νερού νωρίς την άνοιξη, διεγείρει επίσης αυξημένες συγκεντρώσεις ανθοκυανινών και φαινολών. Επιπλέον, ο χρόνος και η ένταση των περιόδων ξηρασίας επηρεάζουν την έκταση των αλλαγών στον μεταβολισμό των καρπών και στο χρώμα, το άρωμα και τη γεύση του κρασιού, τροποποιώντας το μέγεθος των σταφυλιών ή/και τη σύνθεση των ενώσεων στα σταφύλια.

### **2.4.3 Ηλιακή Ακτινοβολία**

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι επίσης καθοριστικός παράγοντας στην αμπελοκαλλιέργεια. Η σύνθεση και η συσσώρευση σακχάρων, φαινολικών και πολλών αρωματικών ενώσεων κατά την ωρίμανση ευνοούνται πράγματι από τα υψηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας. Οι περιοχές με σχετικά χαμηλή ηλιακή ακτινοβολία προσαρμόζουν την πυκνότητα του φυλλώματος για να μεγιστοποιήσουν την εκτεθειμένη στον ήλιο επιφάνεια των φύλλων. Αν και η περισσότερη έκθεση των φύλλων σε ηλιακό φως γενικά ευνοεί τη φωτοσύνθεση και την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, αυξάνει παράλληλα και την ζήτηση σε νερό και μπορεί επίσης να προκύψουν άλλα προβλήματα, όπως εγκαύματα φύλλων και συστάδων (Archer & Strauss, 1990). Αντίθετα, τα λιγότερο εκτεθειμένα αμπέλια έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλότερες θερμοκρασίες στα σταφύλια, οδηγώντας γενικά σε χαμηλότερες περιεκτικότητες σε σάκχαρα και χαμηλότερες συγκεντρώσεις ανθοκυανίνης.

Επιπλέον, η σκίαση λόγω της υψηλής πυκνότητας του φυλλώματος θόλου μπορεί να μειώσει σημαντικά τη γονιμότητα των οφθαλμών, επηρεάζοντας έτσι αρνητικά το δυναμικό απόδοσης στην επόμενη σεζόν.

Η φωτοσύνθεση διεγείρεται επίσης από την συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη συσσώρευση συνολικής βιομάζας του φυτού αλλά και της σοδειάς προς συλλογή. Ωστόσο, η σχέση μεταξύ αυξημένου CO<sub>2</sub> και απόδοσης αμπέλου δεν είναι γραμμική, πιθανώς λόγω των συνολικών αρνητικών επιπτώσεων της αυξημένης θερμοκρασίας ως αποτέλεσμα των υψηλών επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα. Στις κλιματολογικές περιοχές της Μεσογείου, στη Νότια Ευρώπη, οι αμπελώνες είναι συνήθως εκτεθειμένοι σε υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας, υψηλές θερμοκρασίες αέρα και σχετική απουσία νερού στο έδαφος, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγικότητα των αμπέλων. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, τα αμπελόφυλλα συχνά παρουσιάζουν προσωρινή φωτοαναστολή, χλώρωση και νέκρωση, οδηγώντας έτσι σε χαμηλή αποδοτικότητα χρήσης νερού και υπερβολική έκθεση των συστάδων σταφυλιών. Ως εκ τούτου, η χαμηλή ζωηρότητα τείνει να συνδέεται με μειωμένο βάρος καρπού, χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και μικρότερη σοδειά. Ωστόσο, άλλες ιδιότητες των σταφυλιών, όπως τα χαρακτηριστικά γεύσης και αρώματος, συχνά αναστέλλονται από την υπερβολική ηλιακή ακτινοβολία και την έντονη ξηρασία.

#### **2.4.4 Αγρο-Κλιματικοί Δείκτες και Αμπελουργική Ζώνη**

Οι προαναφερθείσες επιπτώσεις του κλίματος και του καιρού στα αμπέλια έχουν μοντελοποιηθεί από αρκετούς αγρο-κλιματικούς δείκτες. Αυτοί οι δείκτες συνδέουν την ανάπτυξη του αμπελιού με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες κι όχι με μεμονωμένες ατμοσφαιρικές μεταβλητές, όπως οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες, η ακτινοβολία ή η βροχόπτωση. Αναπτύχθηκαν για να ενσωματώσουν τις αλληλεπιδράσεις φυτού-ατμόσφαιρας, παρακολουθώντας έτσι τη φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών πιο προσεκτικά. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της καταλληλότητας μιας περιοχής ή τοποθεσίας για αμπελοκαλλιέργεια, γενικά, ή μιας συγκεκριμένης ποικιλίας ειδικότερα. Λόγω της ισχυρής σχέσης μεταξύ της θερμοκρασίας και της ανάπτυξης της αμπέλου, οι αγρο-κλιματικοί δείκτες βασίζονται συχνά στη θερμοκρασία, για παράδειγμα δείκτες που υπολογίζουν την ανάπτυξη με βάση την σχέση βαθμοί ανά ημέρα.

Οι Amerine και Winkler (1944) ανέπτυξαν έναν από τους πρώτους δείκτες με βάση την θερμοκρασιακή διακύμανση ανά ημέρα με θερμοκρασία βάσης 10°C (Winkler Index).

Πάνω στην ίδια βάση, αναπτύχθηκε ο δείκτης Huglin (Huglin, 1978) για να λαμβάνει επίσης υπόψη τις μέγιστες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, περιλαμβάνοντας και τον παράγοντα της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο δείκτης Cool Night Index, ο οποίος αντιπροσωπεύει τις ελάχιστες θερμοκρασίες πριν από τη συγκομιδή, χρησιμοποιείται επίσης συχνά ως βιοκλιματικός δείκτης. Ο Δείκτης Ξηρότητας αναπτύχθηκε για την εκτίμηση της πιθανής διαθεσιμότητας νερού στο έδαφος. Πιο πρόσφατα, οι Malheiro et al. (2010) ανέπτυξαν έναν σύνθετο δείκτη που βασίζεται στα περιοριστικά όρια τριών βιοκλιματικών δεικτών, επιτρέποντας μια πιο ολοκληρωμένη εκτίμηση της κλιματικής αμπελοοινικής ζώνης και την αξιολόγηση της καταλληλότητας της καλλιεργούμενης περιοχής για την ανάπτυξη αμπέλου και την παραγωγή κρασιού.

Στις περισσότερες περιοχές όπου το κλίμα είναι παρόμοιο με αυτό της Μεσογείου, οι αμπελώνες υπόκεινται σε υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας που συνδέονται με υψηλές θερμοκρασίες και ισχυρά ατμοσφαιρικά και εδαφικά ελλείμματα νερού, τα οποία περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό την παραγωγικότητα του αμπελιού. Συχνά, τα φύλλα εμφανίζουν μόνιμη φωτοαναστολή και χλώρωση, ακολουθούμενη από νέκρωση, εκθέτοντας τις συστάδες των σταφυλιών, οδηγώντας έτσι σε χαμηλή εγγενή αποτελεσματικότητα στην χρήση νερού (Moutinho-Pereira et al., 2004). Ως εκ τούτου, η χαμηλή ζοηρότητα συνήθως συνεπάγεται μειωμένο βάρος καρπού, περιεκτικότητα σε σάκχαρα και απόδοση. Άλλες ιδιότητες των σταφυλιών, όπως το χρώμα, η γεύση και τα συστατικά του αρώματος αναστέλλονται από την υπερβολική ηλιακή ακτινοβολία και την έντονη ξηρότητα. Σε αυτό το πλαίσιο, η μεσογειακή αμπελοκαλλιέργεια και οινοποίηση ενδέχεται να δοκιμαστεί σημαντικά από την κλιματική αλλαγή.

## 3. Τα υποκείμενα στην αμπελουργία

### 3.1. Βοτανική Ταξινόμηση της Αμπέλου

Το αμπέλι ανήκει στην οικογένεια *Vitaceae* (ή *Ampelidaceae*), της τάξης *Rhamnales*. Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει 14 γένη και 900 είδη, από τα οποία μόνο το γένος *Vitis* ενδιαφέρει την αμπελουργία. Σε αυτό υπάγονται τα υπογένη: α) *Euvitis*, στο οποίο ανήκει το είδος *Vitis vinifera* (Άμπελος η οينوφόρος), δηλαδή το ευρωπαϊκό αμπέλι, καθώς και διάφορα ασιατικά και αμερικανικά είδη, μεταξύ των οποίων τα *V. berlandieri*, *V. rupestris* και *V. riparia* και β) *Muscandinia*, που περιλαμβάνει είδη της Β. Αμερικής, κυρίως για την αντοχή τους σε προσβολές φυλλοξήρας και νηματωδών καθώς και στον ιό του μολυσματικού εκφυλισμού. Τα προαναφερόμενα είδη μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διασταυρώσεις με ποικιλίες του υπογένους *Euvitis* καθώς επίσης και για τη δημιουργία υποκειμένων ανθεκτικών στις πιο πάνω παθήσεις. Το *V. vinifera* διακρίνεται σε δύο υποείδη: το *V. vinifera* ssp *silvestris* (άγριο αμπέλι) και το *V. vinifera* ssp *sativa*. Το *V. vinifera sativa* περιλαμβάνει όλες τις καλλιεργούμενες ποικιλίες.

### 3.2. Μορφολογία και Πολλαπλασιασμός

Πρέμνο ονομάζεται κάθε φυτό της αμπέλου. Αποτελείται από το ριζικό σύστημα, τον κορμό και τους βραχίονες με το κομμάτι στο οποίο βρίσκονται οι οφθαλμοί. Οι τελευταίοι όταν εκπτυχθούν (ανοίξουν) αποτελούν την ετήσια βλάστηση. Στους βλαστούς βρίσκονται τα διάφορα όργανα του πρέμνου (φύλλα, έλικες, ταξιανθίες, οφθαλμοί και αυξανόμενες κορυφές). Οι βλαστοί, κατά την διάρκεια της ανάπτυξης τους ξυλοποιούνται και αποτελούν τις κληματίδες. Ο κορμός και οι βραχίονες αποτελούν το σκελετό του πρέμνου. Οι βλαστοί, τα φύλλα και τα λοιπά πράσινα όργανα αποτελούν την κόμη ή φύλλωμα του πρέμνου.

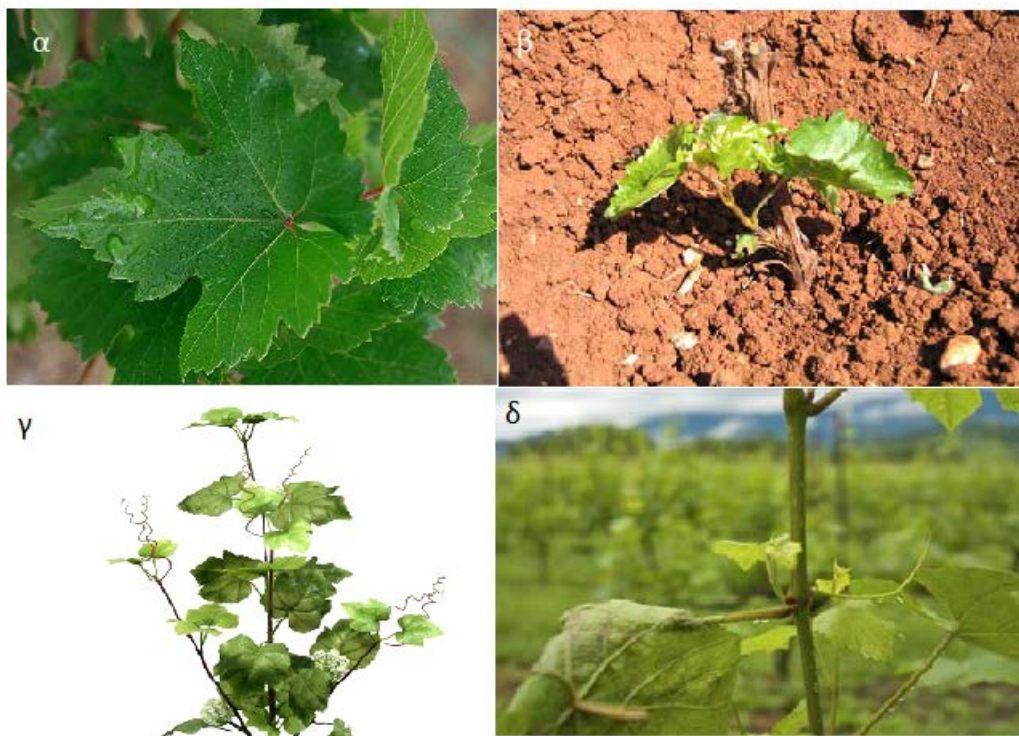
Το ριζικό σύστημα αποτελεί το υπόγειο μέρος του πρέμνου. Η αρχική μορφή του ριζικού συστήματος εξαρτάται από τον τρόπο πολλαπλασιασμού της αμπέλου. Τα γίγαρτα (κουκούτσια) της αμπέλου, όταν βλαστήσουν, δίνουν μια πασσαλώδη ρίζα. Όταν για τον πολλαπλασιασμό της αμπέλου χρησιμοποιούνται μοσχεύματα, αναπτύσσονται πολλές ρίζες στους κόμβους ή κοντά σε αυτούς και ονομάζονται τυχαίες ρίζες. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος είναι ανεξάρτητη της προέλευσής του. Οι αρχικές ρίζες διακλαδίζονται με τη δημιουργία νέων ριζών. Σε κάθε νέα βλαστική περίοδο της αμπέλου στις μόνιμες ρίζες αναπτύσσονται τα απορροφητικά ριζίδια. Στο τέλος της περιόδου βλάστησης το μεγαλύτερο



ποσοστό των ριζιδίων καταστρέφονται, όσα δε επιβιώσουν γίνονται μόνιμες ρίζες (Μπεκατώρου, 2020).

Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος στην άμπελο γίνεται προς όλες τις κατευθύνσεις μέσα στο έδαφος και είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με την αύξηση του υπέργειου μέρους του πρέμνου. Το ριζικό σύστημα αποτελεί το ένα τρίτο η και περισσότερο του ξηρού βάρους ολόκληρου του φυτού. Το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος βρίσκεται σε βάθος 0,3 έως 1,5 μέτρων και συγκεντρώνεται σε στρώματα εδάφους με ευνοϊκές για την άμπελο συνθήκες υγρασίας και αερισμού. Η ρίζα του πρέμνου μπορεί να φθάσει και σε μεγαλύτερο βάθος (7 και περισσότερα μέτρα), ανάλογα με το είδος του εδάφους.

