



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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Εκμηχάνιση της αμπελοκαλλιέργειας και εφαρμογές στην διαχείριση αμπελώνων  
οινοποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου (*Vitis vinifera* L.)**

**Φοιτητής: Γιαραμαζίδης Ιωάννης Δημήτρης**  
**Αριθμός Μητρώου: 18685062**

**Επιβλέπων καθηγητής: κ. Θεοδώρου Νικόλαος**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  
**SCHOOL OF FOOD AND NUTRITION TECHNOLOGY**  
**DEPARTMENT OF WINE, VINE AND BEVERAGES SCIENCES**

**BACHELOR THESIS**

**Mechanization of viticulture and applications in vineyard management of wine grape varieties (*Vitis vinifera* L.)**

**Student: Giaramazidis Ioannis Dimitris**

**Registration Number: 18685062**

**Supervisor: Mr. Theodorou Nikolaos**



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

**ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο

«**Εκμηχάνιση της αμπελοκαλλιέργειας και εφαρμογές στην διαχείριση αμπελώνων  
οινοποιήσιμων ποικιλιών αμπέλου (*Vitis vinifera* L.)**»

και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

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

**ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο κάτωθι υπογράφων, **Γιαραμαζίδης Ιωάννης Δημήτρης** του **Γερασίμου**, με αριθμό μητρώου **18685062**, φοιτητής του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** της **Σχολής Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής**, του **Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών**, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι ..... και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή, κυρίου Θεοδώρου Νικολάου.

Ο/Η Δηλών/ούσα

(Ονοματεπώνυμο και υπογραφή)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας έχουν φέρει μεγάλες αλλαγές στον τρόπο διαχείρισης των αμπελώνων παγκοσμίως. Η μετάβαση από την χειρωνακτική εκτέλεση των εργασιών στην χρήση εξειδικευμένων συστημάτων, ιδιαίτερα στις χώρες του Νέου αμπελοοινικού κόσμου έχει φέρει σημαντικές αλλαγές στον τρόπο και την νοοτροπία παραγωγής ποιοτικών οίνων. Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα, είναι η εξοικονόμηση χρόνου, κεφαλαίου, η ταχύτητα εκτέλεσης των εργασιών και επομένως η δυνατότητα προσαρμογής της καλλιέργειας της αμπέλου στις σύγχρονες και μεταβαλλόμενες συνθήκες, όπως αυτές φαίνεται να διαμορφώνονται λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η χειρωνακτική εργασία από την άλλη είναι χρονοβόρα, εξαντλητική και σε ορισμένες περιπτώσεις ασύμφορη. Στο εμπόριο υπάρχουν διατάξεις σχεδόν για κάθε εργασία που πραγματοποιείται στον αμπελώνα όπως η διαμόρφωση του εδάφους, το προ κλάδεμα και κλάδεμα, η αφαίρεση φύλλων και βλαστών, ο ψεκασμός του αμπελώνα με φυτοφάρμακα και ο τρυγητός καθώς και η ενσωμάτωση τεχνολογιών αμπελουργίας ακριβείας.

Το μεγάλο ερώτημα το οποίο ακόμη δεν έχει απαντηθεί με βεβαιότητα είναι αν η χρήση των μηχανών δίνει την δυνατότητα παραγωγής οίνων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που αφορά μεγάλο αριθμό ποικιλιών και τοποθεσιών αμπελώνων. Πέραν των σημαντικών μειονεκτημάτων που ενδέχεται να παρατηρηθούν η χρήση των μηχανών συστηματικά απαιτεί σωστό σχεδιασμό και μελέτη του τρόπου και χρόνου παρέμβασης. Η έρευνα στο πεδίο αυτό δείχνει ότι σε γενικές γραμμές η χρήση των μηχανών, οδηγεί στην παραγωγή οίνων παρόμοιας ποιοτικής στάθμης σε σύγκριση με οίνους που παράγονται με χειρωνακτικές εργασίες, ιδιαίτερα για οίνους στους οποίους δεν απαιτείται η χρήση ολόκληρης της σταφυλής. Από την άλλη η επίδραση των μηχανών στην φυσιολογία των φυτών δεν φαίνεται να έχει αρνητικό αντίκτυπο.

**Λέξεις κλειδιά:** Εκμηχάνιση αμπελοκαλλιέργειας, ιστορία και επιρροή χρήσης μηχανών, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μηχανικής επεξεργασίας, καλλιεργητής, κλαδευτής, προκλαδευτής, ποιότητα στον οίνο, μηχανικός τρύγος, μηχανικό κλάδεμα, μηχανική αραίωση, μηχανικός ψεκασμός.

## ABSTRACT

Developments in technology have brought about major changes in the way vineyards are managed worldwide. The transition from manual operations to the use of specialised systems, particularly in the New Winegrowing World countries, has brought about significant changes in the way and mentality of producing quality wines. Among the advantages are savings in time and capital, speed of execution of operations and therefore the possibility of adapting vine cultivation to modern and changing conditions, as they seem to be predicted by climate change scenarios. Manual work, on the other hand, is time-consuming, exhausting and in some cases unprofitable. There are commercially available devices for almost every work carried out in the vineyard, such as soil conditioning, pre-trimming and pruning, leaf and shoot removal, spraying the vineyard with pesticides and pruning, as well as the integration of precision viticulture technologies.

The big question that has not yet been answered with certainty is whether the use of machinery makes it possible to produce wines with specific characteristics involving a large number of varieties and vineyard sites. In addition to the significant disadvantages that may be observed, the use of machines systematically requires proper planning and study of how and when to intervene. Research in this field shows that, in general, the use of machinery leads to the production of wines of a similar level of quality compared with wines produced by manual work, particularly for wines that do not require the use of the whole grape. On the other hand, the effect of machinery on plant physiology does not appear to have a negative impact.

**Keywords:** vineyard mechanization, history and influence of machine use, advantages and disadvantages of mechanical processing, cultivator, pruner, prepruner, quality in wine, mechanical harvest, mechanical pruning, mechanical thinning, mechanical spraying.

**Αφιερώνεται στην οικογένειά μου**

### Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου, κύριο Νικόλαο Θεοδώρου, για την ανάθεση του θέματος και την καθοδήγηση που μου προσέφερε σε όλο το διάστημα εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα τη σύντροφό μου Έλσα και το φίλο μου Γιάννη για τη συμπαράσταση και τη βοήθειά τους για τη συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ από καρδιάς τους γονείς μου, την αδελφή μου και όλους τους φίλους μου για την υποστήριξη και την κατανόηση που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>Περίληψη .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>6</b>
<b>Αφιέρωση .....</b>	<b>7</b>
<b>Ευχαριστίες .....</b>	<b>8</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>13-14</b>
<b>1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....</b>	<b>15-16</b>
1.1. Αρχή εκμηχάνισης αμπελώνων.....	17-19
1.1.1 Αμπελοκαλλιέργεια πριν την εκμηχάνιση .....	20-21
1.1.2 Ιστορική αναδρομή εκμηχάνισης έως σήμερα.....	22-23
1.2 Αρχή λειτουργίας μηχανών .....	24-25
1.2.1 Είδη και εργασίες μηχανών.....	25
1.2.2 Μηχανικός τρύγος .....	26
1.2.3 Μηχανικό κλάδεμα και προκλάδεμα.....	26-27
1.2.4 Άρωση και επεξεργασία εδάφους.....	27-30
1.2.5 Φρεζάρισμα.....	31
1.2.6 Αντιμετώπιση ασθενειών και ζωικών εχθρών .....	31-32
1.2.7 Πλεονεκτήματα χρήσης μηχανών .....	33-34
1.2.8 Μειονεκτήματα χρήσης μηχανών.....	35-36
1.3 Εφαρμογή μηχανών.....	37
1.3.1 Υφιστάμενος αμπελώνας .....	37-38
1.3.2 Νέα εγκατάσταση αμπελώνα .....	38
1.4 Προϋποθέσεις επιτυχημένης χρήσης μηχανών .....	40
1.5 Οικονομικός αντίκτυπος χρήσης μηχανών .....	41-42

<b>2. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....</b>	<b>43</b>
2.1 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.....	44
2.2 Ιταλία.....	45
2.3 Γαλλία.....	46
2.4 Ισπανία.....	47
2.5 Γερμανία.....	48
2.6 Νότιος Αφρική.....	49
2.7 Νέα Ζηλανδία.....	50
2.8 Ελλάδα.....	51

<b>3. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑΦΥΛΙΟΥ .....</b>	<b>52</b>
3.1 <i>Terroir</i> .....	53
3.1.1 Κλίμα .....	53-55
3.1.2 Εδαφικό ανάγλυφο .....	56
3.1.3 Σύσταση εδάφους .....	57-60
3.2 Αμπελουργικές πρακτικές .....	61-62
3.2.1 Εγκατάσταση και υποσύλωση αμπελώνα .....	62-63
3.2.2 Κλάδεμα-Συστήματα διαμόρφωσης .....	63-69
3.2.3 Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών .....	69-70
3.2.4 Άρδευση αμπελώνα .....	70-71
3.3 Οινοποιητικές τεχνικές .....	72

<b>4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΤΑΦΥΛΙΟΥ</b>	
.....	73
4.1 Μεταβολές στη φυσιολογία του αμπελιού .....	73
4.1.1 Μηχανικός τρύγος .....	73-74
4.1.2 Μηχανική απομάκρυνση φύλλων .....	74-76
4.1.3 Μηχανική αραίωση βλαστών και βοτρώων .....	76-77
4.1.4 Μηχανικό κλάδεμα .....	78-79
4.2 Λευκή οινοποίηση .....	86
4.3 Ερυθρά οινοποίηση .....	87
4.4 Ερυθρωπή (ροζέ) οινοποίηση .....	88
4.5 Κλιματική αλλαγή και μηχανές .....	89
4.6 Αμπελουργία ακριβείας .....	90
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	91
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	92-95

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα αρχαία μόλις χρόνια ο άνθρωπος έμαθε την τέχνη της αμπελουργίας. Συγκεκριμένα, με βάση τα αρχαιολογικά και επιστημονικά δεδομένα, αυτό έγινε περίπου στα μέσα της Νεολιθικής Εποχής (6.000-5.000 π.Χ.). Η προέλευση όμως, του *Vitis Vinifera* (μτφρ. Άμπελος η Οινοφόρος) δεν είναι πλήρως γνωστή. Οι περιοχές από τις οποίες πιστεύεται ότι προήλθε το αμπέλι είναι εκείνες κοντά στα Καυκάσια όρη (Γεωργία και Αρμενία) και αυτές κοντά στη Μεσοποταμία (Τουρκία και Αίγυπτο). Η πλειοψηφία φαίνεται να συμφωνεί με την πρώτη εκδοχή. Από τις χώρες αυτές το αμπέλι διαδόθηκε στη Μεσόγειο (Ελλάδα, Ιταλία, Κύπρο, Γαλλία και Ισπανία). Το παλαιότερο γνωστό οινοποιείο είναι εντοπισμένο σε ένα σπήλαιο του χωριού *Areni* στην Αρμενία. Η τοποθεσία περιείχε πατητήρι, δοχεία ζύμωσης, πιθάρια και κύπελλα.

Λαοί, όπως οι Φοίνικες, διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στη διάδοση της αμπέλου αλλά και στην επινόηση αμπελουργικών τεχνικών. Οι Ρωμαίοι εφάρμοσαν τις τεχνικές αυτές και ανέπτυξαν νέες όπως τα συστήματα πέργκολας και πασσάλων για την ανύψωση των αμπελιών από το έδαφος. Επίσης, οι Ρωμαίοι ήταν από τους πρώτους λαούς που αναγνώρισαν τα πλεονεκτήματα εγκατάστασης αμπελώνων σε πλαγιές. Με την εξάπλωση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας ορισμένες περιοχές ήρθαν σε επαφή με το αμπέλι και τα οφέλη του και συνέχισαν μετατρέποντάς τις σε περιοχές υψηλής οινικής σημασίας (η Ριόχα της Ισπανίας, το Μόζελ της Γερμανίας, το Μπορντό, η Βουργουνδία και ο Ροδανός της Γαλλίας).

Την περίοδο του Μεσαίωνα η αμπελουργία και η οιнологία γνωρίζουν μεγάλη ανάπτυξη. Μελετούνται περιοχές και ποικιλίες σταφυλιών με στόχο την παραγωγή ποιοτικών οίνων, ενώ εισάγεται μια πρώιμη έννοια του *terroir*. Την ίδια χρονική περίοδο τίθεται και το ζήτημα ποιότητα έναντι ποσότητας. Από τότε οι επιστήμες που ειδικεύονται στο αμπέλι βαδίζουν με σταθερούς ρυθμούς. Πολλοί πίστευαν πως με τη βιομηχανική επανάσταση θα γίνει η μεγάλη εξέλιξη της αμπελουργίας με την εισαγωγή των μηχανών στους αμπελώνες. Λόγω των πολέμων και των δυσχερών συνθηκών διαβίωσης και εργασίας η ακμή αυτή γίνεται μόλις στα μέσα του 20ου αιώνα.

Οι διεργασίες στον αμπελώνα μέχρι και πριν περίπου 70 χρόνια γινόντουσαν ως επί το πλείστον χειρωνακτικά με τη βοήθεια μικρών εργαλείων όπως κλαδευτήρια, φτυάρια,

τσάπες, αξίνες, γκασμάδες, πριόνια και σκαλιστήρια. Από τη μια πλευρά οι εργαζόμενοι στους αμπελώνες εξαντλούνταν και πάλευαν σκληρά για να βγάλουν τα προς το ζην. Από την άλλη οι οινοποιοί έπρεπε να ανταπεξέλθουν οικονομικά στις απαιτήσεις των εργαζομένων, της αγοράς και να εκσυγχρονίζουν την επιχείρηση.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανασκόπηση της ιστορίας της χρήσης μηχανών στο αμπέλι, η κατηγοριοποίησή τους με βάση τη λειτουργία τους και η ανάδειξη των επιδράσεών τους στον οίνο. Θα δοθεί σημασία στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μηχανών με αναφορές σε εκείνα της χειρωνακτικής εργασίας, και στην οικονομική τους επιρροή. Τέλος, θα υπογραμμιστούν οι μεταβολές που προκαλεί η χρήση μηχανών στη σύσταση του σταφυλιού με παραδείγματα σε βασικές ποικιλίες και πώς αυτές προσφέρουν ένα ποιοτικό τελικό προϊόν από περιοχή σε περιοχή.