Ο κορμός είναι ο κύριος άξονας του πρέμνου που συνδέει το ριζικό σύστημα με το υπέργειο μέρος του φυτού. Στο ανώτερο άκρο του κορμού διαμορφώνονται με το κατάλληλο κλάδεμα οι βραχίονες του πρέμνου, οι οποίοι είναι κληματίδες ηλικίας μεγαλύτερης του ενός έτους. Πάνω στους βραχίονες βρίσκονται οι παραγωγικές μονάδες, οι οποίες είναι κληματίδες ηλικίας ενός έτους. Το ύψος του κορμού ποικίλει ανάλογα με το σύστημα μόρφωσης των πρέμνων, έχει δε σημαντική επίδραση στην παραγωγική ζωή της αμπέλου.



Εικόνα 2. Άμπελος: α. Φύλλο, β. Νεαρό φυτό, γ. Κλαδί, δ. Βλαστός.

Ο βλαστός προέρχεται από την έκπτυξη (βλάστηση) ενός λανθάνοντα οφθαλμού. Στο βλαστό της αμπέλου υπάρχουν τα εξής μέρη: η αυξανόμενη κορυφή, οι κόμβοι, τα μεσογονάτια διαστήματα, τα φύλλα, οι οφθαλμοί, οι έλικες, οι ταξιανθίες και οι μεσοκάρδιοι βλαστοί. Η αυξανόμενη κορυφή έχει μήκος 10 έως 20 εκατοστά και φέρει τον επάκριο

οφθαλμό, ο οποίος νεκρώνεται στο τέλος της περιόδου βλάστησης. Ο βλαστός διογκώνεται στα σημεία πρόσφυσης των φύλλων και σχηματίζει τους κόμβους ή γόνατα. Τα διαστήματα μεταξύ των κόμβων ονομάζονται μεσογονάτια. Επίσης, στους κόμβους απαντώνται οι έλικες, οι οφθαλμοί και οι ταξιανθίες. Μετά την περίοδο βλάστησης ο βλαστός ξυλοποιείται και ονομάζεται κληματίδα (Πετροπούλου- Καραγιαννοπούλου, 2016).

Το φύλλο της αμπέλου αποτελείται από δύο τμήματα, το έλασμα και το μίσχο. Το έλασμα αποτελεί το κυρίως τμήμα του φύλλου, στο οποίο καταλήγει το αγωγό σύστημα του πρέμνου. Δέχεται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και αποτελεί το βασικό όργανο της φωτοσύνθεσης στα πρέμνα της αμπέλου. Ενώνεται με το βλαστό μέσω του μίσχου, ο οποίος απομακρύνει το έλασμα από το βλαστό, ώστε να αποφεύγονται όσο το δυνατόν περισσότερο οι σκιάσεις μεταξύ των φύλλων και να μη μειώνεται η φωτοσυνθετική απόδοση του φυτού. Παράλληλα, ο μίσχος επιτρέπει την κίνηση των φύλλων και συνεπώς τον καλύτερο αερισμό τους, γεγονός που τα ευνοεί σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών. Το έλασμα των φύλλων της αμπέλου συγκροτείται από εξειδικευμένους ιστούς με αυστηρά καταμερισμένους ρόλους. Τους βασικούς αυτούς ιστούς αποτελούν η άνω και κάτω επιδερμίδα και το μεσόφυλλο, το οποίο διατρέχεται από το αγωγό σύστημα (Gaia, 2016).

Η άμπελος, από τη φύση της αναρριχητικό φυτό, είναι εφοδιασμένη με τις έλικες, που αποτελούν όργανα στήριξης και αναρρίχησης. Οι έλικες εμφανίζονται στους κόμβους απέναντι από τα φύλλα και είναι απλές ή διακλαδιζόμενες. Η παρουσία τους ή όχι στους κόμβους εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία της αμπέλου.

Οι οφθαλμοί της αμπέλου απαντούν κατά κανόνα πάνω στους κόμβους, στη μασχάλη των φύλλων, και είναι εξειδικευμένα όργανα. Η έκπτυξη (βλάστηση) των οφθαλμών δίνει τους βλαστούς. Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε μεικτούς και φυλλοφόρους. Οι φυλλοφόροι οφθαλμοί δίνουν βλαστό χωρίς ταξιανθίες. Οι μεικτοί οφθαλμοί δίνουν βλαστούς που φέρουν από μία έως τέσσερις ταξιανθίες στους κατώτερους κόμβους, απέναντι από τα φύλλα. Στην άμπελο δεν υπάρχουν απλοί ανθοφόροι οφθαλμοί. Στις κληματίδες ηλικίας ενός έτους και άνω υπάρχουν μόνο λανθάνοντες οφθαλμοί. Οι οφθαλμοί που βρίσκονται σε ξύλο ηλικίας μεγαλύτερης των δύο ετών ονομάζονται οφθαλμοί παλαιού ξύλου ή κοιμώμενοι. Είναι λανθάνοντες οφθαλμοί, που για διάφορους λόγους δε βλάστησαν.

Η ταξιανθία της αμπέλου είναι πυκνή φόβη και εμφανίζεται στον καρποφόρο βλαστό, απέναντι από το φύλλο. Η ταξιανθία αποτελείται από τον κύριο άξονα, που ονομάζεται ράχη, και από δευτερεύουσες ή και τριτεύουσες διακλαδώσεις, που ονομάζονται βοτρυδία. Η πρόσφυση της ταξιανθίας στο βλαστό γίνεται με τον ποδίσκο. Τα άνθη της αμπέλου είναι μικρά, 3-5 χιλιοστά, πράσινου χρώματος, στρογγυλά ή κυλινδρικά. Η ταξικαρπία ονομάζεται



σταφύλι ή βότρυς. Ο καρπός της αμπέλου είναι ράγα, αποτελούμενη από τον φλοιό ή περικάρπιο, τη σάρκα ή μεσοκάρπιο και τα γίγαρτα ή σπέρματα, που περιβάλλονται από μεμβράνη και αποτελούν το ενδοκάρπιο.

Το αμπέλι είναι μία ξεχωριστή κατηγορία φυτού που διαχωρίζεται από τον θάμνο ή ένα δέντρο. Ο ρυθμός ανάπτυξης είναι ταχύς ενώ η ηλικιακή πολυετής. Το πρώτο αναγκαίο μέρος του φυτού από το λειτουργικό σύστημα το οποίο αναπτύσσεται με γνώμονα το ποσοστό της υγρασίας γι' αυτό και αναπτύσσεται με κατεύθυνση προς το βάθος της γης. Το επόμενο μέρος είναι ο κορμός ως προέκταση του ριζικού συστήματος ο οποίος επιτρέπει την κυκλοφορία όλων των θρεπτικών συστατικών προς τους βλαστούς, οι οποίοι ως ένδειξη ηλικιακής ωρίμανσης μετατρέπονται σε ξύλινους βραχίονες. Πλέον αποτελούν τις βέργες ή κληματίδες. Έπειτα από την παραπάνω ανάλυση μπορεί να διαπιστωθεί ότι τα αποτελούμενα μέρη του κλήματος διαχωρίζονται σε μόνιμα και ετήσια. Μόνιμα είναι εκείνα στα οποία έχει προχωρήσει ωρίμανση και ο σχηματισμός της ξύλινης δομής ενώ ετήσια είναι τα πράσινα όπως τα σταφύλια, οι βέργες και τα φύλλα.

Όσο αναφορά τα φύλλα του αμπελιού. Έχουν μεγάλο μέγεθος και τοποθετούνται με δίστοιχη διάταξη αυτό με ένα μίσχο εναλλάξ. Το σχήμα είναι χαρακτηριστικό σε σχέση με άλλα φυτά ωστόσο παρουσιάζει διαφοροποιήσεις που διακρίνονται με το είδος και την ποικιλία ενώ ξεχωρίζει κατα περίπτωση το χρώμα, το μέγεθος όπως επίσης και το χνούδι κάτω από την επιφάνεια. Οι έλικες στηρίζουν τους βλαστούς. Οι έλικες αναπτύσσονται πάνω στους καρπούς αντίθετα από τα φύλλα και συνήθως μετά τις ταξιανθίες. Τα μάτια βρίσκονται στους κόμπους (γόνατα) της κληματίδας και εναλλάξ στις μασχάλες των φύλλων. Το άνθος βγαίνει την άνοιξη κι έχει χρώμα κιτρινοπράσινο μικρό, υπόγυνο με ασχημάτιστο κάλυκα και στεφάνη με 5 κολλημένα πέταλα που φτιάχνουν ένα μικρό καπέλο.

Υπάρχουν 5 στήμονες με δίχωρους ανθήρες, οι οποίοι στην άνθηση ξεχύνουν άφθονη κίτρινη γύρη, που γονιμοποιεί τη δίχωρη ωοθήκη με τη βοήθεια του ανέμου (ανεμόφιλο). Η δίχωρη ωοθήκη έχει δύο καρπόφυλλα και το καθένα δύο σπερμοβλάστες. Η κάθε μία στη γονιμοποίηση της θα δώσει ένα γίγαρτο. Τα άνθη του αμπελιού δένονται σε καρπούς (σταφύλια) οι οποίοι είναι βότρες (τσαμπιά) και αποτελούνται από ρώγες με σάρκα γλυκιά. Ο καρπός του αμπελιού είναι ράγα, είναι σαρκώδης με περικάρπιο. Η ράγα αποτελείται από το εξωκάρπιο, δηλαδή το φλοιό που έχει διάφορα χρώματα και σχήματα, το μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο που είναι σαρκώδες και μαλακό, μέσα στο οποίο βρίσκονται τα γίγαρτα. Το σταφύλι αποτελεί την ταξικαρπία.

Η κληματόβέργες αποτελούν το στοιχείο από το οποίο γίνεται εφικτή η αύξηση του αριθμού των κλημάτων. Διαδικασία που μπορεί να εκτελεστεί με δυο μεθόδους: τον

εμβολιασμό ή το μόσχευμα. Η μέθοδος του εμβολιασμού διακρίνεται από την επιλογή Βέργας από ηλικιακό μικρο κλίμα.

Τα χαρακτηριστικά για μία επιτυχημένη μεταμόσχευση είναι η τεχνική. Σε αυτήν το αμπέλι σχίζεται, λαμβάνει την επιλεγμένη κληματοβέργα και επιδέχεται ένα σφιχτό δέσιμο, ενώ σε τελευταίο στάδιο , το σημείο της μεταμόσχευσης τοποθετείται κάτω από τμήμα λάσπης. Όσο αναφορά τις συνθήκες, είναι απαιτούμενη η παρουσία υψηλού ποσοστού υγρασίας στην ατμόσφαιρα.

Η μέθοδος του μοσχεύματος είναι πιο εύκολη σε σχέση με τον εμβολιασμό. Η επιλογή βέργας πραγματοποιείται από ηλικιακό μέσης βαθμίδας κλήμα, όπου στόχος είναι η γρήγορη αύξηση του τμήματος της ρίζας . Οι απαιτούμενες συνθήκες είναι 23-29 °C. Η ρόζο πλήρη σε πρωταρχικό στάδιο πραγματοποιείται σε κατά προτίμηση σιδερένιο δοχείο με παρουσία υγρασίας σε εμπλουτισμένο μείγμα λύματος με κοπριά. Το τελικό στάδιο είναι η μεταφορά της βέργας σε οργωμένο χωράφι από το δοχείο έχοντας αυξημένο το ριζικό τμήμα σε μεγάλο βαθμό αλλά και τα πρώτα φύλλα.

### **3.3. Καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα**

Υπάρχουν πάμπολλες ποικιλίες αμπελιών που βασικά διακρίνονται σε ποικιλίες που είναι κατάλληλες για παραγωγή κρασιού, σε αυτές που προορίζονται για παραγωγή σταφυλιών για επιτραπέζια χρήση, αυτές που είναι κατάλληλες για παραγωγή σταφίδας και τέλος ποικιλίες που προορίζονται για παραγωγή χυμών, κοκτέιλ και κονσερβών.

Στην Ελλάδα οι κυριότερες ποικιλίες είναι:

- Για λευκό κρασί: Ασύρτικο, μοσχάτο Σάμου, Ρομπόλα, Σαββατιανό, Ντεμπίνα, κακοτρύγης, Μαλαγουζιά, Μονεμβασιά, Ροδίτης.
- Για κόκκινο κρασί: Φιλέρι, μαύρο Νεμέας, Καμπερνέ, μαύρο Νάουσας, Λιάτικο, Μαυρορωμαίκο, Μαυροδάφνη, Μανδηλαριά, Βερτζαμί, κόκκινο Λήμνου, Κοτσιφάλι.
- Για επιτραπέζια σταφύλια: Αβγουλάτο, Ροζακί, Μοσχάτο Αμβούργου, Αετονύχι, επιτραπέζια σταφίδα, Καρντινάλ, Φράουλα.
- Για σταφίδες: Σουλτανίνα, Κορινθιακή σταφίδα.

### 3.4. Εμβολιασμός και Υποκείμενα

Ο όρος εμβολιασμός αναφέρεται στην ένωση τμημάτων από διαφορετικές ποικιλίες ή ακόμη και είδη ώστε να σχηματιστεί ένα φυτό με νέα χαρακτηριστικά. Αυτό επιτυγχάνεται ενώνοντας τα κάμβια των δύο φυτών με αποτέλεσμα οι κομμένες επιφάνειες να συσσωματώνονται σε ένα νέο, δυσπόστατο φυτό. Στην πρακτική αυτή χρησιμοποιείται το υποκείμενο το οποίο ορίζεται ως το ένα από τα δύο φυτά που λαμβάνουν μέρος στον εμβολιασμό το οποίο συνεισφέρει στο νέο φυτό το ριζικό του σύστημα και μέρος του κορμού του. Σαν υποκείμενα μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σπορόφυτα όσο και κλωνικά υποκείμενα, καθώς και μεγάλης ηλικίας δένδρα, όταν πρόκειται για αλλαγή ποικιλίας. Ο εμβολιασμός, είναι μια τεχνική γνωστή από την αρχαιότητα και εφαρμόζεται κυρίως στην παραγωγή καρποφόρων δέντρων αλλά και αμπελιών. Οι πρώτες καταγραφές εμβολιασμού σε αμπέλια χρονολογούνται από την δεύτερη χιλιετία π.Χ. και προέρχονται από τις περιοχές του Καυκάσου, τη Μεσοποταμία και την Παλαιστίνη (Mudge et al., 2009).



Εικόνα 3. Εμβολιασμός αμπέλου. Στο κάτω μέρος διακρίνεται το υποκείμενο και στο πάνω οι βλαστοί.

Το *Vitis vinifera* L., η Ευρωπαϊκή ποικιλία αμπέλου εξημερώθηκε, ωστόσο, αρκετές χιλιάδες χρόνια πριν χωρίς να χρειάζεται εμβολιασμό, καθώς αυτό το είδος παρουσιάζει υψηλή ικανότητα ριζοβολίας. Ο κύριος λόγος ή η αυξημένη χρήση του εμβολιασμού στην αμπελοκαλλιέργεια παγκοσμίως ήταν η επιδημία φυλλοξήρας (*Daktulosphaera vitifoliae*). Εγγενής στη Βόρεια Αμερική, η φυλλοξήρα εισήχθη κατά λάθος στην Ευρώπη γύρω στο 1860. Οι πρώτες φθορές παρατηρήθηκαν το 1863 τόσο σε έναν αμπελώνα στη νοτιοανατολική Γαλλία όσο και σε ένα θερμοκήπιο στο Λονδίνο. Άλλες μολυσμένες καλλιέργειες αναφέρθηκαν τα επόμενα χρόνια στη νοτιοανατολική Γαλλία, αλλά και στην περιοχή του Μπορντό και στην Πορτογαλία. Κατά τη δεκαετία του 1870, η ασθένεια

εξαπλώθηκε σε όλη τη Γαλλία και την Ευρώπη, φτάνοντας στους περισσότερους αμπελώνες πριν από το 1880. Από τα 2,44 εκατομμύρια εκτάρια αμπελώνα που υπήρχαν στη Γαλλία το 1875, τα 1,66 εκατομμύρια εκτάρια καταστράφηκαν ή προσβλήθηκαν από φυλλοξήρα μέχρι το 1884 (Ollat et al., 2014).

Ο Leo Laliman, ένας Γάλλος οινοποιός και αμπελουργός, πιστώνεται με την ιδέα του εμβολιασμού ευρωπαϊκών αμπέλων, *Vitis vinifera*, σε υποκείμενα από είδη *Vitis* βορειοαμερικανικής προέλευσης. Επειδή αυτά τα είδη συνεξελίχθηκαν με τη φυλλοξήρα, ανέπτυξαν μηχανισμούς αντίστασης που ακόμα δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Ο εμβολιασμός ευαίσθητων *V. vinifera* σε άγρια βορειοαμερικανικά *Vitis* spp. επέτρεψαν την συνέχιση της καλλιέργειας των αρχικών ποικιλιών των βλαστών και, κατά συνέπεια, έσωσαν την ευρωπαϊκή οινοποιία (Warschefsky et al., 2016). Στις μέρες μας, ο εμβολιασμός αμπέλου είναι ρουτίνα σε περισσότερο από το 80% των αμπελώνων παγκοσμίως, κυρίως σε περιοχές όπου υπάρχει φυλλοξήρα.

### 3.5. Φυλλοξήρα

Η φυλλοξήρα της αμπέλου είναι ένα Ομόπτερο από την οικογένεια των Phylloxeridae, στενά συγγενικό με τις αφίδες. Τρέφεται μόνο με το είδος *Vitis* όπου προκαλεί το σχηματισμό χοληδόχων στα σημεία σίτισης, τόσο στα φύλλα όσο και στις ρίζες. Ενώ η ζημιά στα αμερικανικά είδη είναι περιορισμένη, η υψηλή ευαισθησία των ριζών του *V. vinifera* στη φυλλοξήρα απειλεί την επιβίωση αυτών των φυτών. Στην ευρωπαϊκή άμπελο *V. vinifera* παρατηρείται μόνο η ριζόβια και σπάνια η φυλλόβια μορφή. Το έντομο παρουσιάζει πολυμορφισμό και έχει πολύπλοκο κύκλος ζωής. Κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου η αφίδα μετακινείται από τις ρίζες στα φύλλα και πάλι πίσω, με ενδιάμεση σεξουαλική και παρθενογενετική αναπαραγωγή. Η ανάπτυξη της εξαρτάται από την ευρωστία του φυτού και από περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία εδάφους-αέρος, υγρασία).

Η περάτωση του κύκλου της ανάπτυξης τους, τοποθετείται χρονικά στις δύο εβδομάδες και λαμβάνει χώρα τους καλοκαιρινούς μήνες. Ο ριζόβιος πληθυσμός ζει και αναπτύσσεται στις ρίζες και μόνο στην περίπτωση υπερβολικής αύξησης του πληθυσμού, για παράδειγμα υπάρχει ανταγωνισμός τροφής, ή κατάρρευσης του φυτού, εγκαταλείπουν τον χώρο των ριζών. Η μετακίνηση τους επιτυγχάνεται μέσω του εδάφους από ρίζα σε ρίζα ή παρασύρονται από τον αέρα σε μεγαλύτερες αποστάσεις, ενώ ο πληθικός τους αριθμός αυξάνεται ιδιαίτερα προς το τέλος του καλοκαιριού ως τις αρχές του φθινοπώρου. Οι προνύμφες που εκκολάπτονται το φθινόπωρο αποκτούν καφέ απόχρωση και εισέρχονται σε

διάπαυση. Προς το τέλος του καλοκαιριού κάποιες προνύμφες εξελίσσονται σε πτερωτά φυλογόνα άτομα. Η ερμηνεία του συγκεκριμένου γεγονότος δεν έχει αιτιολογηθεί, μέχρι τώρα, ωστόσο πιθανόν να προκαλείται από την πίεση λόγω της αύξησης του πληθυσμού τους ή των υψηλών θερμοκρασιών του εδάφους. Τα άτομα αυτά ζούνε μόνο λίγες μέρες, πετούν και αποθέτουν 2-6 αυγά στα ξυλώδη μέρη των πρέμνων (κορμό, βραχίονες). Από τα αυγά αυτά εκκολάπτονται αρσενικά και θηλυκά άτομα που αναπτύσσονται χωρίς να τρέφονται καθώς στερούνται στοματικών μορίων και συζευγνύονται. Κάθε γονιμοποιημένο θηλυκό αποθέτει ένα μόνο αυγό στο φλοιό των πρέμνων, μορφή με την οποία διαχειμάζει, και εκκολάπτεται την άνοιξη.

Τα άτομα αυτά μεταφέρονται από τις ρίζες στα νεαρά φύλλα, εγκαθίστανται στην κάτω επιφάνεια, τρέφονται μυζώντας τους φυτικούς χυμούς και σχηματίζουν κηκίδες μέσα στις οποίες αποθέτουν τα αυγά. Κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου συμπληρώνονται 4-7 γενιές που η κάθε μία δίνει κηκιδόβια και ριζόβια άτομα. Η τελευταία γενιά πέφτει στο έδαφος και αποθέτει αυγά που εκκολάπτονται την επόμενη άνοιξη. Η ικανότητα επιβίωσης του απαντάται σε ένα ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών και η ανάπτυξή του επηρεάζεται ελάχιστα από τη θερμοκρασία, τις έντονες βροχοπτώσεις και την υγρασία, ενώ ευνοείται σε αργιλώδη εδάφη. Ο αριθμός των ετών μεταξύ της πρώτης προσβολής και της εμφάνισης των συμπτωμάτων είναι άγνωστος, αλλά μπορεί να είναι ακόμη κι ένα έτος. Τόσο οι άμεσες επιδράσεις της φυλλοξήρας στο ριζικό σύστημα όσο και οι έμμεσες επιδράσεις μέσω της ανάπτυξης δευτερογενών παθογόνων παραγόντων από το έδαφος στις θέσεις τροφοδοσίας πιθανώς ευθύνονται για τις ζημιές (Granett et al., 2001).

Οι αρνητικές επιπτώσεις στο φυτό έχουν ως δράστη τόσο τις προνύμφες όσο και τα ενήλικα άτομα. Στην Ευρωπαϊκή άμπελο οι αφίδες κατά την τροφική τους δραστηριότητα μυζούν τους φυτικούς χυμούς των ριζών προκαλώντας το σχηματισμό κιτρινο-καφέ φυματίων και εξογκωμάτων στα ριζίδια και στις ρίζες με επαυξημένο μέγεθος αντίστοιχα, ενώ ακολουθεί σήψη και καταστροφή του ριζικού συστήματος. Ο σχηματισμός των εξογκωμάτων προκαλείται από την τοξικότητα του σιέλου των εντόμων και από αμινικά οξέα που παράγονται κατά την τροφική τους δραστηριότητα, αλλά και από την παραγωγή ορμονών ως μέσο αντίδρασης στο πεδίο της μόλυνσης, από την πλευρά του φυτού. Ως αποτέλεσμα αυτού, τα προσβεβλημένα πρέμνα αδυνατούν να προσλάβουν τις απαραίτητες ποσότητες θρεπτικών συστατικών και νερού, οπότε παρουσιάζουν ασθενική ανάπτυξη, τα φύλλα αρχικά γίνονται χλωρωτικά, όπου αργότερα ξηραίνονται και πέφτουν ενώ οι βλαστοί δεν αναπτύσσονται κανονικά και σταδιακά ολόκληρο το φυτό ξηραίνεται (farmacon, 2019).

Οι κηκίδες έχουν μεγέθους 4-5mm, πρασινοκόκκινο χρώμα, μερικές φορές φέρουν τρίχες και είναι ανοιχτές από την κάτω μεριά. Ο σχηματισμός κηκίδων στα φύλλα, αν και μειώνει τη φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού, δεν αποτελεί σημαντικό πρόβλημα εκτός της περίπτωση που ο αριθμός τους είναι πολύ μεγάλος. Πάνω από 20 κηκίδες ανά φύλλο οδηγεί σε μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας και ανάπτυξης των ραγών. Έχει παρατηρηθεί η ανάπτυξη κηκίδων στην ποικιλία Ροδίτης που είναι Ευρωπαϊκή ποικιλία. Η προσβολή επεκτείνεται σε υγρή πρεμνά κατά κηλίδες ή κατά γραμμές και τα συμπτώματα εμφανίζονται 2-5 χρόνια από τη στιγμή της αρχικής προσβολής ανάλογα με την ευρωστία του φυτού, τον τρόπο μόλυνσης και το σημείο φύτευσης. Σε θερμές περιοχές η ανάπτυξη του εντόμου είναι πιο γρήγορη, με περισσότερες γενιές το χρόνο, με αποτέλεσμα τη γρηγορότερη κατάρρευση του φυτού. Τα προσβεβλημένα φυτά επιβιώνουν περισσότερο σε γόνιμα, καλοστραγγιζόμενα εδάφη, ενώ αυτά με μειωμένη ευρωστία είναι πιο ευαίσθητα στη μόλυνση (farmacon, 2019).

Η φυλλοξήρα είναι ευρέως διαδεδομένη στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές στον κόσμο. Στην ΕΕ, το παράσιτο εμφανίζεται σε 18 κράτη μέλη με εξαίρεση την Κύπρο και ορισμένα ελληνικά νησιά. Ωστόσο, η επιβεβαίωση της απουσίας θεωρείται πολύ δύσκολη όταν υπάρχει πολύ χαμηλό επίπεδο προσβολής. Σε ορισμένες χώρες όπως η Κίνα, η Αυστραλία, η Ρωσία και η Αρμενία, η διανομή του φαίνεται περιορισμένη μόνο σε ορισμένες αμπελουργικές περιοχές. Στην Ευρώπη, η φυλλοξήρα είναι ένας ελεγχόμενος επιβλαβής οργανισμός που αναφέρεται στην Οδηγία 2000/29/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου. Η φυλλοξήρα ελέγχεται επίσης σε άλλα μέρη του κόσμου, όπως για παράδειγμα στην Αυστραλία.

### **3.6. Ανάπτυξη υποκειμένων αμπέλου**

Αρχικά επιλέχθηκαν τα άγρια αμερικανικά είδη *V. riparia* και *V. rupestris* ως υποκείμενα εμβολιασμού λόγω της αντοχής τους και της ικανότητάς τους για αυτοριζοβολία. Σε αντίθεση με το ιδιόριζο *V. vinifera*, αυτά τα δύο είδη έχουν κακή ανοχή στα ασβεστώδη εδάφη, τα οποία είναι χαρακτηριστικά πολλών παραδοσιακών αμπελουργικών περιοχών. Ως εκ τούτου, το *V. berlandieri* χρησιμοποιήθηκε ως συνδυασμένη λύση αντοχής στη φυλλοξήρα και ανοχής σε εδάφη υψηλού pH στο ίδιο υποκείμενο. Για να συνδυαστούν αυτά τα ευνοϊκά χαρακτηριστικά, πραγματοποιήθηκε διαειδικός υβριδισμός. Τα διαειδικά υβρίδια αναπτύχθηκαν μετά τα πρώτα σπορόφυτα που ελήφθησαν από τον *V. Ganzin* το 1877, κατόπιν διασταύρωσης των «Aramon» και *V. rupestris*, και με την εισαγωγή του *V.*

berlandieri για την αναφύτευση αμπελώνων σε ασβεστούχα εδάφη. Από τα 70-80 υπάρχοντα υποκείμενα, ένα μεγάλο μέρος εκτράφηκε στα τέλη του 19ου αιώνα ή κατά τις πρώτες δεκαετίες του 20ού αιώνα.

Μετά από δεκαετίες επιστημονικής έρευνας, διαφορετικά προγράμματα αναπαραγωγής που περιλαμβάνουν ενδοειδική υβριδοποίηση έχουν δημιουργήσει ένα σύνολο εμπορικών υποκείμενων που συγκεντρώνουν αντοχή σε απειλητικά παράσιτα και ασθένειες και είναι ανεκτικά σε διαφορετικές συνθήκες εδάφους και αβιοτικής καταπόνησης. Εξακολουθεί να είναι δύσκολο, ωστόσο, να συγκεντρώνονται όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά σε μεμονωμένες ποικιλίες (Ollat et al., 2016). Ωστόσο η χρήση ανθεκτικών ριζών υποστηρίζεται ευρέως πλέον ως η κύρια μορφή διαχείρισης της φυλλοξήρας (Powell, 2008) και μπορεί να θεωρηθεί ως το πιο βιώσιμο παράδειγμα βιολογικού ελέγχου για ένα παράσιτο.

Εκτός από τη φυλλοξήρα, τα υποκείμενα συμβάλλουν στον έλεγχο άλλων παρασίτων που μεταδίδονται στο έδαφος όπως οι νηματώδεις αλλά και στην συμπεριφορά σε διάφορους αβιοτικούς περιορισμούς όπως η ξηρασία, η αλατότητα, τα προβλήματα πρόσληψης θρεπτικών συστατικών σε εδάφη με ασβεστολιθικά και ορυκτά. Οι επιδράσεις τους σε ολόκληρες αποδόσεις των φυτών συνδέονται με τις δομικές (μορφολογία των ριζών) και τις φυσικές τους ιδιότητες, οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν ως βασικό στοιχείο προσαρμογής.

Στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής, η αυξημένη θερμοκρασία, η μειωμένη διαθεσιμότητα νερού, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και το αυξημένο CO<sub>2</sub> είναι πιθανό να έχουν σημαντικές άμεσες ή έμμεσες επιπτώσεις στην κατανομή της φυλλοξήρας και στην διάδοσή της καθώς επηρεάζουν τη φυσιολογία του φυτού ξενιστή (Powell, 2012). Η μειωμένη υγρασία του εδάφους σε συνδυασμό με την αυξημένη θερμοκρασία του μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τη φυλλοξήρα του αμπέλου. Θερμοκρασίες αέρα άνω των 40°C σε συνδυασμό με σχετική υγρασία 30% προκαλούν πλήρη θνησιμότητα στα στάδια διασποράς της φυλλοξήρας εντός 2 ωρών (Korosi et al., 2009). Αυτό υποδηλώνει ότι σε αμπελουργικές περιοχές όπου ο αριθμός των ημερών ακραίας ζέστης προβλέπεται να αυξηθεί σύμφωνα με μελλοντικά σενάρια κλιματικής αλλαγής, η πιθανότητα εγκατάστασης ή/και επιβίωσης φυλλοξήρας θα μπορούσε να μειωθεί.