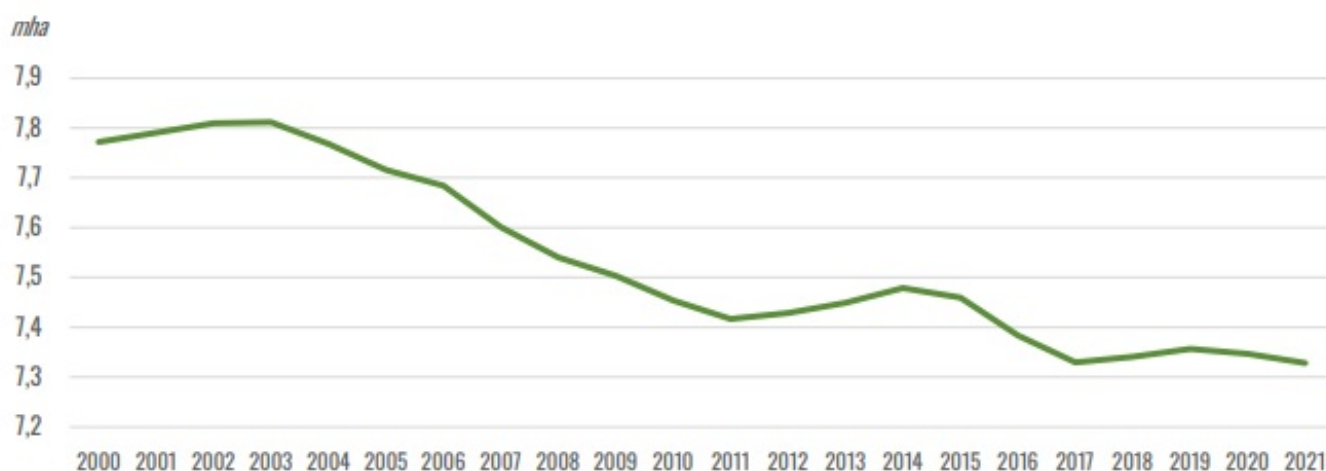
## 1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Με τον όρο «εκμηχάνιση» εννοείται η εισαγωγή των μηχανών, δηλαδή μέσων που ρυθμίζονται και λειτουργούν αυτόματα, σε μια παραγωγική διαδικασία, η μετατροπή των χειρωνακτικών εργασιών σε μηχανική μορφή και η αντικατάσταση του ανθρωπίνου δυναμικού από μηχανήματα (S. N. Asoegwu, A. O. Asoegwu, 2007).

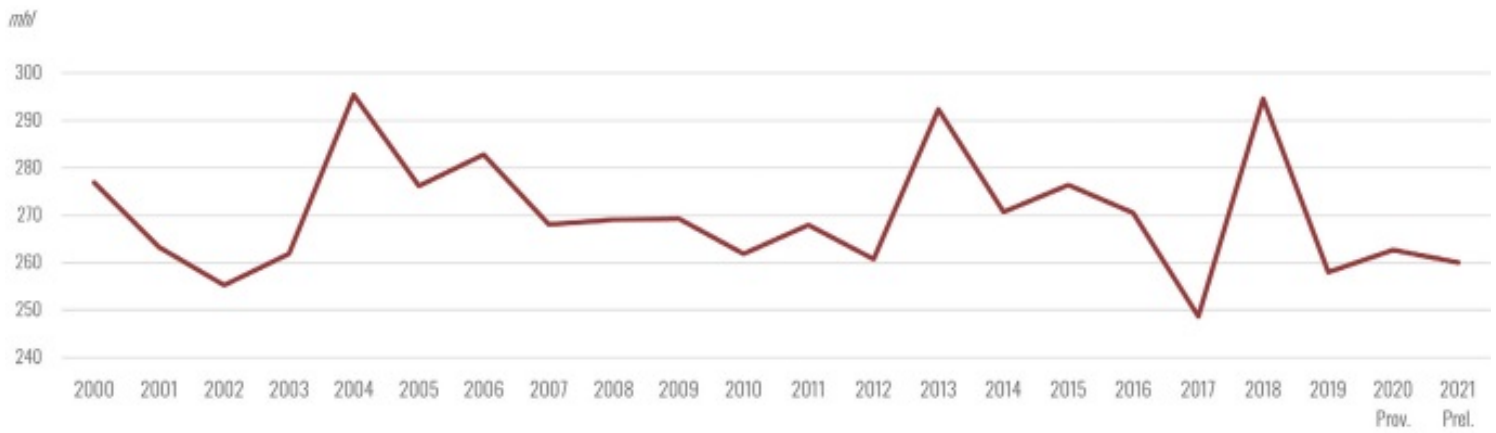
Οι μηχανές είναι χρήσιμες γιατί προσφέρουν ευκολία και ευελιξία στην διεκπεραίωση φόρτου εργασιών και εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων (L. Strub et al, 2021). Τα πρώτα βήματα προς την εκμηχάνιση της αμπελοκαλλιέργειας έγιναν τη δεκαετία του 1950 στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και η προσπάθεια πλήρους μηχανοποίησης γίνεται πραγματικότητα σε πολλές χώρες (H. Walter-Peterson, T. Bates, 2007).

Τα αμπελουργικά μηχανήματα είναι ειδικά για τις απαραίτητες εργασίες που πρέπει να γίνονται σε έναν αμπελώνα. Το κλάδεμα των βλαστών, των φύλλων, των σταφυλιών, η προστασία των φυτών από παθογόνους μικροοργανισμούς και ασθένειες και η επεξεργασία του εδάφους είναι όλα ενέργειες που πλέον πραγματοποιούνται και μηχανικά (E. Gil et al, 2014).

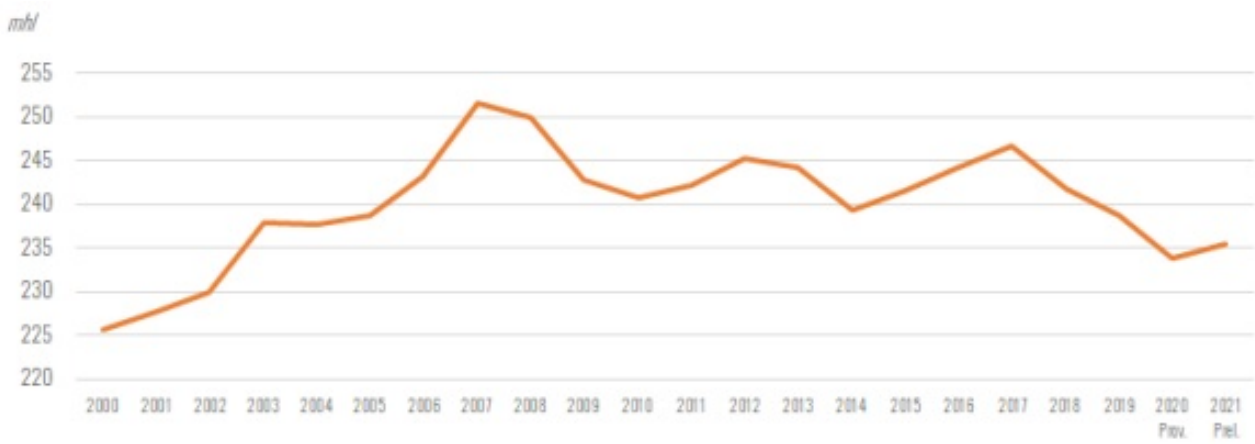
Η αμπελοκαλλιέργεια παγκοσμίως για το 2021 εκτείνεται σε 7,3 εκατομμύρια εκτάρια περίπου συμπεριλαμβανομένων οινοποιήσιμων και επιτραπέζιων σταφυλιών. Η παγκόσμια παραγωγή οίνου για το 2021 υπολογίζεται στα 260 εκατομμύρια εκατόλιτρα χωρίς τους επιμέρους χυμούς ή μούστους. Τέλος, η παγκόσμια κατανάλωση οίνου για το 2021 υπολογίζεται κοντά στα 236 εκατομμύρια εκατόλιτρα (OIV, 2022).



Σχεδιάγραμμα 1. Παγκόσμια αμπελοκαλλιέργεια (OIV, 2022)



Σχεδιάγραμμα 2. Παγκόσμια παραγωγή οίνου (OIV, 2022)



Σχεδιάγραμμα 3. Παγκόσμια κατανάλωση οίνου (OIV, 2022)



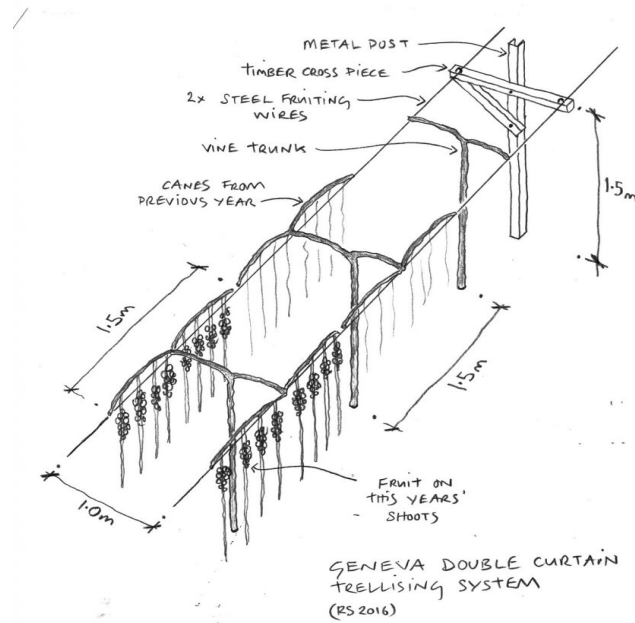
## 1.1 Αρχή εκμηχάνισης αμπελώνων

Η μηχανική επεξεργασία αμπελώνων ερευνήθηκε πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του 1950 στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια στην Αμερική με τη συγκομιδή να αποτελεί τον πρώτο στόχο. Κάποιοι ερευνητές ανέπτυξαν μια πέργκολα. Όταν αναπτυσσόταν αρκετά το αμπέλι είχε ως αποτέλεσμα τα σταφύλια να κρέμονται κάτω από το σύρμα. Μια μηχανή σε μορφή ανακινούμενου κοπτήρα τοποθετήθηκε σε ένα τρακτέρ με αυτοσχέδιο τρόπο για τη συγκομιδή των σταφυλιών κόβοντας τα διάφορα τμήματα του φυτού και αυτά στη συνέχεια έπεφταν σε έναν μεταφορικό ιμάντα. Αυτή η προσέγγιση δεν κυκλοφόρησε στο εμπόριο ποτέ επειδή με το σύστημα αυτό κόβονταν πολλά φύλλα, τσαμπιά ή βλαστοί και τελικά αυτή η έρευνα εγκαταλείφθηκε. (*Peter C. Andersen et al, 1996. Vallan B. et al, 1970*)

Το 1957, μια ομάδα επιστημόνων στο Πειραματικό Σταθμό του Πανεπιστημίου *Cornell*, στη Γενεύη της Νέας Υόρκης, ακολούθησε μια εντελώς διαφορετική προσέγγιση. Μια εξειδικευμένη πέργκολα διπλής κουρτίνας, η οποία έγινε γνωστή ως η πέργκολα διπλής κουρτίνας της Γενεύης (*GDC, Geneva Double Curtain Trellis*), αναπτύχθηκε για την καλλιέργεια της ποικιλίας *Concord (Vitis labrusca)*. Αναπτύχθηκε επίσης ένας μηχανικός τρυγητής που τίναζε τα σταφύλια από τα αμπέλια στη μια από της δύο κουρτίνες κάθε φορά και η επιχείρηση *Chisholm Ryder Co.*<sup>1</sup> ξεκίνησε την εμπορική παραγωγή αυτής της μηχανής. (*Bergmeier E. et al, 2011., Guilherme Signorini et al, 2023.*)

---

<sup>1</sup> Η *Chisholm-Ryder Corp.* είχε έδρα στους καταρράκτες του Νιαγάρα, Νέα Υόρκη, ΗΠΑ και κατασκεύαζε διάφορους τύπους θεριζοαλωνιστικών μηχανών, συμπεριλαμβανομένων των θεριζοαλωνιστικών μηχανών, των τρυγητών φασολιών, των τρυγητών σταφυλιών κ.λπ. Το 1986, η *McConnell Tractors* αγόρασε την εταιρεία.



Εικ. 1. Πέργκολα Διπλής Κουρτίνας (GDC. Limeburn Hill vineyard, 2016)

Λίγο αργότερα την περίοδο του 1960, έγινε απόπειρα συγκομιδής σταφυλιών χρησιμοποιώντας μηχανές συγκομιδής άλλων φρούτων από καλλιεργητές της Νέας Υόρκης. Η μηχανή ήταν κατασκευασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να χτυπά και τις δύο πλευρές κάθε σειράς. Αυτό το μηχάνημα ήταν το πρωτότυπο της μηχανής συγκομιδής O-W. Με βάση τη λειτουργία αυτής κατασκευάζονται όλες οι μηχανές που υιοθετούν αυτόν τον τρόπο ανακίνησης. (Justin R. Morris, 2007. Dokoozlian N., 2012)



Εικ. 2. Μηχανή συγκομιδής O-W (O-W Harvester. Rebecca Katzman, 2014)

Οι βελτιώσεις στις μηχανές συγκομιδής κατά τη διάρκεια των ετών περιελάμβαναν τουλάχιστον οκτώ σημαντικές τροποποιήσεις:

- 1) στοιχεία ανακίνησης που εξελίχθηκαν από μεγάλες επίπεδες πλάκες σε ράβδους ορισμένου υλικού.
- 2) οι ράβδοι αναβαθμίστηκαν εκτελώντας ποικιλία κινήσεων.
- 3) πιο στενές μηχανές έγιναν διαθέσιμες για να χρησιμοποιούνται σε σειρές πλάτους 4,25ft (περίπου 125cm).
- 4) η τετρακίνηση επέτρεπε καλύτερη πρόσφυση σε δύσκολο έδαφος.
- 5) υδραυλική μετάδοση με μεταβλητή ταχύτητα.
- 6) ρυθμιζόμενες αυτόματες συσκευές που επιτρέπουν στις μηχανές να λειτουργούν σε πλαγιές.
- 7) σε μερικές μηχανές προστέθηκαν εξαρτήματα για βοηθητικές χρήσεις όπως σύνθλιψη, απομάκρυνση και θείωση του γλεύκου.
- 8) εξαρτήματα πλαισίου διατέθηκαν για να επιτρέψουν πολλαπλές χρήσεις, όπως ψεκασμό, καλλιέργεια, κλάδεμα κ.λπ. (*Lisetskii F. et al, 2018*)

### 1.1.1 Αμπελοκαλλιέργεια πριν την εκμηχάνιση

Πριν την εξέλιξη της τεχνολογίας και την εφεύρεση μηχανοκίνητου εξοπλισμού, όλες οι δουλειές στους αμπελώνες γίνονταν με τελείως διαφορετικό τρόπο και φυσικές μεθόδους. Λόγω του περιορισμού του μικρού τεχνολογικού επίπεδου της εποχής, οι περισσότερες εργασίες ήταν χειρωνακτικές και χρονοβόρες ενώ έπρεπε να αντιμετωπισθούν δυσκολίες όπως ασθένειες και το ακανόνιστο σχήμα του εδάφους. Πριν την εκμηχάνιση τα εμπόδια αυτά ήταν σοβαρά (*Harutyunyan M. et al, 2022. Purcell N., 1985*). Σήμερα αντιθέτως, με την αναπτυγμένη τεχνολογία και τις επιστημονικές γνώσεις προσπερνούνται εύκολα.

Χρησιμοποιούνταν ζώα όπως άλογα και γαϊδούρια για το μαλάκωμα του εδάφους και τη μεταφορά φορτίου, μικρά εργαλεία όπως κοφτερές λεπίδες με λαβές για το κλάδεμα, φτυάρια και αξίνες για τη φύτευση των αμπελιών και πήλινα ή ξύλινα δοχεία ως μέσα αποθήκευσης ή ζύμωσης (*Poni S., 2011., Fernandez-Calvino D. et al, 2008*). Ως λιπάσματα χρησιμοποιούνταν κοπριές και άλλα είδη οργανικών αποβλήτων ή μίγματα οργανικών ουσιών που περιέχουν αζωτούχες ουσίες αφομοιώσιμες από τα φυτά. Νερό για την άρδευση του αμπελώνα προερχόταν από βροχοπτώσεις, κοντινά ποτάμια ή λίμνες. Για το λόγο αυτό η εγκατάσταση των καλλιεργειών γινόταν κοντά σε κάποιον υδάτινο ή ορεινό όγκο (*Esteban Abbona et al, 2007., Dinello N. 2022*).

Σύμφωνα με αρχαιολογικά στοιχεία, έχουν βρεθεί σε πολλές περιοχές εξοπλισμός αμπελουργίας και οινοποιείου. Καθώς ο κλάδος της αμπελουργίας δεν είχε γνωρίσει ακόμη κάποια σημαντική εξέλιξη, τα αμπέλια αφήνονταν να μεγαλώσουν και να σχηματίζουν μεγάλες κουρτίνες από φύλλα και καρπούς μοιάζοντας με μεγάλους θάμνους (*Stubert L. et al, 2020. Patrick E. McGovern et al, 1997*). Υπήρχαν μόνο ίχνη κλαδέματος και τα σταφύλια αργούσαν να τρυγηθούν με αποτέλεσμα τη συσσώρευση σακχάρων. Οι ασθένειες και οι ζημιές στα φυτά ήταν άφθονες και λάμβανε χώρα η αλκοολική ζύμωση επάνω στα σταφύλια από το χύμο που έβγαινε από τις σχισμές. Άλλες φορές λόγω βροχοπτώσεων ή κακοκαιρίας οι βότρες διογκώνωνταν και τα συστατικά τους ήταν αραιωμένα (*Tapia AM et al, 2021*).

Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της αμπελουργίας αναπτύσσοντας συστήματα διαμόρφωσης και υποστύλωσης και επιλέγοντας

καλύτερα τις κατάλληλες τοποθεσίες για την εγκατάσταση ενός αμπελώνα. Πολλές φορές παρακολουθούνταν ζώα που πλησίαζαν τα αμπέλια. Η στάση τους προς το φυτό αποτελούσε ένδειξη αν οι καρποί ήταν έτοιμοι και ώριμοι για να συλλεχθούν (CE walsh, 2018. M. Sargolzaei et al, 2021).



Εικ. 3. Αρχαία αιγυπτιακή επιγραφή (James Cuber, 2020)

### 1.1.2 Ιστορική αναδρομή εκμηχάνισης έως σήμερα

Όταν επιτεύχθηκε η μηχανική συγκομιδή των σταφυλιών, σειρά είχαν οι υπόλοιπες διεργασίες όπως το κλάδεμα και η περιποίηση του εδάφους. Η πλήρης μηχανοποίηση των διαφόρων συστημάτων διαμόρφωσης και υποσύλωσης αποκτούσαν όλο και περισσότερη σημασία. Χρειάζονταν μηχανές που θα επέτρεπαν τη μέγιστη προσβασιμότητα του επιθυμητού τμήματος του φυτού στο μέρος της μηχανής για το οποίο προσδιορίζεται και αποτελεσματικό μηχανικό κλάδεμα για κάθε συνήθεια ανάπτυξης αμπέλου. Τα κατάλληλα εκπαιδευμένα αμπέλια έπρεπε να δέχονται αποτελεσματικές λειτουργίες μηχανών χωρίς υπερβολική ζημιά στα ίδια τα φυτά ή μείωση της απόδοσης και της ποιότητας. (*Peter L. Christensen, 2000. Matthew W. Fidelibus, 2014. Markus Keller et al, 2021*)

Ο συγγραφέας *J. Morris* και ο *T. Oldridge*, ένας καλλιεργητής σταφυλιών και εφευρέτης, ανέπτυξαν το σύστημα M-O (τα αρχικά από *Morris* και *Oldridge*), το οποίο περιλαμβάνει πάνω από 40 διαφορετικές μηχανές και εξαρτήματα. Πολλά από αυτά κυκλοφορούσαν ήδη στο εμπόριο. Αυτές οι μηχανές έχουν σχεδιαστεί για τα συνηθέστερα και πιο διαδιδόμενα συστήματα διαμόρφωσης. Κατά τη διάρκεια των ετών έρευνας και ανάπτυξης, το σύστημα M-O παρακολουθήθηκε κυρίως για την ικανότητά του να μηχανοποιεί αποτελεσματικά τις δραστηριότητες του αμπελώνα διατηρώντας παράλληλα την ποιότητα των καρπών. Όταν αυτοί οι στόχοι δεν επιτεύχθηκαν, οι ερευνητές απλώς επέστρεψαν στον πίνακα σχεδίασης. (*Justin R. Morris, 2007. Rieger T., 2017*)

Με την πάροδο του χρόνου οι μηχανοποιημένες καλλιέργειες γίνονταν πραγματικότητα. Η εφεύρεση νέων μηχανών για κάθε είδος κλαδέματος (χειμερινό ή θερινό) και επεξεργασίας του εδάφους έλυνε τα χέρια των καλλιεργητών από πολλά προβλήματα. Επιπλέον, επινοήθηκαν νέα συστήματα διαμόρφωσης που επέτρεπαν την εύκολη χρήση μηχανών αλλά και την προώθηση της ποιότητας (*Biddoccu M. et al, 2013. Intrieri C. et al, 1995*)

Όπως το χειρωνακτικό κλάδεμα έτσι και το μηχανικό απαιτεί σωστό συγχρονισμό και γνώσεις. Αφού παρέλθει ο κίνδυνος των περισσότερων φυσικών καταστροφών κατά την άνοιξη, η αραίωση βλαστών και, εάν χρειαστεί αργότερα, η αραίωση καρπών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση του φορτίου της καλλιέργειας (*Bates TR. et al, 2014. Dobrei A. et al, 2011*). Αυτή η ισορροπημένη καλλιέργεια είναι δυνατή επειδή οι

μηχανοποιημένες εργασίες στον αμπελώνα είναι γρήγορες και κάνουν πραγματικότητα τις σταδιακές προσαρμογές για τη λεπτομέρεια του φορτίου της καλλιέργειας. Αν και η ισορροπημένη καλλιέργεια μπορεί να επιτευχθεί με το χέρι, η χρήση μηχανοποιημένων συστημάτων για τη ρύθμιση του φορτίου των καρπών είναι οικονομικότερη και λιγότερο χρονοβόρα. (*Justin R. Morris, 2007. Eleonora N. et al, 2020*)

Από την άλλη πλευρά, η πρώτη μηχανή συγκομιδής που έφτασε στην Ευρώπη, και συγκεκριμένα στη Γαλλία, από τις ΗΠΑ το 1970, ήταν πολύ δύσκολο να προσαρμοστεί στα ευρωπαϊκά δεδομένα. Η μηχανή αυτή απαιτούσε εντελώς επίπεδο έδαφος, γραμμικά και υποστηριγμένα σχήματα φυτών, καθορισμένες αποστάσεις από πρέμνο σε πρέμνο, απόσταση των σταφυλιών από το έδαφος μεγαλύτερη από 60cm και μήκος των γραμμών φύτευσης τουλάχιστον 250m. Για την αντιμετώπιση αυτών των αναγκών έγιναν προσπάθειες στη διαμόρφωση των ευρωπαϊκών αμπελώνων και στην τροποποίηση των μηχανών συγκομιδής. Η ολοκληρωμένη μηχανοποίηση των ευρωπαϊκών αμπελώνων έγινε μερικά χρόνια μετά (*Ortiz-Canavate et al, 1987. Ευάγγελος Η. Σουφλερός, 2012. Alan L. Olmstead et al, 1988*).

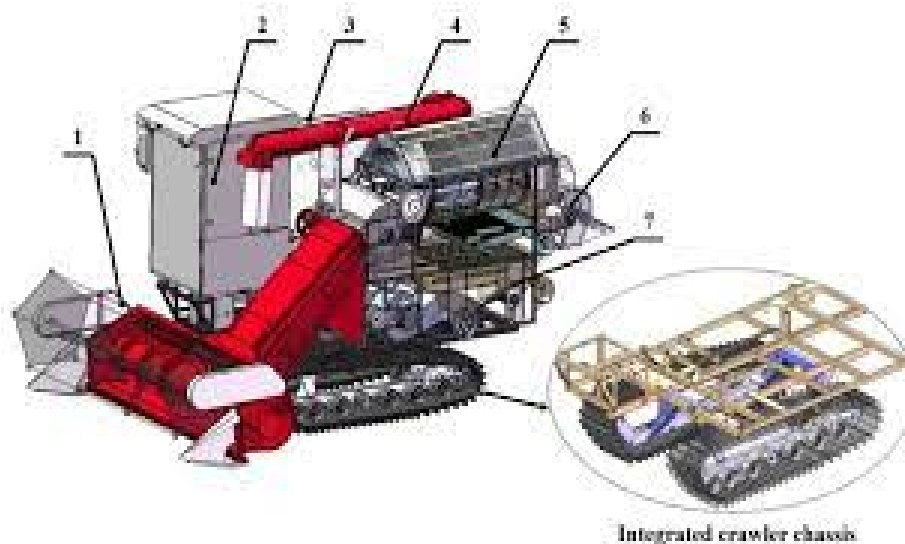


## 1.2 Αρχή λειτουργίας μηχανών

Η αρχή λειτουργίας των περισσότερων μηχανών βασίζεται στη γρήγορη συλλογή σταφυλιών ή απομάκρυνση φύλλων ή ανάμιξης του εδάφους, ανάλογα με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται, με τη βοήθεια σειράς περιστρεφόμενων αξόνων που χαρακτηρίζονται από εγκάρσια και εναλλασσόμενη κίνηση. Για παράδειγμα, το αποτέλεσμα σε έναν τρυγητή είναι η πτώση της σταφυλομάζας σε ένα είδος ατέρμονα ιμάντα και στη συνέχεια μεταφέρεται σε παραπλήσιο δοχείο που είναι ενσωματωμένο στην ίδια μηχανή. Οι μηχανές αποτελούνται από τρία βασικά τμήματα:

- 1) **To chassis** (σασί). Είναι το πλαίσιο βάσης ενός μηχανοκίνητου οχήματος ή άλλου τροχοφόρου μεταφορικού μέσου. Στηρίζεται σε 3 ή 4 αυτοκινούμενους και κατευθυνόμενους τροχούς (εμπρόσθιο και οπίσθιο στρίψιμο) και μπορεί να διατηρείται οριζόντιο αυτόματα ή κατά βούληση ακόμη και σε εδάφη με κλίση 30%.
- 2) **Το κεντρικό τμήμα λειτουργίας**. Αυτό διαφέρει από μηχανή σε μηχανή με βάση το σκοπό για τον οποίο έχει κατασκευαστεί. Μπορεί να είναι μια κεφαλή συγκομιδής από μια ή δύο σειρές περιστρεφόμενων αξόνων που ανακινούνται και ένα σύστημα μεταφοράς, μια εγκατάσταση κλαδέματος ή ανάμιξης εδάφους.
- 3) **Τον κινητήρα**. Στις συρόμενες ή ημιφερόμενες μηχανές η λειτουργία τους πραγματοποιείται με τη βοήθεια κινητήρα που έχει ισχύ 30-60 ίππους. Στις αυτοφερόμενες μηχανές, ανάλογα με το μέγεθός τους, η ισχύ του κινητήρα είναι συνήθως μεγαλύτερη και κυμαίνεται από 50-150 ίππους. (*Ron S. Jackson, 1994. VH Matthews, 1999*)





Εικ. 4. Το chassis συλλεκτικής μηχανής (Jinpeng Hu et al, 2022)

### 1.2.1 Είδη και εργασίες μηχανών

Στο εμπόριο κυκλοφορούν μηχανές σχεδόν για κάθε διεργασία που πραγματοποιείται σε έναν αμπελώνα. Παρακάτω θα οριστούν ακριβώς ποιά είναι αυτά και ποιά ενέργεια εκτελούν.