### 3.7. Ιδιότητες Υποκειμένων

Στις μέρες μας η χρήση υποκειμένων είναι ουσιαστικά αναπόσπαστο τμήμα της Αμπελουργίας, καθώς αυτά παρουσιάζουν μια σειρά από ιδιότητες οι οποίες είναι κρίσιμες για την επιτυχία και την βιωσιμότητα του αμπελιού. Ως εκ τούτου η επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου είναι μείζονος σημασίας για τον αμπελουργό αφού για να αποδώσει τα προσδοκώμενα οφέλη το υποκείμενο οφείλει να παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα στο περιβάλλον εφαρμογής αλλά και αρμονική συμβίωση με την ποικιλία του εμβολίου. Οι επιζητούμενες ιδιότητες των υποκειμένων είναι οι εξής:

1. **Αντοχή στην φυλλοξήρα:** Βασική ιδιότητα των υποκειμένων, η αιτία εφαρμογής τους στις Ευρωπαϊκές καλλιέργειες. Τα διάφορα είδη υποκειμένων δεν εμφανίζουν την ίδια αντοχή στην ριζόβια φυλλοξήρα ενώ η ολική συμπεριφορά του αμπελιού στο παράσιτο καθορίζεται και από παράγοντες όπως η σύσταση του εδάφους, το κλίμα, και οι καλλιεργητικές πρακτικές. Στα θερμά κλίματα η ανάπτυξη της φυλλοξήρας ευνοείται με αποτέλεσμα να προσβάλει σε μεγαλύτερο βαθμό τις καλλιέργειες, ενώ στα ψυχρά κλίματα συμβαίνει το αντίθετο. Η αντοχή των υποκειμένων στην φυλλοξήρα έχει βαθμονομηθεί με κλίμακα (20 =ανθεκτικό, 0=ευαίσθητο), η όποια αναπτύχθηκε από τους Viala-Ravaz (1908). Στην κλίμακα αυτή τα υποκείμενα κατηγοριοποιούνται ως εξής: 16-20 πολύ ανθεκτικά στην φυλλοξήρα για όλους τους τύπους εδαφών, 14-15 ανθεκτικά για αμμώδη συνεκτικά-υγρά εδάφη, από 13 και κάτω δεν έχουν επαρκή αντοχή και δεν ενδείκνυνται η χρήση τους για παραγωγικούς αμπελώνες.
2. **Αντοχή στους νηματώδεις:** Η ιδιότητα αυτή επιζητείται ιδίως στην περίπτωση αναμπέλωσης περιοχών με αμμώδη εδάφη. Σε ορισμένες αμπελουργικές περιοχές, όπως περιοχές της Αυστραλίας, οι νηματώδεις αποτελούν μεγαλύτερη απειλή για την παραγωγή αμπέλου από τη φυλλοξήρα. Σε αυτές τις περιοχές, η αντοχή στη φυλλοξήρα είναι δευτερεύουσα σε σχέση με την αντίσταση έναντι των νηματωδών κατά την επιλογή των υποκειμένων. Ευτυχώς, ορισμένα υποκείμενα παρέχουν αντοχή και στα δύο παράσιτα. Παράσιτα όπως οι νηματώδεις και η φυλλοξήρα μπορεί να είναι πιο επιζήμια όταν συνδυάζονται με ξηρασία ή προβλήματα πρόσληψης θρεπτικών συστατικών (Shaffer et al., 2004). Οι νηματώδεις μπορεί επίσης να εμποδίσουν την ανάπτυξη των νεοφυτευμένων αμπελιών, ιδιαίτερα κατά την αναφύτευση υφιστάμενων αμπελώνων. Ως εκ τούτου, οι καλλιεργητές οφείλουν να



εξετάσουν την αντοχή του υποκείμενου στους νηματώδεις ιδίως σε περιοχές με υψηλές πυκνότητες πληθυσμών του παράσιτου.

- 3. Αντοχή στο ανθρακικό ασβέστιο:** Το μεγαλύτερο ποσοστό των εδαφών στα οποία είναι κατάλληλα και εδράζονται τα αμπέλια, χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο. Η αντοχή σε αυτό είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την χρησιμοποίηση υποκείμενου κατάλληλου για ανάπτυξη της αμπελιού στις καλλιεργητικές συνθήκες της χώρας μας. Δεδομένου του μεγάλου αριθμού υποκείμενου που έχουν δημιουργηθεί, άμεση συνέπεια αποτελεί το γεγονός ότι δεν έχουν όλα την ίδια αντοχή στο ανθρακικό ασβέστιο. Ωστόσο οι ποικιλίες *vinifera* είναι από τις πιο ανθεκτικές. Στην περίπτωση που κάποιο υποκείμενο δεν είναι ανθεκτικό σε ανθρακικό ασβέστιο οδηγείτε στην ύπαρξη ενός φαινομένου που ονομάζεται χλωρωρη ασβεστίου, το οποίο δημιουργείται είτε από απουσία σιδήρου στο έδαφος (τροφοπενία εδάφους) είτε (συνηθέστερα) σε αυτή που προκαλείται, παρά την ύπαρξη σιδήρου, λόγω της παρουσίας του ανθρακικού ασβεστίου (Tagliavini & Rombolà, 2001). Στα ασβεστούχα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο, λαμβάνει χώρα η αντίδραση:



Η συγκέντρωση υψηλής ποσότητας διττανθρακικών ιόντων ( $\text{HCO}_3^-$ ) στο εδαφικό διάλυμα των ασβεστούχων εδαφών ευθύνεται για την επικράτηση υψηλών τιμών pH (μεταξύ 7,4 και 8,5), οι οποίες με τη σειρά τους ευθύνονται για τη μικρή διαλυτότητα του σιδήρου, προκαλώντας στα φυτά συμπτώματα χλώρωσης λόγω ανεπαρκούς θρέψης τους με το στοιχείο αυτό. Η χρήση του κατάλληλου υποκειμένου αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη αντιμετώπιση της τροφοπενίας σιδήρου στο αμπέλι καθώς η προσθήκη χηλικών σκευασμάτων σιδήρου επιβαρύνει απαγορευτικά το κόστος της αμπελοκαλλιέργειας. Έτσι, η αντοχή των υποκειμένων στο ανθρακικό ασβέστιο (ολικό και ενεργό) αποτελεί σημαντικό κριτήριο για τον προσδιορισμό της καταλληλότητάς τους στον συγκεκριμένο αμπελώνα αλλά και γενικότερα στις αμπελοκομικές συνθήκες της χώρας μας.

- 4. Αντοχή στην αλατότητα:** Σε σχέση με άλλα φυτά η άμπελος θεωρείται μέτρια ευαίσθητη στην αλατότητα, αλλά γενικά θεωρείται μέτρια ανθεκτική στο NaCl (García & Charbaji, 1993). Η μεγάλη συγκέντρωση του εδάφους και του νερού άρδευσης σε άλατα καθώς και η υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικά και θειικά άλατα επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών. Η αλατότητα επηρεάζεται από

διαφόρους παράγοντες, είτε φυσικούς όπως τα χαμηλά ύψη βροχόπτωσης, ο υψηλός ρυθμός εξάτμισης και η ύπαρξη αλατούχων πετρωμάτων, είτε ανθρωπογενείς όπως εσφαλμένα συστήματα άρδευσης, η άρδευση με νερό υψηλής αλατότητας, η συγκέντρωση αλάτων, ιόντων και μετάλλων μέσω βιομηχανικών αποβλήτων και χημικών λιπασμάτων, η ανεπαρκής αποστράγγιση, η αποψίλωση δασών και η αντικατάστασή τους με καλλιέργειες με επιφανειακό ριζικό σύστημα (Hamdy, 2005).

5. **Αντοχή στον περονόσπορο και στο ωίδιο:** Αυτή η ιδιότητα αποτελεί σημαντικό στίγμα για την μετέπειτα καλλιέργεια της άμπελος η οποία πρέπει να καταστεί επιτυχημένη.
6. **Πρόσληψη μετάλλων:** Η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα του βλαστού είναι το συνδυασμένο αποτέλεσμα της ικανότητας του ριζικού συστήματος του υποκειμένου να απορροφά θρεπτικά συστατικά και της ικανότητας του φυτού να τα μετατοπίζει και να τα συσσωρεύει. Η αποτελεσματικότητα πρόσληψης μαγνησίου (Mg) και καλίου (K) ποικίλλει μεταξύ των υποκειμένων. Η ζήτηση των βλαστών για αυτά τα θρεπτικά συστατικά διαφέρει επίσης ανάλογα με την ποικιλία. Η επιλογή κατάλληλου συνδυασμού ποικιλίας βλαστού και υποκειμένου με αντίστοιχες ικανότητες πρόσληψης και χρήσης K και Mg είναι το κλειδί για επιτυχή αποτελέσματα. Ποικιλίες με υψηλή απαίτηση σε μαγνήσιο, όπως Chasselas, Cabernet-ςSauvignon, Merlot, Cardinal, Gewürtztraminer, Ugni Blanc, Sauvignon Blanc ή Syrah, δεν πρέπει να εμβολιάζονται σε υποκείμενα που είναι ευαίσθητα σε ανεπάρκεια μαγνησίου σε εδάφη με φτωχή παροχή μαγνησίου. Αντίστοιχα, ποικιλίες με υψηλή απαίτηση σε κάλιο, όπως Cabernet Sauvignon, Merlot, Aramon, Cinsaut, Syrah ή Müller-Thurgau, δεν πρέπει να εμβολιάζονται σε υποκείμενα που είναι επιρρεπή σε ανεπάρκεια καλίου, εάν τα επίπεδα καλίου του εδάφους είναι χαμηλά (Shaffer et al., 2004).
7. **Προσαρμογή στον τύπο του εδάφους:** Ορισμένα υποκείμενα ταιριάζουν καλύτερα σε συγκεκριμένους τύπους εδάφους από άλλα. Για παράδειγμα, μερικά μπορεί να έχουν καλύτερη απόδοση σε αμμώδη εδάφη, ενώ άλλα έχουν καλύτερη απόδοση σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο. Επίσης, η υπερβολική υγρασία του εδάφους μπορεί να είναι πρόβλημα σε ορισμένες τοποθεσίες. Τα υποκείμενα που είναι ανθεκτικά στην υγρασία προτιμώνται όπου η αποστράγγιση είναι κακή ή όπου τα εδάφη τείνουν να συγκρατούν νερό. Στα όξινα (χαμηλού pH) εδάφη ο ασβέστης για την αύξηση του pH του εδάφους είναι κοινή πρακτική σε πολλές τοποθεσίες

αμπελώνων. Τα υποκείμενα που είναι ανθεκτικά στα όξινα εδάφη μπορεί να μειώσουν την ανάγκη ασβεστοποίησης σε αυτές τις τοποθεσίες (Shaffer et al., 2004).

8. **Αλληλεπίδραση υποκειμένου-εμβολίου:** Απο το σύνολο των χαρακτηριστικών και των ερεθισμάτων που μεταβιβάζει ένα υποκείμενο είναι η μετάδοση της ζωηρότητας. Στις οινοποιήσιμες ποικιλίες η ζωηρότητα αποτελεί ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά και επιδρά, ανάλογα με τον βαθμό στον οποίο βρίσκεται, στην αλλαγή της περιόδου ωρίμανσης και στην αλλοίωση της ποσότητας αλλά και της ποσότητας της παραγωγής. Η υπερβολική ζωηρότητα σχετίζεται με κακή ποιότητα κρασιού, κακή καρπόδεση, αυξημένη νόσο και καθυστερημένη ωρίμανση. Η υψηλή ζωηρότητα καθιστά επίσης πιο δύσκολη τη διατήρηση της καλής ισορροπίας αμέλου, η οποία μπορεί να ποσοτικοποιηθεί ως η αναλογία του βάρους του καρπού προς το βάρος των κλαδευμένων κορμών. Κατά γενικό κανόνα, σε εδάφη μέσης γονιμότητας, εμβολιάζονται ζωηρές ποικιλίες σε υποκείμενα χαμηλής έως μέτριας ζωηρότητας και ποικιλίες χαμηλής ζωηρότητας σε υποκείμενα υψηλής έως μέτριας ζωηρότητας. Όπου το έδαφος είναι πολύ γόνιμο, αποφεύγεται η χρήση ζωηρών υποκειμένων. Το αντίθετο ισχύει για φτωχά ή ρηχά εδάφη. Σε αμπελώνες φυτεμένους σε κοντινές αποστάσεις, χρησιμοποιούνται υποκείμενα χαμηλής έως μεσαίας ζωηρότητας, ενώ σε αμπελώνες φυτεμένους σε μεγάλες αποστάσεις, χρησιμοποιούνται ζωηρά υποκείμενα (Shaffer et al., 2004).
9. **Αντοχή στην ξηρασία:** Αποτελεί μια από τις βασικότερες ιδιότητες των υποκειμένων καθώς για αυτό δημιουργήθηκαν. Με την επίτευξη της παρόντος ιδιότητας, δημιουργούνται παραγωγικοί αμπελώνες, στις θερμες-ξηρές περιοχές της Μεσογείου και του ελλαδικού χώρου. Τα υποκείμενα με κάποια ανοχή στην ξηρασία μπορεί να είναι επιθυμητά σε μη αρδευόμενες τοποθεσίες, ιδιαίτερα εκείνες με πορώδη εδάφη. Η ποικιλία *Vitis vinifera* L. καλλιεργείται συνήθως χωρίς άρδευση, ιδίως όταν προορίζεται για οινοποίηση ή σταφιδοποίηση. Στην Ευρώπη και η καλλιέργειά της εξαπλώθηκε σε ξηρικά ή ημι-ξηρικά οικοσυστήματα. Ευδοκίμει σε Μεσογειακά κλίματα με ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και ψυχρούς υγρούς χειμώνες, συνθήκες που επικρατούν και στις παράκτιες περιοχές της Νότιας Αφρικής, της Νότιας Αυστραλίας, της Καλιφόρνιας και της Χιλής. Αν και η άμπελος θεωρείται σχετικά ανθεκτική στην έλλειψη νερού, η ανάπτυξη και παραγωγή της μπορούν να μειωθούν σημαντικά κάτω από συνθήκες ξηρασίας (Serra et al., 2014). Γενικά θεωρείται ότι επιτυγχάνεται

υψηλότερη ποιότητα παραγωγής κάτω από μη ιδανικές συνθήκες περιλαμβάνοντας τη μη επαρκή διαθεσιμότητα νερού.

### 3.8. Τα σημαντικότερα υποκείμενα για την Ελληνική αμπελουργία

Τα κυριότερα υποκείμενα για την Ελληνική αμπελουργία παρουσιάζονται παρακάτω (Gaia, 2013· ampeli, n.d.· Bakasietas, n.d.):

#### 3.8.1 Richter No 110 (R110)

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: νεαρή βλάστηση με ορείχαλκο χρώμα και χνούδι. Φύλλο μικρό νεφροειδές που αναδιπλώνεται. Η πάνω επιφάνεια του φύλλου έχει χρώμα βαθύ πράσινο με μικρές ανωμαλίες, η κάτω επιφάνεια είναι λεία, μισχικός κόλπος σχήματος υ ανοιχτό.



Εικόνα 4. Richter 110 (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Προέρχεται από τη διασταύρωση *V. berlandieri* και *V. rupestris*. Είναι ζωηρό, με μεγάλο βλαστικό κύκλο, κατάλληλο για ποικιλίες μέσης πρωιμότητας ή και όψιμες επιτραπέζιες, με υψηλή αντοχή στη ριζόβιο μορφή της φυλλοξήρας, ευαίσθητο όμως στους νηματώδεις. Είναι κατάλληλο για εδάφη ξηρά, αργιλοασβεστώδη, συνεκτικά, με αντοχή στο ανθρακικό ασβέστιο 40-45% σε ολικό και 17-22% σε ενεργό. Η επιτυχία στον επιτόπιο εμβολιασμό είναι υψηλή. Από τη μέχρι τώρα αμπελοκομική εμπειρία στη χώρα μας δεν παρουσίασε προβλήματα αρμονικής συμβίωσης κατά τον εμβολιασμό του με τις καλλιεργούμενες στη χώρα μας ποικιλίες αμπέλου (ελληνικές και ξένες). Έχει ιδιαίτερα πλούσιο ριζικό σύστημα, όμως το ποσοστό επιτυχίας ριζοβόλησης στο φυτώριο είναι σχετικά μικρό και η παραγωγή ξύλου στη μητρική φυτεία παρουσιάζει προβλήματα εξαιτίας της μη καλής ξυλοποίησης.

### 3.8.2 140 Ruggeri (140Ru)

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: νεαρή βλάστηση χάλκινου χρώματος. Φύλλο μέτριο, νεφροειδές, πλήρες. Η άνω επιφάνεια του ελάσματος είναι λεία, η κάτω έχει χνούδι στην συμβολή των νευρώσεων που έχουν ερυθρό χρώμα, ο μισχικός κόλπος έχει σχήμα υ ανοικτό.



Εικόνα 5. Ruggeri 140 (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Προέρχεται από τη διασταύρωση *V. berlandieri* και *V. rupestris*. Διαδόθηκε πολύ στα ξηρά ασβεστώδη εδάφη της Σικελίας, Τυνησίας, Αλγερίας κ.λ.π. Στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1989, στην αναμπέλωση της Κρήτης. Σήμερα, συμπεριλαμβάνεται στα συνιστώμενα υποκείμενα της χώρας μας και όλων σχεδόν των αμπελουργικών χωρών. Είναι πολύ ζωνρό και συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικότητας του εμβολίου και είναι πολύ ανθεκτικό στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας και στην ίσκα. Συνιστάται σε πτωχά, συνεκτικά, αβαθή, ξηρά εδάφη. Έχει αντοχή στο ανθρακικό ασβέστιο έως 80% σε ολικό και έως 40% σε ενεργό. Δεν παρουσιάζει προβλήματα ασυμφωνίας κατά τον εμβολιασμό του με τις ευρωπαϊκές ποικιλίες αμπέλου. Το ποσοστό ριζοβόλησης στο φυτώριο ανέρχεται σε 30-35% , ενώ η παραγωγή ξύλου στη μητρική φυτεία είναι καλή.

### 3.8.3 1103 Paulsen, (P1103)

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: Νεαρή βλάστηση ορειχάλκινου χρώματος με το άκρο της ερυθρό. Το αναπτυγμένο φύλλο είναι μέτριου μεγέθους, νεφροειδές, σχεδόν πλήρες. Και οι δύο επιφάνειες του ελάσματος είναι λείες, οι νευρώσεις έχουν χρώμα ερυθρωπό με χνοασμό. Μισχικός κόλπος σχήματος λύρας.

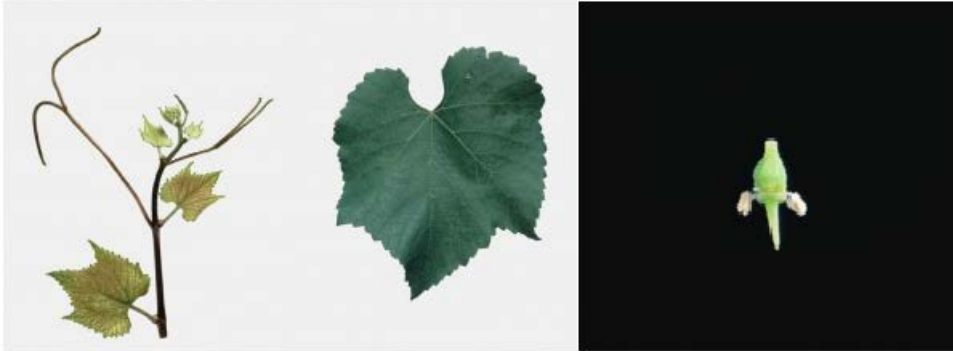


Εικόνα 6. Paulsen 1103 (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Προέρχεται από τη διασταύρωση *V. berlandieri* και *V. rupestris*. Είναι ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα υποκείμενα ιδιαίτερα στις παραμεσόγειες περιοχές και ιδιαίτερα στην Ιταλία. Στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε κάποια έκταση το 1989, στην αναμπέλωση της Κρήτης. Σήμερα, συμπεριλαμβάνεται στα συνιστώμενα υποκείμενα της χώρας μας και όλων σχεδόν των αμπελουργικών χωρών. Είναι πολύ ζωνό, γρήγορης ανάπτυξης και συνιστάται για ποικιλίες που μορφώνονται σε γραμμικά και κρεβατιές. Είναι ανθεκτικό στα χλωριούχα άλατα και συνιστάται σε αργιλώδη, ξηρά, ρηχά και πτωχά εδάφη, με περιεκτικότητα στο ανθρακικό ασβέστιο μέχρι 40-50% σε ολικό και μέχρι 20% σε ενεργό. Χαρακτηρίζεται, από καλές αποδόσεις σε ξύλο στις μητρικές φυτείες και ριζοβόλησης στο φυτώριο. Είναι ανθεκτικό στη ριζόβια φυλλοξήρα αλλά είναι ευαίσθητο στη φυλλόβια. Είναι ανθεκτικό στους νηματώδεις με μέτρια ριζοβολία μοσχευμάτων και πολύ καλή επιτυχία στον επιτόπιο εμβολιασμό καθώς και στον επιτραπέζιο. Έχει καλή συγγένεια με τις κυριότερες ευρωπαϊκές ποικιλίες. Η καλλιεργητική συμπεριφορά του προσδίδει πολύ καλή παραγωγικότητα στις εμβολιασμένες σ' αυτό ποικιλίες.

### 3.8.4 41 B

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: Νεαρή βλάστηση χρώματος ορειχάλκου, με πυκνό βαμβακώδη χνοασμό. Φύλλο μεγάλο, σφηνοειδές, τρίλοβο με αβαθείς κόλπους και λεία την κάτω επιφάνεια. Μισχικός κόλπος σχήματος λύρας.

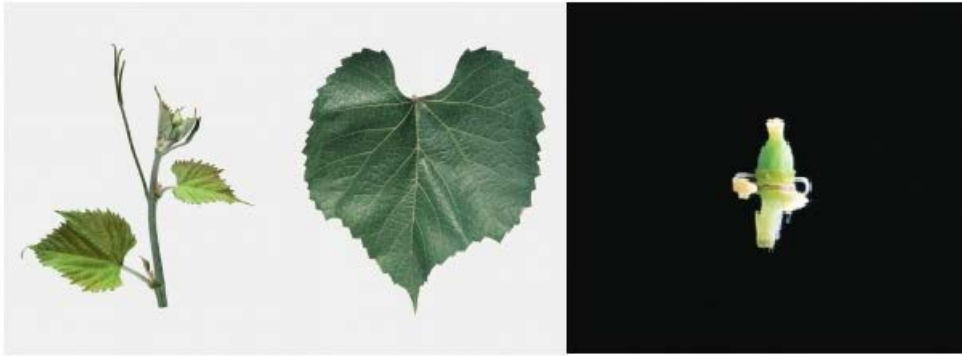


Εικόνα 7. 41 B (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Προέρχεται από τη διασταύρωση Chasselas και *V. berlandieri*. Υποκείμενο εξαιρετικά χρήσιμο για την ελληνική αμπελουργία. Μέτριας ζωηρότητας υποκείμενο κατάλληλο για ασβεστούχα εδάφη όπου η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο είναι έως 75% σε ολικό και έως 40% σε δραστικό. Είναι ευαίσθητο στα αλατούχα εδάφη και μέτρια ανθεκτικό στην ξηρασία. Η αντοχή του στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας είναι ικανοποιητική, όμως παρουσιάζει ευαισθησία στους νηματώδεις και τον περονόσπορο. Η παραγωγή ξύλου στις μητρικές φυτείες είναι μικρή κι ακόμα μικρότερο είναι το ποσοστό επιτυχίας ριζοβόλησης στο φυτώριο (15-25%). Συνιστάται για τις πρώιμες επιτραπέζιες ποικιλίες και μέχρι σήμερα δεν έχουν αναφερθεί περιπτώσεις μη αρμονικής συμβίωσης με τις καλλιεργούμενες ποικιλίες, ελληνικές και ξένες. Στη χώρα μας είναι το δεύτερο από άποψη εκτάσεων, μετά το 110R, χρησιμοποιούμενο υποκείμενο.

### 3.8.5 Fercal

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: Νεαρή βλάστηση λευκή, βαμβακώδης με ερυθρή παρυφή. Φύλλο σφηνοειδές-νεφροειδές, μέτριο με έλασμα αναδιπλούμενο ως το P110, με χνοώδεις και τις δύο επιφάνειές του. Μισχικός κόλπος σχήματος U.



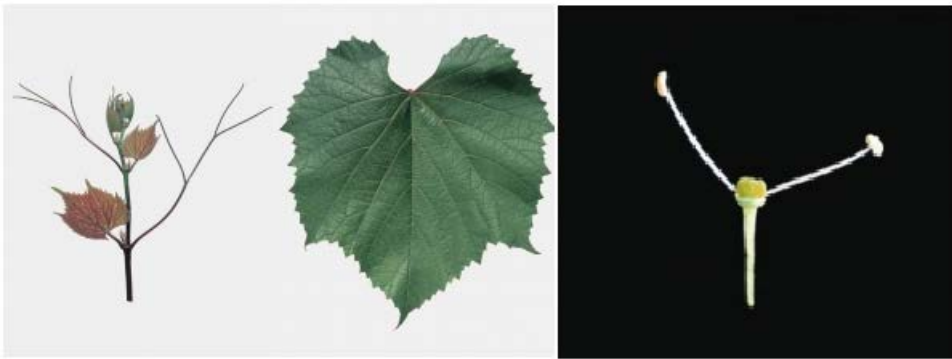
Εικόνα 8. Fercal (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Προέρχεται από τη διασταύρωση *V. berlandieri* και Richter. Νέο σχετικά υποκείμενο, δημιουργήθηκε στη Γαλλία πριν λίγα χρόνια και στη χώρα μας εισήχθη για πειραματισμό τα τελευταία χρόνια. Οι ιδιότητές του είναι παρεμφερείς με αυτές του 41B , σε αυξημένα όρια. Έτσι είναι περισσότερο ανθεκτικό στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας και τους νηματώδεις. Είναι ανθεκτικό στην ξηρασία και το πιο ανεκτικό υποκείμενο στη χλώρωση των ασβεστούχων εδαφών (lime-induced chlorosis). Παρουσιάζει ανθεκτικότητα μέχρι και 60% σε ολικό ασβέστιο και 40% στο ενεργό ασβέστιο. Το Fercal είναι κατάλληλο για τις προσωρινές συνθήκες σε περίσσειας υγρασίας κατά την διάρκεια της άνοιξης και η αντοχή του στην ξηρασία είναι μέτρια έως καλή κυρίως όταν το ριζικό του σύστημα είναι επαρκώς βαθύ. Παρουσιάζει ωστόσο πρόβλημα με την απορρόφηση του μαγνησίου από το έδαφος, ιδίως όταν η περιεκτικότητα του καλίου είναι υπερβολική. Ορισμένες ποικιλίες ενδεχομένως να παρουσιάζουν συνέχεια συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου.



### 3.8.6 Sélection Oppenheim 4 (SO4)

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: Νεαρή βλάστηση χνοώδης, με ερυθρορόδινη παρυφή. Φύλλο μεγάλο, σφηνοειδές, τρίκολπο, με τον μισχικό σε σχήμα U ανοιχτό. Το έλασμα είναι στιλπνό με χνοώδεις τις νευρώσεις.



Εικόνα 9. SO4 (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Προέρχεται από διασταύρωση του *V. berlandieri* και *V. riparia* και κατάγεται από τη Γερμανία. Είναι αρκετά ανθεκτικό στους νηματώδεις, ιδιότητα που το καθιστά ιδιαίτερα πολύτιμο υποκείμενο. Αντέχει σε παρουσία ενεργού ανθρακικού ασβεστίου έως 18% και είναι ευαίσθητο στην ξηρασία. Δείχνει πολύ καλή συμπεριφορά στην παραγωγή ξύλου στη μητρική φυτεία, σε ποσοστό ριζοβόλησης και στον εμβολιασμό. Έχει καλή συγγένεια με τις ευρωπαϊκές ποικιλίες αν και παρατηρείται μεγάλη διαφορά πάχους εμβολίου-υποκειμένου. Στην Ελλάδα δοκιμάζεται πειραματικά. Το υποκείμενο παραμένει αρκετά λεπτό κάτω από το σημείο εμβολιασμού, με συνέπεια να απαιτείται ισχυρή ατομική υποστύλωση των φυτών. Το χαρακτηριστικό της καλλιεργητικής του συμπεριφοράς είναι ότι γενικά συμβάλλει στην προώμιση της ωρίμανσης.

### 3.8.7 420 A

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: Νεαρή βλάστηση χνοώδη, ερυθρή. Φύλλο μέτριο, σφηνοειδές με έντονο πράσινο χρώμα. Μισχικός κόλπος σχήματος λύρας.