### 1.2.2 Μηχανικός τρύγος

Τρυγητής σταφυλιών: Ο τρυγητής είναι ένα μεγάλο τρακτέρ που διασχίζει την τις γραμμές των φυτών και αφαιρεί τα σταφύλια ή τις πυκνές ομάδες φρούτων από το αμπέλι δονώντας τα απαλά με ράβδους έτσι ώστε τα σταφύλια να διαχωριστούν από τα στελέχη τους. Μόλις τα σταφύλια ή τα περισσότερα τμήματα έχουν αποκολληθεί από το φυτό, συλλέγονται με ατομικά αναρτημένες πλάκες που ανοίγουν και κλείνουν γύρω από τον κορμό του αμπελιού ή τα στηρίγματα της πέργκολας.

Οι πλάκες έχουν γωνία για να μετακινούν τα φρούτα στους μεταφορείς. Στη συνέχεια, τα σταφύλια μετακινούνται κατά μήκος ενός μεταφορέα όπου ισχυροί υδραυλικοί ανεμιστήρες απορροφούν και μασούν φύλλα και υπολείμματα. Συνήθως υπάρχουν μαγνήτες στη μηχανή για να αφαιρέσουν καρφιά, συνδετήρες ή άλλα μεταλλικά μέρη που έχουν χαλαρώσει από την πέργκολα. Ο μεταφορέας τοποθετεί τα φρούτα σε μια γόνδολα. Από εκεί, όταν γεμίσει είτε μεταφέρεται σε μανιέρες 5 έως 8 τόνων που φορτώνονται σε

φορτηγό με επίπεδη επιφάνεια ή τα φρούτα αδειάζονται απευθείας σε ένα φορτηγό από τη γόνδολα για άμεση μεταφορά στο οινοποιείο (Novak P. et al, 2013).



Εικ.5. Τρυγητής σταφυλιών (*Grape Harvester. Benjamin Brown, 2018*)

### 1.2.3 Μηχανικό προκλάδεμα και κλάδεμα

Κλαδευτής φύλλων: Η απομάκρυνση φύλλων χρησιμοποιείται για μηχανική αποφύλλωση της ζώνης του σταφυλιού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την ανθοφορία μέχρι λίγο πριν τη συγκομιδή. Τα φύλλα αναρροφούνται από έναν κύλινδρο αναρρόφησης και αφαιρούνται από έναν άλλο κύλινδρο που περιστρέφεται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Τα φύλλα φυσούνται προς τα εμπρός στη σειρά αμπέλου από έναν ανεμιστήρα.

Η πολύ ισχυρή ισχύς αναρρόφησης λόγω του αποδοτικού τροχού ανεμιστήρα, καθιστά δυνατή την απαλή και αποτελεσματική διεξαγωγή της αποφύλλωσης ακόμη και με μικρή πίεση στα σημεία των φύλλων. Ο αφαιρετής φύλλων μπορεί προαιρετικά να διαμορφωθεί με μια μπροστινή λεπίδα κοπής. Μπορεί να τοποθετηθεί σε περιστρεφόμενη συσκευή 240° με ενσωματωμένο πόλο ανύψωσης ύψους 800 mm (Gubler WD et al, 1991).



Εικ.6. Αφαιρετής φύλλων (*Leaf remover. Lakeview Vineyard Equipment Inc.*)

**Προκλαδευτής:** Οι προκλαδευτές αφαιρούν το μεγαλύτερο μέρος του ξυλώδους υλικού με δίσκους κοπής, μειώνοντας σημαντικά τον φυσικό φόρτο εργασίας και επιτρέποντας καλύτερη ορατότητα κατά το κλάδεμα με το χέρι. Χρησιμοποιούνται κυρίως το φθινόπωρο και το χειμώνα. Ένα προκλαδευτήρι 20" στήλης είναι μια ελαφριά επιλογή για την αφαίρεση μόνο του άνω τμήματος, αφήνοντας τους αναγεννητικούς βλαστούς (*Jensen F. et al, 1980*).



Εικ.7. Προκλαδευτής (*Prepruner. Blueline Manufacturing Co.*)

#### 1.2.4 Άρωση και κατεργασία εδάφους

**Καλλιεργητής:** Ο καλλιεργητής είναι ένα κομμάτι γεωργικού εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για δευτερογενή όργωμα. Οι βασικότερες λειτουργίες του είναι το τρύπημα του εδάφους με δόντια, καθώς αυτά σύρονται μέσα από αυτό γραμμικά και η χρήση

περιστροφικής κίνησης δίσκων ή δοντιών για να επιτύχουν παρόμοιο αποτέλεσμα. Χρησιμοποιείται κυρίως για την προετοιμασία του εδάφους, για επιφανειακή ή βαθιά κατεργασία του εδάφους, για τη διατήρηση του εδάφους ελεύθερο από ζιζάνια και για την ενσωμάτωση λιπάσματος (Yarm Muralidhar et al, 2020).



Εικ.8. Καλλιεργητής (Cultivator. Richard Alison, 2018)

Ωθητής πασσάλων: Ο οδηγός πασσάλων είναι ένα μηχάνημα σχετικά βαρέως τύπου που χρησιμοποιείται για την οδήγηση πασσάλων στο χώμα για την κατασκευή των στηριγμάτων και των συρμάτων του αμπελιού. Οι πάσσαλοι μπορεί να είναι κατασκευασμένοι από ξύλο, συμπαγές χάλυβα ή σωληνοειδές χάλυβα (συχνά αργότερα γεμίζονται με σκυρόδεμα). (Jones IT et al, 2021)



Εικ.9. Ωθητής πασσάλων (Pile pusher. Domenico Pessina, 2020)

Χαλαρωτής (καλλιεργητής) εδάφους: Μοιάζει με τον βασικό καλλιεργητή που προαναφέρθηκε. Οι διαφορές τους έγκειτο στο βάθος δράσης (15-35cm για τον χαλαρωτή), την καταλληλότητα χρήσης και τη χρήση προστιθέμενων εξαρτημάτων (πτερωτά υνία, δόντια, νύχια). (Shrestha A. et al, 2013)

Σκαλιστικό μηχάνημα: Είναι ιδανικό για τη χαλάρωση του εδάφους σε μεγαλύτερο βάθος (25-60cm) και ιδιαίτερα για τα βαριά και συμπιεσμένα εδάφη. Αποκόβει τεμάχια εδάφους και αφήνει πίσω του μια τραχιά επιφάνεια με αποτέλεσμα να μην κλείνουν οι πόροι και να μη συμπιέζεται το έδαφος. Σημαντική προϋπόθεση για τη χρήση του είναι η απουσία πετρών (Liu Y. et al, 2021).



Εικ.10. Σκαλιστικό μηχάνημα (Panagrotiki S.A)

Χαλαρωτής εδάφους: Είναι κατάλληλος για την αναμόχλευση του εδάφους μέσω των ελλειψοειδών κινήσεων. Μπορεί να λειτουργήσει σε σχετικά υγρές συνθήκες και να φτάσει μέχρι και τα 45cm βάθος. Με ανάλογα εργαλεία μπορεί να επιτευχθεί μια χαλάρωση βάθους 70-90cm (Fennimore SA et al, 2014).





Εικ.11. Χαλαρωτής εδάφους (Cyndi, 2022)

Άροτρο (αλέτρι): Χρησιμοποιείται κατά τη νέα εγκατάσταση αμπελώνων σε 50cm βάθος, ενώ για χειμερινή ή θερινή καλλιέργεια σε νεαρές φυτείες σε 10-25cm. Επιτυγχάνεται μια ανάμιξη του εδάφους και μια ελαφριά χαλάρωση, καμία ισχυρή κοπή (Novara A. et al, 2022).

Δισκοσβάρνα: Είναι κατάλληλη για την επιφανειακή ομοιόμορφη διάσπαση, την ενσωμάτωση φυτικού υλικού σε βάθος 8-20cm και τη δημιουργία χούμου (οργανικής ουσίας). Είναι πολύ αποτελεσματική για τη διατήρηση του εδάφους από ζιζάνια αλλά όχι για την καταπολέμησή τους, ειδικά αν έχουν βαθύ ριζικό σύστημα (Yilmaz E. et al, 2019).



Εικ.12. Δισκοσβάρνα (Duluth G., 2014)

### 1.2.5 Φρεζάρισμα

Φρέζα: Χρησιμοποιείται για τη διατήρηση ενός εδάφους ελεύθερο από βλάστηση, την ενσωμάτωση υψηλότερης βλάστησης και τη διαμόρφωση ανωμαλιών και συμπιεσμένων ζωνών. Η παρατεταμένη χρήση της συνοδεύεται από αυξημένη αποδόμηση του χούμου. Πρόκειται για ένα μηχάνημα με μεγάλη δύναμη χτυπήματος και αλέσματος του εδάφους με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο κίνδυνος διάβρωσής του. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται συνδυαστικά με άλλες μηχανές για να αποφευχθούν τα προβλήματα που δημιουργεί. (Gianluca Allegro et al, 2023. Matthew W. Fidelibus, 2014 )



Εικ.13. Φρέζα (Arapoglou)

### 1.2.6 Αντιμετώπιση ασθενειών και ζωικών εχθρών

Αμπελουργικοί ψεκαστές: Υπάρχει ποικιλία στους ψεκαστές όπως οι ψεκαστές πολλαπλών κεφαλών, οι νεφελοψεκαστές, οι σήραγγες ψεκασμού και οι ψεκαστές γενικής χρήσης. Όλα τα είδη ψεκαστικών εφαρμόζουν μαζικό ψεκασμό στον αμπελώνα με διαφορετικό τρόπο. (Gil E. et al, 2014)





Εικ. 14. Αμπελουργικοί ψεκαστήρες (*Kate Pragnaman et al, 2018. BA Marlborough.*)



### 1.2.7 Πλεονεκτήματα χρήσης μηχανών

Η είσοδος των μηχανών στην αμπελοκαλλιέργεια χαρακτηρίζεται από μια σειρά αναμφισβήτητων πλεονεκτημάτων. Η προσφορά της εκμηχάνισης της αμπελοκαλλιέργειας αφορά σε οικονομικούς, πρακτικούς και εργατικούς παράγοντες. Παρακάτω αναλύονται οι βασικότεροι από αυτούς.

- 1) Ταχύτητα εργασιών: Έχει αποδειχθεί ότι οι μηχανές πραγματοποιούν τις εργασίες στον αμπελώνα κατά πολλές φορές γρηγορότερα από όσο χειρωνακτικά. Η συγκομιδή 10 στρεμμάτων, για παράδειγμα, γίνεται περίπου σε 3-3,5 ώρες, ανάλογα βέβαια και με τον ρυθμό λειτουργίας και τον τύπο μηχανής.
- 2) Εξοικονόμηση χρόνου: Από το παραπάνω πλεονέκτημα προκύπτει η εξοικονόμηση χρόνου καθώς οι μηχανές ρυθμίζονται και μπορούν να λειτουργούν συνεχόμενα χωρίς κάποιο εμπόδιο σε μεγάλες εκτάσεις γης.
- 3) Μείωση κόστους εργασιών: Στη σημερινή εποχή τα εργατικά μεροκάματα είναι κατά κύριο λόγο υψηλά. Αυτό βέβαια διαφέρει από μέρος σε μέρος. Σε άλλες χώρες όπως ΗΠΑ, Ισπανία και Πορτογαλία η εποχιακή εργασία είναι άφθονη και φθηνή.
- 4) Απαλλαγή από τις ανάγκες των εργατών: Η ανεύρεση εργατικών χεριών είναι δύσκολη και χρονοβόρα. Όσο οι μηχανές αντικαθιστούν περισσότερο τους ανθρώπους στις εργασίες αυτή η ενέργεια δεν είναι απαραίτητη. Μαζί με την απομάκρυνση των εργατών αποφεύγονται και έξοδα όπως στέγαση και διατροφή.
- 5) Ευελιξία στο χρονοδιάγραμμα λειτουργίας: Μπορεί να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε ενέργεια ανά πάσα στιγμή. Ειδικότερα, όταν οι καιρικές συνθήκες επιδεινώνονται για τους ανθρώπους, οι μηχανές δεν αντιμετωπίζουν κάποιο πρόβλημα.
- 6) Μείωση απωλειών σταφυλομάζας κατά τη συγκομιδή: Έχει αποδειχθεί ότι το ποσοστό απωλειών σταφυλομάζας με τη χρήση μηχανών είναι μικρότερο από εκείνο που παρατηρείται στον παραδοσιακό τρυγητό.
- 7) Παραγωγή οίνων ποιότητας: Οι μηχανές εκτελούν τις εντολές που τους δίνονται με ακρίβεια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να είναι πιο κοντά στο επιθυμητό. Έτσι παράγονται ευκολότερα οίνοι ποιότητας.
- 8) Κατασκευή μηχανών για ορισμένες συνθήκες: Υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής μηχανών προσαρμοσμένες στα γεωγραφικά δεδομένα ή τον τελικό στόχο, ενώ υπάρχει

ήδη ποικιλία μοντέλων (50 μοντέλα και 250 παραλλαγές). (Ευάγγελος Η. Σουφλερός, 2012. Hoare T., 2011. KS Powell et al, 2007)

### 1.2.8 Μειονεκτήματα χρήσης μηχανών

Η εκμηχάνιση στο χώρο της οινοπαραγωγής επήλθε με κάποιο τίμημα. Χαρακτηρίζεται από ορισμένα μειονεκτήματα τα οποία σχετίζονται κυρίως με την οικονομική δυνατότητα της επιχείρησης, την επεξεργασία του αμπελώνα και την ποιότητα του οίνου. Τα μειονεκτήματα της εκμηχάνισης είναι τα εξής:

- 1) Κόστος: Οι τιμές αγοράς των μηχανών είναι ακριβές. Πρέπει να σημειωθεί ότι σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις η προμήθεια των μηχανών αποτελεί οικονομικό ρίσκο καθώς σε μικρές εκτάσεις είναι πολύ πιθανό να μη συμφέρει τόσο όσο η πρόσληψη εργατών.
- 2) Μορφωτικό επίπεδο: Η ορθή χρήση των μηχανών απαιτεί μια ορισμένη πείρα για την επίτευξη των επιθυμητών στόχων. Η λανθασμένη χρήση τους μπορεί να επιφέρει πολλά προβλήματα.
- 3) Υποβάθμιση ποιότητας: Συνήθως αυτό το πρόβλημα παρατηρείται κυρίως στους λευκούς οίνους λόγω του εντονότερου χαρακτήρα εργασίας με αποτέλεσμα την οξείδωση. Πολλές φορές κατά τη συγκομιδή ακόμη, παραλαμβάνονται ανεπιθύμητα σώματα όπως φύλλα και ποδίσκοι που συντελούν στο φαινόμενο.
- 4) Προσαρμογή μηχανών στον τύπο κλαδέματος: Σε ιδιαίτερους τύπους κλαδέματος (π.χ. κύπελλο) το έργο των μηχανών γίνεται δυσκολότερο ή σε πλαγιές με μεγάλη κλίση. Η διαμόρφωση του κλαδέματος ή ο συνδυασμός μηχανών-εργατών αποτελούν μια λύση.
- 5) Εγκαταστάσεις οινοποιείου: Το οινοποιείο πρέπει να είναι διαμορφωμένο με τέτοιο τρόπο για τη σωστή μεταφορά και υποδοχή της σταφυλομάζας. Αυτό σημαίνει επιπλέον έξοδα και αναθεώρηση του παλιού τρόπου εργασίας.
- 6) Αδυναμία εφαρμογής ορισμένων μεθόδων οινοποίησης: Αυτό ισχύει κυρίως για την επιφανειακή ζύμωση με CO<sub>2</sub> (*carbonic maceration*). Η μέθοδος αυτή απαιτεί συγκεκριμένη διαχείριση των σταφυλιών, η οποία πιθανόν να μην επιτυγχάνεται σε ικανοποιητικό βαθμό με τις μηχανές.
- 7) Λάθη κατά την εργασία: Όσο εξελιγμένη και να είναι η τεχνολογία σήμερα, η ακρίβεια της εργασίας δεν είναι πάντα ίδια. Μπορεί να γίνει κάποια λάθος κίνηση κατά την κοπή φύλλων, τσαμπιών, κατά τον τρύγο με τη διαλογή ανθυγιεινών σταφυλιών κλπ.
- 8) Μείωση θέσεων εργασίας: Όπως και σε άλλα παλαιότερα επαγγέλματα, έτσι και στην παρούσα κατάσταση τα ανθρώπινα χέρια αντικαθίστανται από μηχανές μειώνοντας

με αυτόν τον τρόπο τις ευκαιρίες εργασίας στο χώρο της αμπελουργίας. (*JR Morris, 1999. SK Kurtural et al, 2021*)

### 1.3 Εφαρμογή μηχανών

Οι μηχανές χρησιμοποιούνται σε πολλές περιοχές ανά τον κόσμο. Υποστηρίζεται ότι χάρη στην εκμηχάνιση ορισμένες από αυτές κατάφεραν να αποκτήσουν υψηλή αμπελοοινική αξία και να αποτελούν το σήμα κατατεθέν στον κόσμο του οίνου. Η εφαρμογή των μηχανών στον αμπελώνα προαπαιτεί αρκετή μελέτη καθώς επηρεάζεται από παραμέτρους όπως τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της έκτασης, το εδαφικό ανάγλυφο, τις κλιματολογικές συνθήκες, τη διαμόρφωση του αμπελιού και τον τελικό στόχο (π.χ. ξηρός ή επιδόρπιος οίνος). Οι παραγωγοί που επιθυμούν να μηχανοποιήσουν τις εργασίες του αμπελώνα θα πρέπει πρώτα να αναπτύξουν εργασιακή γνώση των ικανοτήτων, των περιορισμών και των απαιτήσεων του διαθέσιμου εξοπλισμού. (*Altman F., 1960*)

Ο τρέχων εξοπλισμός μηχανοποίησης αμπελώνα δεν εξαλείφει εντελώς την ανάγκη της χειρωνακτικής εργασίας, αλλά επιτρέπει στον καλλιεργητή να αντικαταστήσει κάποια εποχιακή εργασία με μηχανοποιημένες εργασίες. Οι μειώσεις στη χειρωνακτική εργασία θα διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των αμπελώνων, καθώς ορισμένες ποικιλίες και τοποθεσίες ευνοούν περισσότερο τη μηχανοποίηση από άλλες. Γενικά, οι καλλιεργητές θα εξακολουθούν να χρειάζονται εποχική εργασία για ορισμένα καθήκοντα διαχείρισης αμπέλου. Επιπλέον, επειδή η εκμηχάνιση βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη λήψη αποφάσεων με γνώμονα την ανάπτυξη του αμπελιού, οι καλλιεργητές θα χρειαστούν λιγότερο αλλά πιο εξειδικευμένο προσωπικό για τη συλλογή και τη σύνθεση πληροφοριών, καθώς και για την εκτέλεση μηχανοποιημένων εργασιών (*Bloise N. et al, 2022*)

Η αξιοποίηση και εγκατάσταση μηχανοποίησης στην αμπελοκαλλιέργεια είναι περιορισμένη. Η κύρια προϋπόθεση περιλαμβάνει την επιλογή μιας ιδανικής τοποθεσίας. Επίσης, στις περιοχές που χαρακτηρίζονται από ικανοποιητικό επίπεδο εγκάρσιας κλίσης μαζί με την εισαγωγή των κατάλληλων τεχνικών διαμόρφωσης εδάφους, επιτρέπει την ομαλή λειτουργία των μηχανών και, ως εκ τούτου, μειώνει τις ζημιές στα αμπέλια.

#### 1.3.1 Υφιστάμενος αμπελώνας

Βασική διεργασία σε έναν ήδη καλλιεργημένο αμπελώνα είναι η κατάλληλη μορφοποίηση των πρέμνων αμπέλου και η υποστήριξή τους. Τα φυτά πρέπει να είναι κλαδεμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να εκτίθενται σωστά τα σταφύλια στη θέση που ταιριάζει

για την μηχανή. Αν το υπάρχον κλάδεμα είναι κύπελλο πρέπει να μειωθεί το πάχος της κόμης του φυτού σε μικρότερη από 30cm, αφαιρώντας τους βραχίονες που είναι κάθετοι στον άξονα των γραμμών και αφήνοντας περισσότερα μάτια στους απομένοντες βραχίονες για να μη μειωθεί η απόδοση. Η προοδευτική ανύψωση της βάσης, η υποστύλωση και η υποστήριξη είναι ενέργειες απαραίτητες για την καλύτερη συλλογή των σταφυλιών, για τον περιορισμό των απωλειών και για τη διατήρηση του βλαστού στην ορισμένη κατάσταση. Στα γραμμικά και τα υποστηριγμένα φυτά ισχύουν οι ίδιες οδηγίες. Το πάχος των πασσάλων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10cm για να είναι εύκολη η είσοδος και έξοδος των μηχανών (Ευάγγελος Η. Σουφλερός, 2012).

Σε έναν υφιστάμενο αμπελώνα θα πρέπει να δοθεί βάση σε εργασίες όπως το ξεφύλλισμα, το κλάδεμα, το προκλάδεμα και τον τρύγο, καθώς από την εγκατάστασή του η διαχείριση δε γινόταν μηχανικά. Ειδικότερα άνοιξη προς καλοκαίρι πιθανόν να χρειαστεί μια ελαφριά απομάκρυνση φύλλων ώστε να μην δημιουργηθούν πυκνές ομάδες φύλλων που θα επισκιάζουν τα σταφύλια. Το προκλάδεμα το φθινόπωρο θα διευκολύνει όλες τις εργασίες που έπονται στη συνέχεια. Για να είναι επιτυχημένος ο τρύγος θα πρέπει να παρακολουθείται στενά η ανάπτυξη του αμπελώνα για να οριστεί σωστά η στιγμή που θα πραγματοποιηθεί (J. Arno et al, 2009).

### **1.3.2 Νέα εγκατάσταση αμπελώνα**

Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει περισσότερη ευχέρεια για την πλήρη προσαρμογή του αμπελώνα στις δυνατότητες εργασίας της μηχανής. Γενικά, τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν είναι τα εξής: 1) διάθεση μεγάλου μήκους αμπελώνα, 2) χάραξη μεγάλων αποστάσεων μεταξύ των γραμμών, 3) συντήρηση εδάφους, 4) διαμόρφωση γραμμικών και υποστηριγμένων σχημάτων, 5) ρύθμιση ύψους ζώνης βλάστησης και σταφυλιών, 6) χρήση ανθεκτικών πασσάλων, 7) χρήση ανθεκτικού και τεντωμένου σύρματος στήριξης και 8) μείωση φυλλώματος. (O'Brien Jonathan Perel, 2020)

Σε αυτήν την περίπτωση μεγάλη σημασία κατέχει η κατεργασία του εδάφους. Μηχανήματα όπως οι καλλιεργητές, η φρέζα, οι χαλαρωτές εδάφους, το σκαλιστικό μηχανήματα. Θα επιτευχθεί εύκολα μια χαλάρωση του εδάφους, θα προετοιμαστεί κατάλληλα για τη φύτευση του αμπελώνα και θα απομακρυνθούν τα ζιζάνια (Mazzetto F. et al, 2012).



#### 1.4 Προϋποθέσεις επιτυχημένης χρήσης μηχανών

Η αποτελεσματικότητα της χρήσης των μηχανών δεν είναι ίδια σε όλους τους αμπελώνες. Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που προσδιορίζουν το ποσοστό επιτυχίας της χρήσης τους. Οι παράγοντες αυτοί αφορούν κυρίως στη μορφοποίηση του αμπελώνα, όπως:

- 1) Το σύστημα διαμόρφωσης των αμπελιών: δεν εφαρμόζονται μηχανικές λειτουργίες σε όλα τα συστήματα διαμόρφωσης επειδή δε γίνεται καλή πρόσβαση της μηχανής στο τμήμα του φυτού που πρέπει να τροποποιηθεί (π.χ. κύπελλο).
- 2) Γραμμές φύτευσης: κατά την εγκατάσταση του αμπελώνα πρέπει να υπολογισθούν σωστά οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών και των φυτών ώστε να μπορούν οι μηχανές να εισέρχονται και εξέρχονται εύκολα στον αμπελώνα.
- 3) Άρδευτικό σύστημα: τα λάστιχα από τα οποία περνάει το νερό άρδευσης του αμπελώνα πρέπει να είναι τακτοποιημένα και κοντά στις γραμμές των φυτών για να μην πατιούνται από τις μηχανές και καταστραφούν.
- 4) Ιδιότητες εδάφους: πρέπει να γίνουν εδαφικές αναλύσεις διότι πρέπει και το έδαφος να είναι ικανό να δέχεται τη μηχανική επεξεργασία αφενός για την πρόσβαση των μηχανών στο αμπέλι και αφετέρου για την περιποίηση του εδάφους για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (π.χ. βάθος εδάφους, υδατοϊκανότητα, γονιμότητα, δομή εδάφους).  
(Bergmeier E., Striegler RK, 2011. Santos AO et al, 2015)



### 1.5 Οικονομικός αντίκτυπος χρήσης μηχανών

Κρίσιμο είναι το οικονομικό ζήτημα για έναν αμπελοκαλλιεργητή όσον αφορά στο κόστος των μηχανών, την απόσβεση που θα κάνουν και την εξοικονόμηση κεφαλαίου. Για την επιλογή και αγορά εξοπλισμού του αμπελώνα πρέπει να τηρούνται ορισμένες προϋποθέσεις με σκοπό την εξασφάλιση ενός καλύτερου αποτελέσματος. Για το λόγο αυτό απαιτείται μεγάλη έρευνα αγοράς και οργάνωση δεδομένων. Η χρήση των μηχανών μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη μεγιστοποίηση κέρδους μειώνοντας τα έξοδα κατά μεγάλο ποσοστό και επιτυγχάνοντας ένα ποιοτικό τελικό προϊόν. Κάθε απόφαση ενέχει ρίσκο για τον καλλιεργητή. Η αποφυγή του ρίσκου είναι βασική επιχειρηματική κίνηση, αν και σε πολλές περιπτώσεις είναι αναπόφευκτο. (*Stefanelli G. et al, 1960*)

Η εκμηχάνιση μπορεί να μειώσει σημαντικά το συνολικό κόστος κάθε εργασίας. Οι εξοικονομήσεις στο κόστος κλαδέματος κυμαίνονται από περίπου 85€ ανά στρέμμα έως περίπου 145€ ανάλογα με τον τύπο διαμόρφωσης του αμπελώνα. Εξοικονόμηση στις εργασίες βλαστών και αραίωσης πυκνών τμημάτων του φυτού είναι, στις περισσότερες περιπτώσεις, ακόμη πιο δραματικές. Τα δύο τρίτα του κόστους των εργασιών αραίωσης βλαστών μπορούν να αποφευχθούν μηχανοποιώντας αμπελώνες με σύστημα διαμόρφωσης *VSP (Vertical Shoot Position)* ή λύρα, και η μηχανοποίηση αφαιρεί σχεδόν τα τρία τέταρτα του κόστους αραίωσης βλαστών. Εξοικονόμηση πόρων για το εύρος αραίωσης πυκνών μερών του φυτού κυμαίνονται περίπου από 25% έως σχεδόν 55%. Σε γενικές γραμμές, η μηχανοποίηση αφαιρεί κατά μέσο όρο, από 65% έως 80% των ωρών χειρωνακτικής εργασίας για τις ενέργειες που γίνονται πριν τη συγκομιδή (*Schratt H., 1960. Strub L. et al, 2021*).