Εικόνα 10. 420 A, Millardet et De Grasset (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Πρόκειται για ένα υποκείμενο που προέρχεται από την διασταύρωση *V. berlandieri* και *V. riparia*. Παρά τις καλές ιδιότητες που έχει, αν και χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα και στη χώρα μας, μάλλον δεν έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Παρουσιάστηκαν προβλήματα στον εμβολιασμό και ευπάθειας στην ξηρασία. Επίσης αναφέρθηκε περίπτωση μη αρμονικής συμβίωσης με την ποικιλία Μαυρορωμαίικο. Συνιστάται για δροσερά, γόνιμα εδάφη περιεκτικότητας 40-50% και 20% σε ολικό και δραστικό ανθρακικό ασβέστιο αντίστοιχα. Το συγκεκριμένο υποκείμενο είναι κατάλληλο για βαθιά, γόνιμα, αργιλώδη εδάφη με επαρκή εδαφική υγρασία. Ωστόσο, είναι ακατάλληλο για συμπαγή-συνεκτικά εδάφη και σε συνθήκες υπερβολικής ανοιξιάτικης υγρασίας. Επιπλέον, παρουσιάζει δυσκολία στην απορρόφηση του καλίου από το έδαφος. Ορισμένες ευαίσθητες ποικιλίες ενδεχομένως να παρουσιάζουν συνέχεια συμπτώματα έλλειψης καλίου. Είναι μέτριας ζωηρότητας, δίνει άφθονο ξύλο στη μητρική φυτεία, παρουσιάζει ικανοποιητικό ποσοστό ριζοβόλησης στο φυτώριο αλλά μέτριες επιδόσεις στον εμβολιασμό. Η χρησιμοποίηση του υποκειμένου αυτού στη χώρα μας πρέπει να γίνεται μετά από μελέτη.

### 3.8.8 *Rupestris du lot*

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: Νεαρή βλάστηση χαλκοπράσινη, λεία, αναδιπλούμενη προς τα πάνω. Το φύλλο είναι μικρό, νεφροειδές, πλήρες με χαρακτηριστικό το σχήμα του μισχικού κόλπου, ανοιχτή αγκύλη. Το έλασμα έχει λείες και τις δύο πλευρές καθώς και τις νευρώσεις, που είναι ερυθρού χρώματος. Χαρακτηριστική είναι η αναδίπλωση του φύλλου καθώς και οι κυρτές πλευρές των οδόντων.



Εικόνα 11. *Rupestris du lot* (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Είναι ποικιλία του είδους *V. rupestris*. Ανθεκτικό στη ριζόβια μορφή αλλά ευαίσθητο στη φυλλόβια μορφή της φυλλοξήρας. Ευαίσθητο στις ιώσεις, δείχνει ικανοποιητική αντοχή στον περονόσπορο και μέτρια στους νηματώδεις. Έχει μικρό ετήσιο κύκλο βλάστησης για αυτό συνιστάται σε μεσημβρινά κλίματα και σε εδάφη βαθιά, δροσερά, αλλά όχι υγρά (είναι υπερβολικά ευαίσθητο στις σηψιρριζίες). Η αντοχή του στο ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους είναι 40% σε ολικό και 14% σε δραστικό, ενώ αξιοσημείωτη είναι η αντοχή του στα άλατα του εδάφους. Ζωηρό υποκείμενο δίνει μέτρια παραγωγή ξύλου στη μητρική φυτεία, ενώ η ριζοβόλησή του στο φυτώριο είναι καλή (50-60%) με ικανοποιητική συμπεριφορά και στον εμβολιασμό. (Στον επί τόπου εμβολιασμό συνιστάται η κοπή της κόμης του υποκειμένου αυτού λίγο πριν τον εμβολιασμό, ώστε να δοθεί χρόνος να απομακρυνθεί ο άφθονος χυμός {δάκρυα}). Στη χώρα μας χρησιμοποιήθηκε ευρέως (και χρησιμοποιείται) ειδικά για ποικιλίες επιτραπέζιας χρήσης και ποικιλίες οινοποιίας υψηλών αποδόσεων.

### 3.8.9 Riparia Gloire de Montpellier

Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά: Νεαρή βλάστηση πτυσσόμενη, ανοιχτή πράσινη, χνοώδης. Φύλλο μεγάλο, σφηνοειδές, σχεδόν τρίλοβο. Έλασμα λείο, λεπτό, βαθύ πράσινο, με χαρακτηριστικά οξείς τους οδόντες. Μισχικός κόλπος σχήματος λύρας.



Εικόνα 12. Riparia Gloire de Montpellier (<https://plantgrape.plantnet-project.org>).

Κλώνος του *Vitis riparia*, με αξιόλογες ιδιότητες. Έχει βραχύ κύκλο ετήσιας βλάστησης (συνιστάται για βόρεια γεωγραφικά πλάτη), υψηλής αντοχής στη ριζόβια αλλά ευαίσθητο στη φυλλόβια μορφή της φυλλοξήρας καθώς και στον μολυσματικό εκφυλισμό (παραμόρφωση των φύλλων). Παρουσιάζει ιδιαίτερη ευαισθησία στο ανθρακικό ασβέστιο (μέχρι 15% σε ολικό και έως 6% σε δραστικό), ενώ είναι ακόμη ευαίσθητο στην ξηρασία, τους θερμούς ανέμους. Έχει εξαιρετικές επιδόσεις τόσο στην παραγωγή ξύλου στη μητρική φυτεία όσο και στη ριζοβόληση στο φυτώριο (ποσοστό 80% περίπου), ενώ συμβάλλει στην προώθηση της παραγωγής του εμβολίου.

Στην Ελληνική αγορά διατίθενται κι άλλες επιλογές υποκειμένων, οι οποίες ωστόσο είναι λιγότερο διαδεδομένες, όπως τα Kober 5 BB, 161-49 Couderc, 333 Ecole de Montpellier, 3309 C, Gravesac κ.α.

## 4. Στρατηγικά μέτρα ενάντια στην ξηρασία

Με βάση τα μελλοντικά σενάρια για την κλιματική αλλαγή στον πλανήτη, ο κίνδυνος ξηρασίας αυξάνεται κατά πολύ στις περισσότερες καλλιεργούμενες περιοχές τις επόμενες δεκαετίες (Santos et al., 2020). Η ξηρασία μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την απόδοση και την ποιότητα των καλλιεργειών και, σε ακραίες περιπτώσεις ακόμη και την επιβίωσή τους (Poni et al., 2018). Οι πρακτικές άρδευσης υιοθετούνται σε μεγάλο βαθμό για την αντιστάθμιση του εποχικού ελλείμματος νερού, παρόλο που δεν είναι πάντοτε διαθέσιμες ούτε επιθυμητές. Σε αυτό το πλαίσιο, η γεωργική έρευνα πρέπει να αντιμετωπίσει αυτό το αναδυόμενο πρόβλημα είτε βελτιστοποιώντας τη χρήση του νερού είτε δημιουργώντας πιο ανεκτικές/ανθεκτικές ποικιλίες. Για την επίτευξη αυτών των στόχων απαιτείται βαθύτερη κατανόηση των αποκρίσεων και των μηχανισμών που εφαρμόζουν τα φυτά σε συνθήκες πίεσης. Η άμπελος (*Vitis vinifera* L.) καλλιεργείται κυρίως σε μεσογειακές κλιματικές περιοχές, αλλά σταδιακά επεκτείνεται και σε άλλες κλιματικές περιοχές.

Η διαθεσιμότητα νερού είναι ένας από τους κύριους περιοριστικούς παράγοντες της βλάστησης και της παραγωγικότητας στην περιοχή της Μεσογείου (Koundouras et al., 1999). Η διαθεσιμότητα νερού είναι επίσης μια δυναμική κατάσταση που εξαρτάται από παράγοντες όπως η επιφάνεια των φύλλων, η δομή του θόλου, η εξάτμιση, η υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους, η διείσδυση του αέρα στο έδαφος, η κατανομή των ριζών και τα είδη των αποθεμάτων στις ρίζες (Bravdo και Herper, 1987). Από την άλλη πλευρά, η φυσιολογία των ριζών επηρεάζεται από το είδος άρδευσης, την πυκνότητα φύτευσης και τα χαρακτηριστικά του ριζικού συστήματος (Williams και Mathews, 1990), και επίσης επηρεάζεται από το σύστημα εκπαίδευσης της πέργκολας. Με αυτόν τον τρόπο, ο Hunter (1998) είπε ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ των αμπελιών αυξήθηκε με την πυκνότητα φύτευσης και κατά συνέπεια ήταν επίσης μικρότεροι και με μικρότερη βλαστική ικανότητα. Ο Smart (1974) υποστηρίζει ότι το νερό που απορροφάται από το αμπέλι εξαρτάται από την κατανομή των ριζών και τη διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος. Η απειλή της κλιματικής αλλαγής θα καταστήσει απαραίτητο τον συνδυασμό διαφορετικών μέτρων προσαρμογής, ειδικά εκείνων που σχετίζονται με την άρδευση και τη διαχείριση του νερού και τη διαθεσιμότητα, προκειμένου να διατηρηθεί η βιωσιμότητα των αμπελώνων ειδικά στις ημίξηρες, θερμές και πιο ευάλωτες αμπελουργικές περιοχές της Νότιας Ευρώπης.

## 4.1. Επιλογή υποκειμένου ενάντια στην ξηρασία

Οι Kliewer et al. (1997) διερεύνησαν την επίδραση επτά υποκειμένων (AxR#1, 110R, 5C, 3309, 420A, 1616 και 039-16) εμβολιασμένων με Cabernet Sauvignon σε συνδυασμό με τρεις αποστάσεις μεταξύ των σειρών (2, 3 και 4 m) και δύο διαφορετικές αποστάσεις εντός της ίδιας σειράς (1 και 2 m) για την ανάπτυξη ριζών και βλαστών, τη χρησιμοποίηση του νερού, τη σύνθεση των φύλλων, των φρούτων και του κρασιού, την απόδοση της καλλιέργειας και την ποιότητα του κρασιού, τα οποία αξιολογήθηκαν σε πείραμα στον Πειραματικό Αμπελώνα Oakville το 1987. Τα δεδομένα της έρευνας αποκάλυψαν ότι τα παραπάνω επτά υποκείμενα μπορούν να χωριστούν σε τρεις ομάδες με βάση το βάθος ριζοβολίας. Τα υποκείμενα 110R, AxR και 039-16 είχαν τις βαθύτερες ρίζες, τα 5C, 3309 και 1616 ήταν ενδιάμεσα σε ανάπτυξη και το 420A εμφάνισε την μικρότερη ανάπτυξη. Τα 110R, 039-16, AxR και 5C χρησιμοποίησαν το περισσότερο νερό σε όλα τα βάθη μέχρι τα 210 cm και τα 3309, 1616 και 420A χρησιμοποίησαν τη λιγότερη ποσότητα νερού. Υπήρχε άμεση θετική συσχέτιση μεταξύ της ανάπτυξης των φύλλων και της ποσότητας νερού που αντλήθηκε από το έδαφος.

Στην μελέτη των Koundouras et al. (2008) εξετάστηκαν οι επιδράσεις δύο υποκειμένων (1103P και SO4) στην υδατική κατάσταση για 2 χρόνια (2005-2006), σε αμπέλια που καλλιεργούνται σε χωράφι cv. Cabernet-Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), που υποβλήθηκε σε τρία επίπεδα άρδευσης (FI: 100% της εξατμισοδιαπνοής, DI: 50% της εξατμισοδιαπνοής και NI: μη αρδευόμενη). Το πείραμα διεξήχθη σε αμπέλια ηλικίας 10 ετών, που καλλιεργήθηκαν σε ημίξηρες συνθήκες της κεντρικής Ελλάδας. Η έρευνα έδειξε ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση ανάμεσα στην επιλογή του υποκειμένου και την υδατική κατάσταση στην καλλιέργεια. Το υποκείμενο επηρέασε την υδατική κατάσταση του βλαστού μέσω της επίδρασής του στη διαπνοή ολόκληρου του αμπελιού, ωστόσο η απόκριση της φωτοσύνθεσης Cabernet-Sauvignon στην υδατική κατάσταση δεν μεταβλήθηκε από το υποκείμενο. Οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι το SO4 θα μπορούσε να προσαρμοστεί καλύτερα σε γόνιμα εδάφη με μη περιοριστική παροχή νερού λόγω της ικανότητάς του να επιτυγχάνει μια ισορροπημένη βλαστική και αναπαραγωγική ανάπτυξη, ενώ το 1103P, το οποίο είναι πιο ανεκτικό στην ξηρασία, θα ήταν καλύτερο να αναπτυχθεί σε ημίξηρες περιοχές όπου υπάρχει περιορισμός νερού λαμβάνει χώρα.

Οι Tramontini et al. (2013) εξέτασαν την επίδραση των υποκειμένων στην προσαρμοστική απόκριση των φυτών σε συνθήκες έλλειψης νερού. Για τον σκοπό αυτό συνέκριναν 2 υποκείμενα, τα 140Ru και SO4 τα οποία εμβολιάστηκαν με 4 διαφορετικές

ποικιλίες, Cabernet Sauvignon, Grenache, Merlot, Syrah. Τα φυτά με το υποκείμενο 140Ru αποδείχθηκε ότι εξαντλούν τα εδαφικά αποθέματα νερού πιο γρήγορα από αυτά με το SO4, εμφανίζοντας μεγάλη προσαρμοστικότητα στην ξηρασία. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από την πολύ υψηλή του ζωηρότητα, σε σύγκριση με το μέτριο σφρίγος του SO4, η οποία απαιτεί την χρήση μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού για να αντισταθμιστούν οι απώλειες νερού για τη διαπνοή του θόλου. Το συμπέρασμα που εξήχθη από την μελέτη είναι ότι οι γονότυποι του υποκειμένου και του βλαστού είναι σε θέση να προσδώσουν στα χαρακτηριστικά του φυτού στην προσαρμοστικότητα στην ξηρασία επηρεάζοντας αντίστοιχα την ικανότητα άντλησης νερού από το έδαφος και την ευαισθησία του στοματικού ελέγχου.