Η μηχανοποίηση μειώνει σημαντικά αλλά δεν εξαλείφει εντελώς την ανάγκη για εργασία με τα χέρια. Μετά τη μηχανοποιημένη λειτουργία κλαδέματος, μια μικρή χειρωνακτική επέμβαση είναι απαραίτητη για να ολοκληρωθούν κάποιες λεπτομέρειες. Για την ακρίβεια, κάθε μηχανική λειτουργία ελέγχεται πάντα από μια μικρή ομάδα εργατών. Οι ενέργειες που πραγματοποιούνται συμπεριλαμβάνουν μέτρηση οφθαλμών, μέτρηση ή ζύγιση φυλλωσιών και εξέταση βλαστών. Η εκμηχάνιση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εργασίας του χειριστή της μηχανής. Τρεις χειριστές μηχανών χρειάζονται για κάθε λειτουργία. Ένα άτομο οδηγεί το τρακτέρ και δύο ελέγχουν το τμήμα που εκτελεί την ορισμένη λειτουργία. Οι χειριστές μηχανών αμείβονται με 16€ την ώρα

συμπεριλαμβανομένων των φόρων και της κοινωνικής ασφάλισης, ανάλογα και με το επίπεδο δεξιοτήτων (*Justin R. Morris, 2009*).

Σε γενικές γραμμές, είναι αρκετά δύσκολο να συγκριθεί το κόστος της χειρωνακτικής επεξεργασίας με εκείνο της μηχανικής, καθώς υπάρχουν διαφορετικοί παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη και στις δύο περιπτώσεις. Για να γίνει μια επιτυχής σύγκριση απαιτείται χρόνος, συλλογή και οργάνωση δεδομένων, γνώσεις οικονομικών και στατιστικών πληροφοριών. Ο τρόπος συγκομιδής, η διαμόρφωση της αμπέλου, το είδος και το καύσιμο της μηχανής και το εδαφικό ανάγλυφο είναι στοιχεία που συμβάλλουν σημαντικά στον καθορισμό κόστους. Με βάση αυτά το κόστος για κάθε εκμετάλλευση θα είναι διαφορετικό.

## 2. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Στη σημερινή εποχή η μηχανική εργασία στους αμπελώνες έχει εξαπλωθεί παγκοσμίως και έχει αντικαταστήσει τη χειρωνακτική ως ένα βαθμό. Η εξέλιξη της γεωργίας πρέπει να εξισορροπεί ταυτόχρονα την κερδοφορία των καλλιεργειών και την ανθρώπινη και περιβαλλοντική ασφάλεια. Οποιαδήποτε βελτίωση στη μηχανοποίηση της αμπελοκαλλιέργειας μπορεί δυνητικά να συμβάλει στη βιωσιμότητα μειώνοντας τον κίνδυνο ρύπανσης του περιβάλλοντος και του ανθρώπου, να βελτιώσει τα πρότυπα ποιότητας και ασφάλειας των τροφίμων, ενισχύοντας ταυτόχρονα την παραγωγικότητα και την κερδοφορία των αμπελώνων.

Η ανάγκη για τρόφιμα προβλέπεται να αυξηθεί στο βραχυπρόθεσμο μέλλον, σε παγκόσμιο επίπεδο, όχι μόνο για να καλύψει τις ανάγκες ενός αυξανόμενου πληθυσμού, αλλά και για να ικανοποιήσει την ποιοτική εξέλιξη της διατροφής, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η εισαγωγή καινοτόμων τεχνολογιών είναι ένα αναπόφευκτο βήμα για όλες τις αγροτικές οικονομίες, και, επομένως, ο ρυθμός αύξησης της ζήτησης μηχανημάτων αποτελεί σημαντικό αναπτυξιακό δείκτη της πρωτογενούς οικονομίας.

Εντατική χρήση μηχανών στους αμπελώνες παρατηρείται κυρίως στις αναπτυγμένες χώρες ή σε περιοχές οι οποίες σχετικά πρόσφατα έχουν αποκτήσει ένα κύρος στον κόσμο του οίνου, όπως η Νέα Ζηλανδία. Πολλοί είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση των μηχανών με τους βασικότερους να είναι η ευρύτερη οικονομική κατάσταση, το κοινωνικό περιβάλλον και το μορφωτικό και τεχνολογικό επίπεδο. Παρακάτω θα επισημανθούν οι χώρες που διακρίνονται για τα προϊόντα τους εκμεταλλευόμενες τις μηχανές και θα σημειωθεί η ευρύτερη κατάσταση ως προς την αμπελοκαλλιέργεια και γενικά την γεωργία.

## 2.1 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Το σταφύλι είναι από τα μεγαλύτερα γεωργικά εμπορεύματα από άποψη αξίας στις ΗΠΑ (6,25 δισεκατομμύρια δολάρια το 2018) με περίπου 900.000 στρέμματα, τα περισσότερα από τα οποία εντοπίζονται στην Καλιφόρνια. Το αυξανόμενο κόστος εργασίας και οι σοβαρές ελλείψεις εργατικού δυναμικού αρχίζουν να βλάπτουν τη μακροπρόθεσμη κερδοφορία και την ανταγωνιστικότητα της αμπελοκαλλιέργειας. Η πλήρης μηχανοποίηση στα σταφύλια μπορεί να μειώσει το κόστος παραγωγής ανά στρέμμα από 3.000\$ σε 2.500\$, που αντιπροσωπεύει περίπου 20% μείωση του κόστους παραγωγής. Ωστόσο, τα οινοποιεία και τα εργοστάσια μεταποίησης πρώτων υλών προβληματίζονται για την ποιότητα των σταφυλιών και των προϊόντων που υπόκεινται σε μηχανική επεξεργασία.

Η εκμηχάνιση μπορεί να εξοικονομήσει 500\$ ανά στρέμμα για τους καλλιεργητές στο κόστος παραγωγής με βάση μελετών που πραγματοποιήθηκαν το 2019, αποταμιεύοντας έτσι περίπου 15 εκατομμύρια δολάρια ετησίως. Στις ΗΠΑ υπάρχει η δυνατότητα για ευρύτερη υιοθέτηση της μηχανοποίησης αμπελώνων σε όλες τις περιοχές αμπελοκαλλιέργειας, και ειδικά στην Καλιφόρνια. Το Wine Group (το δεύτερο μεγαλύτερο οινοποιείο στις ΗΠΑ) και άλλοι εταίροι του κλάδου, φαίνεται να έχουν θετική στάση και ότι θα εφαρμόσουν τη μηχανοποίηση στις τρέχουσες γεωργικές πρακτικές. Η άνοδος της μηχανοποίησης στον αγροτικό τομέα της χώρας και η αύξηση του εισοδήματος των αγροτών είναι πιθανό να είναι πρωταρχικοί παράγοντες που οδηγούν σε αυτήν την ακμή. (George Zhuang, 2020)

## 2.2 Ιταλία

Στην Ιταλία ήδη εφαρμόζεται η μηχανική επεξεργασία σε ικανοποιητικό βαθμό, ενώ γίνονται μεγάλες προσπάθειες για μια ολοκληρωτική μηχανική παραγωγική διαδικασία. Η τάση προς μεγαλύτερη εκμηχάνιση περιλαμβάνει όλες τις φάσεις της καλλιέργειας του αμπελώνα και αρκετά γεωργικά μηχανήματα είναι διαθέσιμα στην αγορά που εκτελούν όλες τις εργασίες αμπελώνα. Για παράδειγμα, ο τρύγος και το κλάδεμα είναι οι εργασίες αμπελώνα με τη μεγαλύτερη ένταση εργασίας και, μαζί, αντιπροσωπεύουν περίπου το 70% του κόστους παραγωγής.

Αν και έχει επιτευχθεί επέκταση της εκμηχάνισης, χάρη στη χρήση κατάλληλων συστημάτων διαχείρισης και καλύτερης οργάνωσης της αμπελουργικής εργασίας, η αξιολόγηση των πραγματικών δυνατοτήτων της εκμηχάνισης δεν είναι ακόμη επαρκώς καθορισμένη για τις κύριες ιταλικές αμπελουργικές περιοχές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Ιταλία σε μεγάλο ποσοστό αποτελείται από ορεινές περιοχές και πλαγιές στις οποίες οι μηχανικές διεργασίες πραγματοποιούνται με δυσκολία. Για παράδειγμα, η περιοχή του Βένετο, η οποία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός κρασιού στην Ιταλία (11 εκατομμύρια εκατόλιτρα το 2019) χαρακτηρίζεται από στενά ακρωτήρια.

Την τελευταία δεκαετία, η Ιταλία αντιμετώπισε σημαντική μείωση της έκτασης με αμπελώνες (-8,4% από το 2008 έως το 2019). Ταυτόχρονα, η αμπελοκαλλιέργεια αυξανόταν στο *Veneto* (+23% από το 2008 έως το 2019). Αυτή η επέκταση οφείλεται κυρίως στην απότομη παραγωγή οίνων *Prosecco*, η οποία σημείωσε αύξηση της παραγωγής κατά 129% μεταξύ 2003 και 2016. (*Alessia Cogato Et Al., 2020*)

### 2.3 Γαλλία

Η Γαλλία τα τελευταία έτη διανύει σημαντική ακμή στα πλαίσια της μηχανοποίησης γεωργικών καλλιεργειών. Η εκτεταμένη πίεση για βελτίωση της παραγωγικότητας της γεωργικής γης αναμένεται να ενισχυθεί στα επόμενα χρόνια, όπου οι καλλιεργητές ή οι γαιοκτήμονες θα αποκτήσουν την τάση να ενσωματώνουν τεχνολογίες αυτοματισμού σε αυτόν τον εξοπλισμό. Επιπλέον, ο ανεπτυγμένος κλάδος της γεωργικής ρομποτικής, που συμπεριλαμβάνει αυτόνομα τρακτέρ, μηχανήματα οργώματος και καλλιέργειας, φύτευσης, συγκομιδής και άρδευσης, βοηθούν τους Γάλλους αγρότες να παράγουν τρόφιμα με χαμηλό κόστος για να ικανοποιήσουν την αυξανόμενη ζήτηση για τρόφιμα.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία πωλήσεων που δημοσίευσε η Ένωση Κατασκευαστών Μεταφορικού Εξοπλισμού (*Conveyor Equipment Manufacturers Association, CEMA*) το 2021, οι πωλήσεις βασικών τρακτέρ αυξήθηκαν κατά 2,7% το 2021, φτάνοντας τις 24.543 μονάδες. Σε σχέση με προηγούμενα έτη, τα ποσοστά αυτά έχουν μειωθεί μέχρι και το 2022, κυρίως λόγω της πανδημίας COVID-19. Ωστόσο, ο αργός ρυθμός υιοθέτησης της μηχανοποίησης από μικρομεσαίες επιχειρήσεις, το υψηλό κόστος συντήρησης και η αξιοπιστία των παραδοσιακών μεθόδων λόγω των μικρών εκμεταλλεύσεων γης εμποδίζουν την ανάπτυξη της αγοράς. (*Tirro G. et al, 2013*)

## 2.4 Ισπανία

Η Ισπανία αντιμετωπίζει το ίδιο πρόβλημα με την Ιταλία, τις δυσκολίες του εδαφικού ανάγλυφου, το οποίο χαρακτηρίζεται από μεγάλο υψόμετρο (άνω των 500 μέτρων) και πολλές απότομες πλαγιές. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει στηρίξει και συνεχίζει να στηρίζει μέχρι και σήμερα τη χώρα σε θέματα που αφορούν στην επέκταση και τη διαχείριση των αμπελώνων, ανάπτυξη νέων αμπελουργικών τεχνικών και την προώθηση μηχανοποίησης. Δεν είναι λίγες οι περιοχές της Ισπανίας στις οποίες εφαρμόζονται ακόμη παραδοσιακοί και χειρωνακτικοί μέθοδοι περιποίησης της αμπελοκαλλιέργειας.

Τα τελευταία 10 με 20 χρόνια, εξαιτίας της έλλειψης εργατικού δυναμικού και με σκοπό τη μείωση κόστους παραγωγής, οι αμπελουργικές πρακτικές έχουν μηχανοποιηθεί με νέες καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται συρμάτινα στηρίγματα για την ανάπτυξη της αμπέλου και τη διευκόλυνση των περισσότερων μηχανικών λειτουργιών. Η γεωργική εκμηχάνιση έχει μετατοπιστεί από τα παραδοσιακά εργαλεία σε εξελιγμένα μηχανήματα για την επίτευξη των στόχων της ενίσχυσης της παραγωγικής ικανότητας και της επικαιρότητας των εργασιών της καλλιέργειας. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι η ποσοστιαία αύξηση των τρακτέρ, των αντλιών και των αλωνιστικών μηχανών ήταν υψηλότερη στις κατηγορίες περιθωριακών και μικρών εκμεταλλεύσεων, καθώς οι αγρότες έχουν μεγαλύτερη επίγνωση της σημασίας της μηχανοποίησης. (*Ildefonso Pla Sentis Et Al., 2001*)

## 2.5 Γερμανία

Η Γερμανία δεν απέχει πολύ από το πρόβλημα των απότομων πλαγιών και λόφων. Πολλοί από τους δημοφιλέστερους αμπελώνες στη Γερμανία είναι απόκρημνοι κοντά σε ποτάμια, όπου η μηχανοποίηση είναι σχεδόν αδύνατη και απαιτείται πολλή χειρωνακτική εργασία για την παραγωγή του κρασιού. Επίσης, το ξέσπασμα της πανδημίας COVID-19 έχει οδηγήσει σε μείωση του εισοδήματος των καλλιεργητών. Αυτό έχει εμποδίσει την ικανότητα των αμπελοκαλλιεργητών να αγοράζουν μηχανήματα. Λόγω των προστατευτικών μέτρων που λήφθηκαν για την αποφυγή του ιού, επιβραδύθηκε το εμπόριο γεωργικών μηχανημάτων. Η Γερμανία είναι μια από τις μεγαλύτερες αγορές γεωργικών μηχανημάτων και εργαλείων στην Ευρώπη, καθώς φημίζεται για προϊόντα που σχετίζονται με την μηχανική και τη μηχανολογία. Η χώρα είναι ένας από τους μεγαλύτερους εξαγωγείς γεωργικών μηχανημάτων στον κόσμο. Τα γερμανικά γεωργικά μηχανήματα προτιμώνται παγκοσμίως λόγω της ανώτερης ποιότητας, της ακρίβειας και καινοτόμου μηχανικής (HP. Schwarz et al, 2010)



## 2.6 Νότιος Αφρική

Η εκμηχάνιση έχει γίνει σημαντικό θεμέλιο στην αμπελοκαλλιέργεια και συνεχίζει να εξελίσσεται κάθε μέρα στις αφρικανικές χώρες και ειδικά στη Νότιο Αφρική. Η βιώσιμη γεωργική μηχανοποίηση είναι απαραίτητη για τον διαρθρωτικό μετασχηματισμό και για την εύρεση θέσεων εργασίας. Η αμπελοκαλλιέργεια συγκεκριμένα τα τελευταία χρόνια συμβάλλει στην ανάπτυξη της Αφρικής, αλλά ο τομέας δεν έχει ανθίσει πλήρως. Μεγάλο μέρος του πληθυσμού της χώρας εξαρτάται από τη γεωργία για θέσεις εργασίας και βιοποριστικούς πόρους.

Η μηχανοποίηση θα παίξει σημαντικό ρόλο στην αποφυγή της μηδενικής πείνας που προβλέπεται μέχρι το 2025. Η ήπειρος έχει την υψηλότερη έκταση αμπελοκαλλιέργειας (202 εκατομμύρια εκτάρια) στον κόσμο, η οποία αντιστοιχεί περίπου στο 50% του παγκόσμιου συνόλου. (*P. Kormawa et al, 2018*)

## 2.7 Νέα Ζηλανδία

Η Νέα Ζηλανδία παράγει οίνους υψηλής ποιότητας και η οινοποιία της αναπτύσσεται ραγδαία. Τα περισσότερα και γνωστότερα ερυθρά κρασιά καλλιεργούνται σε περιοχές με ψυχρότερο κλίμα από ό,τι όπου παρόμοιοι οίνοι καλλιεργούνται με υψηλά πρότυπα διεθνώς. Άλλα κρασιά παράγονται από σταφύλια που καλλιεργούνται σε αμπελώνες που χρησιμοποιούν πρακτικές διαχείρισης που στοχεύουν στον έλεγχο της απόδοσης προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η ποιότητα. Ωστόσο, ορισμένες ποικιλίες σταφυλιού, όπως το *Sauvignon Blanc*, έχουν ως πρότυπο τις μεγάλες αποδόσεις και οι αμπελώνες είναι εξαιρετικά μηχανοποιημένοι, καθιστώντας απαραίτητη τη φύτευση σε επίπεδη γη. Οι αμπελώνες της Νέας Ζηλανδίας φυτεύονται κυρίως σε επίπεδα χαλικώδη εδάφη με πολύ μικρές κλίσεις. (Stephen P. Imre et al, 2009)

## 2.8 Ελλάδα

Η Ελλάδα δε διαφεύγει από το σύνολο των χωρών που χαρακτηρίζονται από πλήθος ορεινών όγκων, ακανόνιστες εδαφικές διαμορφώσεις και μεγάλο αριθμό νήσων. Η εκμηχάνιση της ελληνικής γεωργίας ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1960, καθώς έπρεπε με κάποιο τρόπο να καλυφθεί το κενό του εργατικού δυναμικού. Οι καλλιεργητές υιοθέτησαν τη μηχανική επεξεργασία κυρίως μετά τη στήριξη από εθνικά και ευρωπαϊκά προγράμματα. Χάρη σε αυτή τη στήριξη, ο βαθμός εκμηχάνισης της ελληνικής γεωργίας υπερέβαινε τις ανάγκες της χώρας. Ωστόσο, υπάρχει αναποτελεσματική χρήση των αγροτικών μηχανημάτων, λόγω της έλλειψης των απαραίτητων συμπληρωματικών εξαρτημάτων και του γνωστικού εξοπλισμού διαχείρισης των μηχανών.

Μέχρι και περίπου το 2010, παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση στην αγορά μηχανών, το εισόδημα των καλλιεργητών και των εργαζομένων και μια ελαφριά μείωση στα κόστη παραγωγής και τις τιμές προϊόντων. Τα τελευταία περίπου όμως 10 χρόνια, και με το ξέσπασμα της οικονομικής κρίσης, τα οικονομικά δεδομένα συνάντησαν αισθητή πτώση. Οι οινοποιοί μέχρι και σήμερα προτιμούν την πρόσληψη ευκαιριακού προσωπικού ή στοιχειωδώς εκπαιδευμένων εργαζομένων για τη διαχείριση του αμπελώνα. Με αυτόν τρόπο επιτυγχάνουν μια εξοικονόμηση κεφαλαίου και μια μέση περιποίηση της αμπέλου. (*Athanassios Papageorgiou, 2015*)

### 3. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑΦΥΛΙΟΥ

Το σταφύλι αποτελείται από ποικιλία χημικών, αρωματικών και γευστικών ουσιών. Αυτές διαμορφώνουν την ποιότητα του σταφυλιού και στη συνέχεια του οίνου. Η ποσότητα αυτών, το λεγόμενο «*terroir*», η ποικιλία της αμπέλου, η μεταχείριση του σταφυλιού και οι οινοποιητικές τεχνικές που εφαρμόζονται στο οινοποιείο είναι παράμετροι που συμβάλλουν στην έκφραση των ποιοτικών χαρακτηριστικών. Γενικά, η ποιότητα στο κρασί, και όχι μόνο, είναι ένα περίπλοκο ζήτημα καθώς οι παράγοντες που διαμορφώνουν μια άποψη γι' αυτήν είναι πολλοί και διαφορετικής φύσεως. Ο καθορισμός της ποιότητας ενός οίνου επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της οργανοληπτικής αξιολόγησης, δηλαδή με βάση τις ανθρώπινες αισθήσεις. Η οργανοληπτική αξιολόγηση διέπεται από ορισμένες γνώσεις, συμπεριφορά και υγιεινή.

Παρακάτω θα αναλυθούν οι συντελεστές που επηρεάζουν την ποιότητα του σταφυλιού και με ποιο τρόπο ξεκινώντας από τον αμπελώνα μέχρι και την εμφιάλωση. Θα δοθεί σημασία στις χημικές ενώσεις που συνιστούν το σταφύλι και τι προσφέρουν σε αυτό. Τέλος, θα σημειωθούν σημαντικά μεγέθη που βοηθούν στη διάπλαση της ποιότητας του σταφυλιού. Η ποιότητα στο κρασί είναι δύσκολο να οριστεί πλήρως και δίκαια με τις προσωπικές απόψεις και αρεσκείες να συγκρούονται. Ωστόσο, με βάση τα παραπάνω μπορεί να γίνει μια μεγάλη προσέγγιση.

### 3.1 Terroir

Ο όρος «*terroir*» συναντάται πλέον σχεδόν σε όλα τα γεωργικά προϊόντα. Συνίσταται από τα στοιχεία εκείνα τα οποία θα διαμορφώσουν το τελικό προϊόν και τα οποία εκφράζονται μέσα από αυτό. Αυτός είναι και ο λόγος που πολλές φορές η έννοια της λέξης συγχέεται. Στον οίνο τα στοιχεία εκείνα που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα είναι το εδαφικό ανάγλυφο, η σύσταση του εδάφους και το κλίμα. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι το *terroir* είναι η καταγωγή του αγαθού και όσο πιο αισθητό είναι τόσο πιο αντιληπτή μπορεί να γίνει από τον καταναλωτή. Η λέξη *terroir* έχει διαδοθεί και χρησιμοποιείται παγκοσμίως για να δηλώσει ότι το παρασκεύασμα αντικατοπτρίζει σε μεγάλο βαθμό τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της περιοχής που καλλιεργείται. Με βάση αυτά θα γίνει σαφέστερη η σχέση μεταξύ μηχανών και αμπελώνα (Trubek AB, 2008).

#### 3.1.1 Κλίμα

Με τον όρο «**κλίμα**» εννοείται ο μέσος όρος των καιρικών συνθηκών που επικρατούν σε μια περιοχή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για παράδειγμα, η Ελλάδα λέγεται ότι έχει ζεστά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες γιατί αυτό φαίνεται από τα κλιματολογικά δεδομένα για πολλά χρόνια. Από την άλλη πλευρά, με τον όρο «**καιρός**» εννοούνται οι ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν σε έναν τόπο σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Μπόρει μια καλοκαιρινή μέρα στην Ελλάδα να τύχει να είναι πιο δροσερή από άλλες. Ωστόσο, το καλοκαιρινό κλίμα παραμένει ζεστό γιατί σε αυτό υπολογίζονται όλες οι καλοκαιρινές μέρες κατά μέσο όρο.

Το κλίμα διακρίνεται σε 1) **μακρόκλιμα**, 2) **μεσόκλιμα** και 3) **μικροκλίμα**. Το **μακρόκλιμα** αναφέρεται στις κλιματικές συνθήκες μιας ευρείας περιοχής που ορίζουν και τον τύπο του κλίματος. Το βόρειο τμήμα της Ελλάδας χαρακτηρίζεται από ηπειρωτικό κλίμα λόγω των ανοιξιάτικων παγετών και των κρύων που υπάρχουν. Το **μεσόκλιμα** περιλαμβάνει τις ειδικές συνθήκες που λαμβάνουν χώρα σε μια περιορισμένη ζώνη. Παράδειγμα σε αυτήν την περίπτωση αποτελεί το κλίμα της Αττικής ή της Στερεάς Ελλάδας. Το **μικροκλίμα** περιορίζεται στις ιδιαιτερότητες που παρατηρούνται στο περιβάλλον ενός ορισμένου

αμπελώνα. Κατά κύριο λόγο το μικροκλίμα είναι εκείνο που προσδίδει το ξεχωριστό προφίλ του οίνου (Thomas CD, 2010).

Οι μεταβλητές που προσδιορίζουν το κλίμα είναι: i) η **θερμοκρασία**, ii) η **υγρασία**, iii) **οι βροχοπτώσεις**, iv) **οι άνεμοι** και v) η **ηλιοφάνεια**. Η θερμοκρασία επηρεάζει τόσο την ανάπτυξη της αμπέλου όσο και τη σύσταση του γλεύκους. Οι υψηλές θερμοκρασίες συμβάλλουν στη συγκέντρωση υψηλού ποσοστού σακχάρων, στη μείωση του μηλικού οξέος, στη σύνθεση ανθοκυανών και άλλων φαινολικών ουσιών και, τέλος, στη μείωση των συστατικών γεύσης και αρώματος. Το ιδανικό εύρος θερμοκρασίας που εμφανίζονται αυτές οι βιοχημικές δράσεις κυμαίνεται από 17-26°C.

Η υγρασία πολλές φορές συνεπάγεται την ύπαρξη μικροοργανισμών, καθώς δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες επιβίωσής τους. Πολλοί από τους μικροοργανισμούς αυτούς μπορεί να είναι παθογόνοι για την αμπέλο, όπως ο *Botrytis Cinerea* που προκαλεί τη βοτρυτίδα, και το *Ωίδιο (Uncinula necator)*. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορεί να είναι πάσης φύσεως, δηλαδή μύκητες, βακτήρια, ιοί, ακόμη και έντομα ή ακάρεα. Επίσης, η υγρασία επιδρά στη μεταβολική δραστηριότητα του φυτού διότι προκαλεί το άνοιγμα των στομάτων των φύλλων.

Οι βροχοπτώσεις ανάλογα τη χρονική στιγμή που θα εμφανιστούν και το μέγεθός τους (συνήθως σε mm) μπορούν να έχουν θετικό ή αρνητικό αποτέλεσμα. Το νερό συντελεί στην ανάπτυξη του φυτού, τη μεταφορά ουσιών από ένα τμήμα σε ένα άλλο, τη φωτοσύνθεση και τη διόγκωση των ραγών. Αν λαμβάνουν χώρα πριν ή κατά τη διάρκεια του τρύγου πιθανόν να έχουν καταστροφικές επιπτώσεις είτε προκαλώντας φυσικές ζημιές, ή μεταδίδοντας μικροοργανισμούς ή επιδρώντας στα συστατικά της αμπέλου, καθώς το νερό αραιώνει τα διαλύματα ή τις ουσίες. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να αλλάξει σημαντικά η σακχαροπεριεκτικότητα ή ο δυναμικός αλκοολικός τίτλος.

Οι ασθενείς άνεμοι συνήθως είναι ωφέλιμοι για το αμπέλι επειδή βοηθούν το ρυθμό της βλάστησης, απομακρύνουν την υπερβολική υγρασία και ρυθμίζουν την υγρασία. Αντιθέτως, οι ισχυροί άνεμοι προκαλούν ζημιές σε νεαρούς βλαστούς και ανωμαλίες στα φύλλα και τα άνθη. Σε περιοχές με έντονους ανέμους είναι απαραίτητη η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, ορθή υποστήριξη των φυτών, ανεμόφραξη και σωστό προσανατόλισμο και κατεύθυνση του αμπελώνα, ώστε να μην έρχεται κόντρα με τους ανέμους.

Η ηλιοφάνεια σχετίζεται άμεσα με το ρυθμό της φωτοσυνθετικής ικανότητας και με την ανάπτυξη της αμπέλου. Η επίδρασή της συνυπολογίζεται πάντα με τη θερμοκρασία και την υγρασία. Συμβάλλει στην αύξηση της μεταβολικής δραστηριότητας, στη σύνθεση ανθοκυανών και σακχάρων και στη μείωση της οξύτητας (*Bojinski S. et al, 2014. Hollmann R. et al, 2013. Zeng Y. et al, 2019*).