Στην πενταετή έρευνα που έλαβε χώρα στην ημίξηρη αμπελουργική περιοχή Bullas, στην Νοτιοανατολική Ισπανία, οι Romero, Botía, και Navarro (2018) εξέτασαν την συμπεριφορά των υποκειμένων 140RU, 1103 p, 41b, 110r και 161-49c σε συνθήκες άρδευσης ελεγχόμενης έλλειψης και άρδευσης μερικής ριζικής ζώνης για την ποικιλία Monastrell. Τα αποτελέσματά της έρευνας δείχνουν ότι το υποκείμενο είχε σημαντική επίδραση στην ικανότητα άντλησης νερού από το έδαφος και, κατά συνέπεια, στην υδατική κατάσταση της αμπέλου, στη φωτοσύνθεση των φύλλων, στο σφρίγος, στην παραγωγικότητα και στην ποιότητα των μούρων των αμπελιών Monastrell. Αμπέλια εμβολιασμένα σε ζωηρά υποκείμενα - όπως 1103 P ή 140Ru, και τα δύο ταξινομημένα ως υποκείμενα με υψηλή ή πολύ υψηλή ανοχή στην ξηρασία επέδειξαν μεγαλύτερη ικανότητα πρόσληψης νερού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και μπόρεσαν να εκμεταλλευτούν τους υδάτινους πόρους του εδάφους πιο αποτελεσματικά, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της άρδευσης. Η βελτιωμένη απορρόφηση νερού από τη ρίζα και η ικανότητα μεταφοράς είναι πιθανόν λόγω της παρουσίας του *V. rupestris* στο γονοτυπικό υπόβαθρο των 140Ru, 1103 P και 110R - σε σύγκριση με πιο ευαίσθητα στην ξηρασία υποκείμενα χαμηλότερης ευρωστίας (*V. riparia* crossings), όπως 41B ή 161-49C. Αυτή η μεγαλύτερη πρόσληψη νερού στο έδαφος αντικατοπτρίστηκε επίσης στην υψηλότερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και ζωντάνια των φύλλων, στην ανώτερη συσσώρευση νερού και ξηρής ουσίας στα όργανα του φυτού και στην υψηλότερη απόδοση.

Η Caramanico (2020) συνέκρινε την συμπεριφορά υποκειμένων που αναπτύχθηκαν από το Πανεπιστήμιο του Μιλάνου M (M1, M2, M3, M4) με αυτή άλλων εμπορικών γονότυπων υποκειμένων που χρησιμοποιούνται ευρέως στην αμπελοκαλλιέργεια: 140 Ru, 41 B, 110 R, 1103 P, SO 4, K 5BB, 420 A και Schwarzman σε σταδιακή έλλειψη νερού σε ημιελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα υποκείμενα εμβολιάστηκαν με Cabernet Sauvignon και υποβλήθηκαν σε δύο επίπεδα υδατικής καταπόνησης: ήπια (50% υδατικό

περιεχόμενο εδάφους) και έντονη (20% υδατικό περιεχόμενο εδάφους). Αποδείχθηκε ότι το υποκείμενο έχει κυρίαρχο ρόλο στην διαχείριση της ξηρασίας, καθώς οι ρίζες έρχονται σε επαφή με τη διαθεσιμότητα του νερού του εδάφους. Τα υποκείμενα δεν αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο στην έλλειψη νερού με αποτέλεσμα να ταξινομούνται ως εξαιρετικά ανθεκτικά στην ξηρασία (140 Ru, 41 B, 110 R, 1103 P), λιγότερο ανθεκτικά (SO 4, K 5BB) και ευαίσθητα (420 A και Schwarzman). Όσον αφορά τα υποκείμενα του Πανεπιστημίου του Μιλάνου, το M4 αποδείχθηκε ότι εμφανίζει την καλύτερη συμπεριφορά από τα υπόλοιπα.

## 4.2. Αποστάσεις φύτευσης ενάντια στην ξηρασία

Στην έρευνα των Archer και Strauss (1989) μελετήθηκε εξαετές *Vitis vinifera* L. cv Pinot noir (BK V) εμβολιασμένο σε υποκείμενο 99 Ρίχτερ (1/30/1), φυτεμένο σε έξι διαφορετικά διαστήματα και εκπαιδευμένο σε ένα κατακόρυφο σύστημα καφασωτού. Οι πυκνότητες φύτευσης ήταν 20000 (1,0 x 0,5 m), 10 000 (1,0 x 1,0 m), 5 000 (2,0 x 1,0 m), 2500 (2,0 x 2,0 m), 2222 (3,0 x 1,5 m) και 1111 (3,0 x 3,0 m) αμπέλια ανά εκτάριο, με την καθεμία να επαναλαμβάνεται πέντε φορές. Τα αμπέλια κλαδεύτηκαν με το ίδιο φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους (6 βλαστοί/m<sup>2</sup>). Η υψηλότερη πυκνότητα ριζών που ελήφθη σε αμπέλια με μικρότερη απόσταση φύτευσης οδήγησε σε υψηλότερο ρυθμό εξάντλησης του νερού του εδάφους από ό,τι βρέθηκε με αμπέλια με μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους. Ως αποτέλεσμα, οι αμπελώνες με κοντινές αποστάσεις φύτευσης παρουσίασαν υψηλότερη υδατική καταπόνηση από τα κλήματα με μεγαλύτερες αποστάσεις, δεδομένο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πριν γίνει επιλογή της απόστασης των φυτών για ξηρά εδάφη. Η έρευνα συμπεραίνει ότι, ειδικά μετά από σχετικά χαμηλές χειμερινές βροχοπτώσεις, η εξάντληση του νερού του εδάφους από υψηλές πυκνότητες ριζών στα υψηλής πυκνότητας κλήματα μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική υδατική καταπόνηση και κατά συνέπεια μπορεί επίσης να επηρεάσει την απόδοση και την ποιότητα των σταφυλιών, ενώ η υπερβολική υδατική καταπόνηση μπορεί επίσης να έχει αρνητική επίδραση στη φωτοσύνθεση.

Στην έρευνα των Kliewer et al. (1997), όσον αφορά την επίδραση της απόστασης των σειρών στην χρήση του εδαφικού νερού ανά στρέμμα, τα δεδομένα έδειξαν ότι η υγρασία του εδάφους για τις αποστάσεις σειρών 2 m και 1 m ήταν πάντα μικρότερη σε όλα τα βάθη από ό,τι σε για τις αποστάσεις σειρών 3 και 4 m, το οποίο μεταφράζεται σε αυξημένες ανάγκες για άρδευση σε πυκνότερα αμπέλια.

Στην μελέτη του Hunter (1998) αξιολογήθηκαν έξι αποστάσεις φυτών (3 x 3 m, 3 x 1,5 m, 2x 2 m, 2x 1 m, 1x 1 m, 1 x 0,5 m) για την επίδρασή τους στην ανάπτυξη του



υπέργειου και του υπόγειου τμήματος του φυτού, σε *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir εμβολιασμένα σε υποκείμενο 99 Ρίχτερ. Μεγαλύτερες πυκνότητες ριζών εμφανίστηκαν στις μικρότερες αποστάσεις φύτευσης. Η μελέτη έδειξε ότι τόσο η υπέργεια όσο και η υπόγεια ανάπτυξη των φυτών επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τον φυσικό περιορισμό των αμπέλων μέσω της απόστασης των φυτών. Η κατανάλωση του νερού του εδάφους αποδείχθηκε ελαφρώς υψηλότερη στα αμπέλια υψηλής πυκνότητας και είχε ως αποτέλεσμα ελαφρώς μεγαλύτερη ποσότητα φύλλων και ξηρής ύλης σε σχέση με τα αμπέλια χαμηλής πυκνότητας. Συνολικά, οι καλλιέργειες μεσαίου διαστήματος (2 x 2 m, 2 x 1 m) επέδειξαν την βέλτιστη εκμετάλλευση του νερού του εδάφους. Με βάση την ίδια απόδοση, η φύτευση υψηλής πυκνότητας αξιοποιεί σε μικρότερο βαθμό το νερό που καταναλώνεται από την φύτευση χαμηλής πυκνότητας, ενώ η άρδευση προκαλεί μεγαλύτερη κατανάλωση νερού που έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη απόδοση καρπού σε σχέση με το μη αρδευτικό καθεστώς. Η έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η πυκνότητα φύτευσης μπορεί να είναι ένας υπό όρους παράγοντας για την ανάπτυξη των φύλλων και την κατανάλωση νερού, και επίσης στην παραγωγικότητα, και είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη για την προσαρμογή των αμπελιών σε ορισμένες συνθήκες υδατικής καταπόνησης, προτείνοντας ουσιαστικά την φύτευση μεσαίου διαστήματος (2 x 2 m, 2 x 1 m).

Οι Rubio, Pérez και Yuste (2001) ανέλυσαν την επίδραση της πυκνότητας φύτευσης και του συστήματος άρδευσης στην περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό για αμπέλια Tempranillo στην περιοχή Duero (Ισπανία) κατά τη διάρκεια τριών ετών. Τα φυτά που εμβολιάστηκαν στο υποκείμενο Richter NO 110 εκπαιδεύτηκαν σε κάθετη πέργκολα τοποθέτησης βλαστών και με προσανατολισμό Βορειοανατολικό-Νοτιοδυτικό (N-S + 25°). Μελετήθηκαν δύο διαφορετικές πυκνότητες φύτευσης: χαμηλή πυκνότητα, με απόσταση 2,7 x 1,4 m (2645 φυτά/στρέμμα) και υψηλή πυκνότητα, με 2,2 x 1,15 m (3953 φυτά/στρέμμα) καθώς και δύο αρδευτικά συστήματα, απουσία άρδευσης και άρδευση με σταγόνες. Η αύξηση της πυκνότητας φύτευσης φαίνεται να συμβάλει σε ελαφρώς υψηλότερη κατανάλωση νερού στο έδαφος που οδηγεί σε υψηλότερο δείκτη φυλλοβόλησης και ελαφρώς αυξημένη παραγωγή σταφυλιών. Η άρδευση φάνηκε να προκαλεί μεγαλύτερη κατανάλωση νερού που μεταφράζεται σε μεγαλύτερη παραγωγικότητα σταφυλιού, ωστόσο η παραγωγική αποτελεσματικότητα κατ' όγκο κατανάλωσης νερού είναι μεγαλύτερη στα μη αρδευόμενα από τα αρδευόμενα αμπέλια.

Οι Van Leeuwen et al. (2019) εφάρμοσαν ένα μοντέλο υδατικού ισοζυγίου σε αμπελώνες με διαφορετικές ικανότητες συγκράτησης νερού στο έδαφος και διαφορετικές πυκνότητες φύτευσης, με βάση τις κλιματικές συνθήκες του πρόσφατου παρελθόντος (1981-

2010) και του εγγύς μέλλοντος (2041-2070) για δύο σενάρια αμπελοκαλλιέργειας (Cabernet-Sauvignon στο Μπορντό και Grenache στο Αβινιόν, Côtes du Rhône). Διερευνήθηκαν αποστάσεις σειρών 2, 3 και 4 m και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν το νερό είναι περιοριστικός παράγοντας, η κοντινή απόσταση μεταξύ των σειρών αυξάνει τη χρήση νερού, επειδή η παρεμπόδιση του ηλιακού φωτός παρέχει την κινητήρια ενέργεια για τη διαπνοή. Η απόσταση των αμπελιών είχε σχετική επίδραση στο ισοζύγιο νερού και στη διαθεσιμότητα νερού κατά την ωρίμανση των σταφυλιών. Ωστόσο, η αυξημένη απόσταση μεταξύ των αμπελιών μειώνει τόσο την απόδοση όσο και το κόστος παραγωγής, επομένως η κερδοφορία του αμπελώνα εξαρτάται από την αντιστάθμιση μεταξύ αυτών των δύο επιπτώσεων. Οι καλλιέργειες αραιότερης φύτευσης επέδειξαν ευκολότερη προσαρμογή και μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε πιο ξηρές συνθήκες. Επομένως, η εναλλακτική λύση που προτείνεται από τους ερευνητές για τη βελτίωση της αντοχής του αμπελώνα στην ξηρασία είναι η αύξηση της απόστασης των σειρών, με αποτέλεσμα τη μείωση της πυκνότητας του αμπελιού. Η ανάλυση έδειξε ότι οι αμπελώνες με μεγάλη απόσταση μπορούν να είναι μια οικονομικά βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον λύση για την καλλιέργεια αμπέλων και την παραγωγή κρασιών υψηλής ποιότητας σε όλο και πιο ζεστές και ξηρές συνθήκες υπό την κλιματική αλλαγή, εκτός από περιπτώσεις όπου η αξία των παραγόμενων σταφυλιών είναι υψηλότερη.

## 5. Συμπεράσματα

Η κλιματική αλλαγή και η έντονη ξηρασία πιθανότατα θα οδηγήσουν σε μεγάλες κλιματικές μεταβολές στις μεσογειακές περιοχές της νότιας Ευρώπης, ενώ στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, οι συνθήκες ενδεχομένως να ωφελήσουν την αμπελοκαλλιέργεια. Οι πιθανές επιπτώσεις στην ευρωπαϊκή αμπελοκαλλιέργεια θα αφορούν αλλαγές στην φαινολογία του αμπελιού, διαταραχή της ισορροπίας στη σύνθεση του σταφυλιού και του κρασιού και ως εκ τούτου αλλαγή των παραδοσιακών κρασιών, μειώσεις στις αποδόσεις των αμπέλων. Επίσης ίσως απειληθούν οι καθιερωμένες παραδοσιακά καλλιεργούμενες ποικιλίες και μπορεί να υπάρξουν σημαντικές γεωγραφικές μετατοπίσεις στις περιοχές καλλιέργειας. Στο μέλλον, ορισμένες περιοχές της Βόρειας Ευρώπης μπορεί να επωφεληθούν από ένα ευρύ φάσμα ποικιλιών για την ανάπτυξη αμπέλου, ενώ η νότια Ευρώπη θα χρειαστεί να προσαρμοστεί σε ποικιλίες πιο κατάλληλες για θερμότερα και ξηρότερα κλίματα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την κατάλληλη επιλογή ποικιλιών και υποκειμένων, καλλιεργητικών μεθόδων, αλλά και καθεστώς άρδευσης.

Το υποκείμενο είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την απόδοση, την ποιότητα και άλλες φυσιολογικές παραμέτρους αμπέλου, καθώς τα υποκείμενα παρουσιάζουν πολύπλοκη αλληλεπίδραση με τη διαθεσιμότητα του νερού του εδάφους. Η βιβλιογραφία συγκλίνει στο συμπέρασμα ότι ένα προσαρμοσμένο υποκείμενο για κάθε περίπτωση μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα χρήσης του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση και την ποιότητα (Berdeja et al., 2015; Bianchi et al., 2018). Η αποτελεσματικότητα του υποκειμένου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ποικιλία του βλαστού, το σφρίγος του υποκειμένου, η στοματική αγωγιμότητα, η ριζοβολία. Σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης, η στοματική αγωγιμότητα παίζει αποτελεσματικό ρόλο στη ρύθμιση του νερού καθώς είναι τα πρώτα όργανα που ανταποκρίνονται στην ξηρασία (Damour et al., 2010). Η αυξημένη ζοηρότητα συνδέεται με αυξημένη ανθεκτικότητα στην ξηρασία και το αντίστροφο. Ως εκ τούτου, η χρήση ανθεκτικών στην ξηρασία υποκειμένων θα μπορούσε να είναι ένα περιβαλλοντικά και οικονομικά αποδοτικό μέτρο προσαρμογής σε αυξημένες συνθήκες ξηρασίας, επιτρέποντας τη διατήρηση των αποδόσεων και τη μείωση των απωλειών ποιότητας από την υπερβολική καταπόνηση λόγω έλλειψης νερού.

Οι αποστάσεις φύτευσης αποδεικνύονται επίσης καθοριστικός παράγοντας για την συμπεριφορά του αμπελιού στην αυξημένη ξηρασία. Η απόσταση φύτευσης επιδρά στο σφρίγος του αμπελιού, στη σύνθεση των σταφυλιών αλλά και στην συνολική

παραγωγικότητα. Η κατανάλωση νερού που αποδεικνύεται ελαφρώς υψηλότερη στα αμπέλια υψηλής πυκνότητας, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα ελαφρώς μεγαλύτερη ποσότητα φύλλων και ξηρής ουσίας σε σχέση με τα αμπέλια χαμηλής πυκνότητας. Επίσης, αμπέλια με μεγαλύτερες αποστάσεις φύτευσης διαχειρίζονται το υδατικό δυναμικό του εδάφους πολύ πιο αποδοτικά, όμως εμφανίζουν ελαφρώς μειωμένη απόδοση σε καρπό. Ωστόσο οι αποστάσεις φύτευσης δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλες διότι η μειωμένη χρήση του χώρου οδηγεί σε μειωμένη παραγωγή. Οι Kemp et al. (2013) συμπεραίνουν τα 1,2 m φαίνεται να είναι η πιο επιθυμητή απόσταση μεταξύ των σειρών όσον αφορά το μικροκλίμα του θόλου, τη γονιμότητα και την απόδοση. Σε αυτή την πυκνότητα, τα αμπέλια ήταν τα πιο παραγωγικά και αξιοποιούσαν τον χώρο τους πιο αποτελεσματικά. Αντίθετα, οι αποστάσεις των 1,5 και 2 m παράγαν χαμηλότερες αποδόσεις.

Οι μηχανισμοί που εμπλέκονται στην επίδραση των υποκείμενων στην ανάπτυξη των αμπελιών και την αντοχή στην ξηρασία και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ υποκείμενου και βλαστού σε ένα εμβολιασμένο σύστημα είναι ακόμη προς διερεύνηση. Η μελέτη της αλληλεπίδρασης υποκείμενου-βλαστού είναι πολύπλοκη και σίγουρα μπορεί να αποτελέσει ένα πεδίο έρευνας που θα οδηγήσει στην ανάδειξη προσαρμοστικών συνδυασμών στις συνθήκες που θα επικρατούν στο μέλλον. Σε αυτή την εξίσωση οφείλουμε να συμπεριλάβουμε και τις αποστάσεις φύτευσης, κάτι που αυξάνει αρκετά τον βαθμό δυσκολίας. Ως μεμονωμένες μεταβλητές, τα ζωηρά υποκείμενα και οι ελαφρώς αυξημένες αποστάσεις φύτευσης φαίνονται να αντιμετωπίζουν πιο αποδοτικά την ξηρασία από λιγότερο ζωηρά υποκείμενα και πυκνά φυτεμένα αμπέλια, όμως υπάρχουν μια σειρά από παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον ορθό συνδυασμό τους όπως η ποικιλία του σταφυλιού, το καθεστώς άρδευσης, η σύνθεση και η υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους, το κόστος παραγωγής, η χρήση του τελικού προϊόντος κ.α. Η έρευνα οφείλει να στραφεί προς την κατεύθυνση της προσαρμογής της αμπελουργίας στις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται με οικολογικό, οικονομικό και αποδοτικό τρόπο.

## 6. Βιβλιογραφία

### 6.1. Ελληνική Βιβλιογραφία

Μπεκατώρου, Α. (2020). Θέματα Αμπελουργίας- Βιολογία της Αμπέλου. Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Πετροπούλου-Καραγιαννοπούλου, Σ. (2016). Σημειώσεις Αμπελουργίας. ΤΕΙ Πελοποννήσου, Καλαμάτα.

### 6.2. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Amerine, M., & Winkler, A. (1944). Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*, 15(6), 493-675.

Archer, E., & Strauss, H. C. (1989). The effect of plant spacing on the water status of soil and grapevines. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 10(2), 49-58.

Archer, E., & Strauss, H. C. (1990). The effect of vine spacing on some physiological aspects of *Vitis vinifera* L. (cv. Pinot noir).

Berdeja, M., Nicolas, P., Kappel, C., Dai, Z. W., Hilbert, G., Peccoux, A., ... & Delrot, S. (2015). Water limitation and rootstock genotype interact to alter grape berry metabolism through transcriptome reprogramming. *Horticulture research*, 2.

Bianchi, D., Grossi, D., Tincani, D. T., Di Lorenzo, G. S., Brancadoro, L., & Rustioni, L. (2018). Multi-parameter characterization of water stress tolerance in *Vitis* hybrids for new rootstock selection. *Plant Physiology and Biochemistry*, 132, 333-340.

Bravdo, B., & Hepner, Y. (1987, July). Water management and effect on fruit quality in grapevines. In *Australian Wine Industry Technical Conference (Vol. 6, pp. 150-158)*.

Caramanico, L. (2020). Study Of Grapevine Rootstock Response To Water Stress [DPhil dissertation]. Università degli Studi di Milano.

Carbonneau, A. (2003). Ecophysiologie de la vigne et terroir. Terroir, zonazione, viticoltura. *Trattato internazionale. Phytoline*, 1, 61-102.

Coombe, B. G. (1986, August). Influence of temperature on composition and quality of grapes. In *Symposium on Grapevine Canopy and Vigor Management, XXII IHC 206 (pp. 23-36)*.

Damour, G., Simonneau, T., Cochard, H., & Urban, L. (2010). An overview of models of stomatal conductance at the leaf level. *Plant, cell & environment*, 33(9), 1419-1438.

Droulia, F., & Charalampopoulos, I. (2021). Future climate change impacts on European Viticulture: A review on recent scientific advances. *Atmosphere*, 12(4), 495.

Garcia, M., & Charbaji, T. (1993). Effect of sodium chloride salinity on cation equilibria in grapevine. *Journal of plant nutrition*, 16(11), 2225-2237.

Gladstones, J. (2011). *Wine, terroir and climate change*. Wakefield Press.

- Granett, J., Walker, M. A., Kocsis, L., & Omer, A. D. (2001). Biology and management of grape phylloxera. *Annual review of entomology*, 46, 387.
- Greer, D. H., & Weedon, M. M. (2013). The impact of high temperatures on *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevine performance and berry ripening. *Frontiers in plant science*, 4, 491.
- Hamdy, A. (2005). Saline irrigation management for a sustainable use. Non-conventional water use: WASAMED project. CIHEAM/EU DG Research, Bari, 3-42.
- Hardie, W. J., & Considine, J. A. (1976). Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. *American Journal of Enology and Viticulture*, 27(2), 55-61.
- Huglin, M. B. (1978). Determination of molecular weights by light scattering. In *Inorganic and Physical Chemistry* (pp. 141-232). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hunter, J. J. (1998). Plant spacing implications for grafted grapevine I. Soil characteristics, root growth, dry matter partitioning, dry matter composition and soil utilisation. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 19(2), 25-34.
- Jones, G. V. (2010, August). Climate, grapes, and wine: structure and suitability in a changing climate. In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on the 931 (pp. 19-28).
- Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R., & Storchmann, K. (2005). Climate change and global wine quality. *Climatic change*, 73(3), 319-343.
- Kemp, B. S., Winward, L., Arthur, M., & Foss, C. (2013). The effect of vine spacing on vine vigour, berry ripeness and wine composition of *Vitis vinifera* cv. L. Regner in the south of England. OIV 36th World Congress of Vine and Wine, 19-22.
- Kliewer, W. M., Benz, B., & Morano, L. (1997). Rootstock and vine spacing effects on growth, root distribution and water utilization by Cabernet Sauvignon grapevines in Napa Valley. *Am. J. Enol. Vitic*, 2, 237-242.
- Korosi, G.A., Trethowan, C.J., and Powell, K.S. (2009). Reducing the risk of phylloxera transfer on viticultural waste and machinery. *Acta Hort.* 816, 53–62 <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.816.8>.
- Koufos, G., Mavromatis, T., Koundouras, S., Fyllas, N. M., & Jones, G. V. (2014). Viticulture–climate relationships in Greece: the impacts of recent climate trends on harvest date variation. *International Journal of Climatology*, 34(5), 1445-1459.
- Koundouras, S., Tsialtas, I. T., Zioziou, E., & Nikolaou, N. (2008). Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet–Sauvignon) under contrasting water status: leaf physiological and structural responses. *Agriculture, ecosystems & environment*, 128(1-2), 86-96.
- Koundouras, S., Van Leeuwen, C., Seguin, G., & Glories, Y. (1999). Influence of water status on vine vegetative growth, berry ripening and wine characteristics in mediterranean zone (example of Nemea, Greece, variety Saint-George, 1997). *OENO One*, 33(4), 149-160.
- Malheiro, A. C., Santos, J. A., Fraga, H., & Pinto, J. G. (2010). Climate change scenarios applied to viticultural zoning in Europe. *Climate Research*, 43(3), 163-177.
- Molitor, D., Baus, O., Hoffmann, L., & Beyer, M. (2016). Meteorological conditions determine the thermal-temporal position of the annual Botrytis bunch rot epidemic on *Vitis vinifera* L. cv. Riesling grapes. *Oeno One*, 50(4).

- Moutinho-Pereira, J. M., Correia, C. M., Gonçalves, B. M., Bacelar, E. A., & Torres-Pereira, J. M. (2004). Leaf gas exchange and water relations of grapevines grown in three different conditions. *Photosynthetica*, 42(1), 81-86.
- Morrison, J. C. (1991). Bud development in *Vitis vinifera* L. *Botanical gazette*, 152(3), 304-315.
- Mudge, K., Janick, J., Scofield, S., & Goldschmidt, E. E. (2009). A history of grafting.
- Ollat, N., Bordenave, L., Tandonnet, J. P., Boursiquot, J. M., & Marguerit, E. (2014, October). Grapevine rootstocks: origins and perspectives. In I International Symposium on Grapevine Roots 1136 (pp. 11-22).
- OIV, R. (2010). Definition of vitivinicultural “Terroir”. In The General Director of the OIV, General assembly Tbilisi (Georgia) 25th June 2010 (p. 1).
- Ollat, N., Peccoux, A., Papura, D., & Esmenjaud, D. (2016). Rootstocks as a component of adaptation to environment. In ‘Grapevine in a changing environment: a molecular and ecophysiological perspective’. (Eds H Gerós, M Manuela, C Hipólito, M Gil, S Delrot) pp. 68–108.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & van Ypersele, J. P. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151). *Ipcc*.
- Poni, S., Gatti, M., Palliotti, A., Dai, Z., Duchêne, E., Truong, T. T., ... & Tombesi, S. (2018). Grapevine quality: A multiple choice issue. *Scientia horticultrae*, 234, 445-462.
- Powell, K. S. (2008). Grape phylloxera: an overview. Root feeders: an ecosystem perspective. CAB International, Wallingford, 96-114.
- Romero, P., Botía, P., & Navarro, J. M. (2018). Selecting rootstocks to improve vine performance and vineyard sustainability in deficit irrigated Monastrell grapevines under semiarid conditions. *Agricultural Water Management*, 209, 73-93.
- Rubio, J. A., Pérez, A., & Yuste, J. (2001, December). Influence of plant density and water regime on soil water use, water relations and productivity of trellis-trained Tempranillo grapevines. In *International Symposium on Irrigation and Water Relations in Grapevine and Fruit Trees* 646 (pp. 187-193).
- Santos, J. A., Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L. T., Correia, C., ... & Schultz, H. R. (2020). A review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Sciences*, 10(9), 3092.
- Serra, I., Strever, A., Myburgh, P. A., & Deloire, A. (2014). The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. *Australian Journal of grape and wine Research*, 20(1), 1-14.
- Shaffer, R. G., Sampalo, T. L., Pinkerton, J., & Vasconcelos, M. C. (2004). Grapevine rootstocks for Oregon vineyards.
- Schultz, H. R., & Jones, G. V. (2010). Climate induced historic and future changes in viticulture. *Journal of Wine Research*, 21(2-3), 137-145.
- Schultz, H. R., & Stoll, M. (2010). Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitations. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16, 4-24.

- Smart, R. E. (1974). Aspects of water relations of the grapevine (*Vitis vinifera*). *American Journal of Enology and Viticulture*, 25(2), 84-91.
- Spellman, G. (1999). Wine, weather and climate. *Weather*, 54(8), 230-239.
- Tagliavini, M., & Rombola, A. D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*, 15(2), 71-92.
- Tramontini, S., Vitali, M., Centioni, L., Schubert, A., & Lovisolo, C. (2013). Rootstock control of scion response to water stress in grapevine. *Environmental and experimental botany*, 93, 20-26.
- Van Leeuwen, C., Trégoat, O., Choné, X., Bois, B., Pernet, D., & Gaudillère, J. P. (2009). Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes?. *Oeno One*, 43(3), 121-134.
- Van Leeuwen, C., & Darriet, P. (2016). The impact of climate change on viticulture and wine quality. *Journal of Wine Economics*, 11(1), 150-167.
- Van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Dubernet, M., Duchêne, E., Gowdy, M., Marguerit, E., ... & Ollat, N. (2019). An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*, 9(9), 514.
- Van Leeuwen, C., Pieri, P., Gowdy, M., Ollat, N., & Roby, J. P. (2019). Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change. *Oeno One*, 53(2), 129-146.
- Viala, P., & Ravaz, L. (1908). *American vines (resistant stock): their adaptation, culture, grafting and propagation*. Press of Freygang-Leary.
- Warschefsky, E. J., Klein, L. L., Frank, M. H., Chitwood, D. H., Londo, J. P., von Wettberg, E. J., & Miller, A. J. (2016). Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes. *Trends in plant science*, 21(5), 418-437.
- Webb, L. B., Whetton, P. H., Bhend, J., Darbyshire, R., Briggs, P. R., & Barlow, E. W. R. (2012). Earlier wine-grape ripening driven by climatic warming and drying and management practices. *Nature Climate Change*, 2(4), 259-264.
- Williams, L. E., & Matthews, M. A. (1990). Grapevine. In 'Irrigation of agricultural crops. Agronomy monographs no. 30'. (Eds BJ Stewart and DR Nielsen) pp. 1019–1055. ASA-CSSA-SSSA: Madison, WI.

### 6.3. Διαδικτυακές Πηγές

- Ampeli (n.d.) [Υποκείμενα αμπέλου](#).
- Bakasietas (n.d.) [Υποκείμενα](#).
- Farmacon (2019, Ιούνιος 24). [Φυλλοξήρα - Αφίδα της Αμπέλου.- ένας καταστροφικός εχθρός!](#)
- Gaia (2014, Νοέμβριος 10). [Ανατομία-μορφολογία ρίζας, βλαστού και φύλλων αμπέλου](#).



- Gaia (2016, Ιούνιος 21). [Γενικές πληροφορίες για τα υποκείμενα αμπέλου.](#)
- OIV (2021). [ACTIVITY REPORT 2021.](#)
- Plantgrape (n.d.). [Catalogue of rootstock varieties registered in France.](#)