### 3.1.2 Εδαφικό ανάγλυφο

Οι τοπογραφικές μεταβλητές που προσδιορίζουν το εδαφικό ανάγλυφο είναι 1) το **υψόμετρο**, 2) η **κλίση**, 3) η **έκθεση** και ο **προσανατολισμός** και 4) η **φωτοπερίοδος**.

Το υψόμετρο επηρεάζει άμεσα τη θερμοκρασία, τη διακύμανση της φωτοσύνθεσης και τους παγετούς. Όσο μεγαλύτερη είναι απόσταση από το επίπεδο της θάλασσας, τόσο πιο κρύες γίνονται οι θερμοκρασίες. Παράλληλα, όσο πιο μικρή είναι η απόσταση από τον ήλιο, τόσο μεγαλύτερο είναι το μήκος της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται ο αμπελώνας. Κατά προσέγγιση η αύξηση του υψομέτρου κατά 100 μέτρα μειώνει τη μέση ετήσια θερμοκρασία κατά 2°C. Ως αποτέλεσμα προκύπτει η επιβράδυνση της ωρίμανσης κατά 2-3 μέρες.

Η κλίση του εδάφους συμβάλλει στη δραστικότητα της φωτοσύνθεσης, στο ζέσταμα των εδαφών, στη βελτίωση της αποστράγγισης και στη μεγαλύτερη κίνηση των ανέμων. Όσο πιο κάθετα χτυπούν οι ηλιακές ακτινοβολίες το αμπέλι, τόσο πιο θερμό γίνεται το έδαφος και τόσο μεγαλύτερο είναι το μήκος της ηλιακής ακτινοβολίας. Λόγω της βαρύτητας το νερό στραγγίζει ευκολότερα. Τέλος, από τα βουνά κατεβαίνουν οι κρύοι άνεμοι με αποτέλεσμα να δροσίζονται τα φυτά.

Με τον όρο «έκθεση» εννοούνται τα σημεία του αμπελώνα τα οποία εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία. Με τον «προσανατολισμός» εννοείται η κατεύθυνση του αμπελώνα, δηλαδή προς τα που κοιτάζει. Η έκθεση και ο προσανατολισμός επιδρούν συνδυαστικά με την κλίση του εδάφους. Αυτές οι μεταβλητές μαζί ρυθμίζουν ως ένα βαθμό τη θερμότητα και τη φωτοσύνθεση του αμπελώνα.

Φωτοπερίοδος στην αμπελουργία είναι η χρονική περίοδος της βλαστικής ανάπτυξης κατά την οποία μετρώνται οι ώρες στο φως ή το σκοτάδι που διανύει ο αμπελώνας. Η φωτοπερίοδος μετράται σε ώρες ανά ημέρα και επηρεάζει την ανάπτυξη, την ωρίμανση και την ποιότητα των σταφυλιών. (Ozpinar S. et al, 2018., Lecours V. et al, 2016. Kanki T. et al, 2021).



### 3.1.3 Σύσταση εδάφους

Η σύσταση του εδάφους βασίζεται σε πολλές παραμέτρους. Αυτές είναι 1) **οι φυσικές ιδιότητες** του εδάφους, 2) **οι χημικές ιδιότητες**, 3) **τα ανόργανα συστατικά**, 4) **η οργανική ουσία** και 5) **η υδάτινη φάση** του εδάφους. Καθεμιά από αυτές εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες.

1) Οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους αναλύονται στις εξής: i) **τη μηχανική ή κοκκομετρική σύσταση**, ii) **τη δομή του εδάφους**, iii) **το ειδικό βάρος**, iv) **το πορώδες**, v) **το χρώμα** και vi) **τη θερμοκρασία**.

i) Η μηχανική ή κοκκομετρική σύσταση αναφέρεται στη σύσταση του εδάφους από κόκκους και τεμαχίδια διαφόρων διαστάσεων που διέρχονται από κόσκινο διαμέτρου οπών δύο χιλιοστών (2mm). Οι βασικές κατηγορίες εδαφικών κόκκων είναι α) **η λεπτή γη** (<2mm) και β) **τα σκελετικά υλικά**. Στην δεύτερη κατηγορία εντάσσονται οι χάλικες (2-20mm) και οι λίθοι (>20mm). Με βάση το ακριβές μέγεθος των κόκκων που αποτελούν τη λεπτή γη διακρίνονται σε υποκατηγορίες. Αυτές ονομάζονται κλάσματα μηχανικής συστάσεως. Η διαδικασία με την οποία ορίζεται η εκατοστιαία αναλογία των κλασμάτων μηχανικής σύστασης λέγεται μηχανική ανάλυση εδάφους. Τα σημαντικότερα κλάσματα μηχανικής σύστασης είναι Α) **η άμμος** (χονδρή 2-0,2mm, λεπτή 0,2-0,02mm), Β) **η ιλύς ή πηλός** (0,2-0,02mm) και Γ) **η άργιλος** (<0,002mm).

ii) Η δομή του εδάφους συνδέεται άμεσα με τη μηχανική σύσταση και έχει να κάνει με τον τρόπο με τον οποίο τα σωματίδια του εδάφους είναι ενωμένα. Από τη δομή του εδάφους εξαρτώνται η στράγγιση, ο αερισμός, η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και η διάβρωση των εδαφών. Γενικά, επιθυμητά είναι τα εδάφη μέσης σύστασης, καθώς σε αυτά υπάρχει ένα μέρος μεγάλων και μικροσμεσαίων πόρων. Με αυτόν τρόπο εξασφαλίζεται η αποστράγγιση, ο αερισμός, η κίνηση των θρεπτικών συστατικών και η αποθήκευση νερού.

iii) Το ειδικό βάρος ή πυκνότητα του εδάφους είναι το κλάσμα των στερεών σωματιδίων ανά μονάδα όγκου εδάφους. Μέσω αυτού λαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με τη μηχανική σύσταση, τη δομή του εδάφους, την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και το βαθμό συμπίεσης. Διακρίνεται σε πραγματική και φαινόμενη πυκνότητα. Η πραγματική πυκνότητα αναφέρεται στα στερεά σωματίδια που ισούνται με το βάρος μόνο των στερεών σωματιδίων ανά μονάδα όγκου τους. Η φαινόμενη πυκνότητα αναφέρεται στο βάρος των στερεών σωματιδίων ανά μονάδα όγκου εδάφους συμπεριλαμβανομένης της αέριας φάσης.

iv) Το πορώδες ορίζεται ως ο συνολικός χώρος του εδάφους που καλύπτεται από την αέρια και υγρή φάση. Το πορώδες υπολογίζεται μέσω του ειδικού βάρους. Η ύπαρξη μικρών ή μεγάλων πόρων εξαρτάται από τη δομή, τη μηχανική σύσταση και την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Κατά γενική ομολογία, ένα μέσο πορώδες (ενδιάμεσοι πόροι 0,2-10μm) είναι επιθυμητό διότι επιτρέπει την κίνηση του αέρα, του νερού αλλά και μερική αποθήκευση του τελευταίου.

v) Το χρώμα του εδάφους είναι δείκτης διαφόρων χαρακτηριστικών όπως της ορυκτολογικής σύστασης του εδάφους, της οργανικής ουσίας, της υγρασίας, των χημικών ιδιοτήτων και της μηχανικής σύστασης. Το χρώμα περιγράφεται με βάση α) τη χροιά ή τον τόνο (μήκος κύματος κυρίαρχου χρώματος), β) την ένταση (φωτεινότητα) και γ) την καθαρότητα (ευκρίνεια).

vi) Η θερμοκρασία επιδρά σημαντικά στα βιοχημικά φαινόμενα των ορυκτών και της οργανικής ουσίας, στην ανάπτυξη των φυτών και στην πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων. Η θερμοκρασία εξαρτάται από την ειδική θερμότητα, τη θερμοχωρητικότητα, τη θερμική αγωγιμότητα, το χρώμα και την κατάσταση της επιφάνειας (*Gupta VSSR et al, 2019. Chou MY et al, 2018*).

2) Στις χημικές ιδιότητες εντάσσονται i) **η φύση των κολλοειδών συστημάτων**, ii) **η εναλλακτική ικανότητα** του εδαφικού συστήματος, iii) **η σχετική οξύτητα και αλκαλικότητα** και iv) **η γονιμότητα**.

i) Τα κολλοειδή συστήματα είναι συστήματα διασποράς με μέγεθος σωματιδίων από 0,1nm-0,5μm. Σε αυτά συναντώνται τα πιο ενεργά συστατικά του εδάφους. Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους τους, της μικρής ταχύτητας καθίζησης, της μεγάλης επιφάνειας που καταλαμβάνουν και του αρνητικού τους φορτίου συμβάλλουν σημαντικά στην αποθήκευση νερού και ουσιών και την ανταλλαγή ιόντων.

ii) Η προσρόφηση και η ανταλλαγή ιόντων συμβαίνει συνεχώς στο εδαφικό διάλυμα. Η ανταλλαγή αυτή εξαρτάται από την κοκκομετρική σύσταση, την ορυκτολογική σύσταση, την ποσότητα της οργανικής ουσίας, το pH, τη συγκέντρωση του διαλύματος, το σθένος των εναλασσόμενων ιόντων και τη θερμοκρασία. Η ανταλλαγή των ιόντων σχετίζεται στενά με το pH, την οξύτητα, την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το ριζικό σύστημα του φυτού και, επομένως, με την ανάπτυξή του.

iii) Η οξύτητα και η αλκαλικότητα επηρεάζουν την ανάπτυξη του αμπελώνα μέσω της πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά, των διεργασιών εδαφογένεσης, της αλατότητας και της ανταλλαγής κατιόντων. Η οξύτητα και η αλκαλικότητα μεταβάλλονται από τις βροχοπτώσεις όταν ξεπλένονται τα εδάφη. Γενικά, εδάφη με ουδέτερο pH είναι επιθυμητά καθώς παρέχονται ικανοποιητικά τα απαιτούμενα θρεπτικά συστατικά στο αμπέλι.

iv) Γονιμότητα είναι η ικανότητα του εδάφους να παρέχει τα φυτά τακτικά και επαρκή ποσότητες με όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την καλύτερη ανάπτυξή του. Τα γόνιμα εδάφη χαρακτηρίζονται από ικανοποιητικές ποσότητες οργανικής ουσίας, θρεπτικών στοιχείων, αποθεμάτων νερού και κίνησης αέρα. Αυτά προωθούν την παραγωγική ικανότητα του εδάφους. Σημαντική είναι η σωστή συντήρηση και περιποίηση του εδάφους για την εξασφάλιση της παραγωγικότητας.

3) Τα ανόργανα συστατικά συναντώνται σε πολλά σημεία του εδάφους όπως στα πετρώματα, τα ορυκτά και το μητρικό υλικό. Αυτά περιέχουν ποικιλία ανόργανων ουσιών, τα οποία με τη διαδικασία της εδαφογένεσης τροφοδοτούν το έδαφος σε όλα τα υπόλοιπα θρεπτικά συστατικά (π.χ. ιχνοστοιχεία) για τα φυτά. Ακόμη και τα στοιχεία που απαντώνται σε μικρές ποσότητες είναι σημαντικά για τη σωστή ανάπτυξη του αμπελώνα, καθώς συμβάλλουν σε ορισμένες αναπτυξιακές λειτουργίες. Η απουσία ενός μπορεί να προκαλέσει πολλά προβλήματα.

4) Η οργανική ουσία (χούμος) βρίσκεται σε μικρά ποσοτά σε όλο το εύρος του εδάφους. Στην οργανική ουσία εντάσσονται οι μικροοργανισμοί, όπως βακτήρια και μύκητες, τα υπολείμματα ζωντανών οργανισμών, προϊόντα χημικών αντιδράσεων ή προϊόντα νέας σύνθεσης. Αν και τα ποσοστά της οργανικής ουσίας είναι μικρά, ο ρόλος της είναι μεγάλος. Συμβάλλει σε βιοχημικές αντιδράσεις, τη δομή του εδάφους, προωθεί την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και αποτελεί σημαντική πηγή ενέργειας επειδή περιέχει άζωτο, φώσφορο, θείο και διάφορες χημικές ενώσεις όπως οξέα. Εμπειρικά αποκαλείται από τους καλλιεργητές «ο μάγειρας» διότι μέσω των αντιδράσεων της οργανικής ουσίας, τα αποτελέσματα είναι ευεργητικά για την ανάπτυξη του αμπελώνα.

5) Η υδατινή φάση είναι ο όγκος του νερού που καλύπτει τους πόρους του εδάφους. Επηρεάζει πολλές εδαφικές ιδιότητες όπως τη δομή, την οργανική ουσία, τη μεταφορά ουσιών. Το νερό είναι το κατάλληλο υγρό μέσα στο οποίο πραγματοποιούνται χημικές

αντιδράσεις και παίζει ρόλο στην εδαφογένεση. Η συγκράτηση του νερού από την άλλη εξαρτάται από τη μηχανική σύσταση. Σε γενικές γραμμές, ο αμπελώνας είναι καλό να έχει πάντα καλή ικανότητα ροής και αποθήκευσης νερού. Ωστόσο, αν η ποσότητα του εδαφικού νερού υπερβεί κάποια όρια τότε θα υπάρξουν αρνητικές συνέπειες (*McGourty GT, Reganold JP, 2005. Belda I. et al, 2017*).

### 3.2 Αμπελουργικές πρακτικές

Οι αμπελουργικές πρακτικές αποτελούνται από δραστηριότητες όπως την κατεργασία του εδάφους, τη φύτευση και καλλιέργεια φυτών, την εγκατάσταση πέργκολας και στηριγμάτων, το κλάδεμα των αμπελιών και την καταπολέμηση εχθρών της αμπέλου. Μαζί με το είδος της επιλεγμένης ποικιλίας, το έδαφος, το κλίμα και τις τεχνικές οινοποίησης, οι αμπελουργικές πρακτικές είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα και τον χαρακτήρα ενός κρασιού. Ειδικότερα θα γίνει κατανοητό αν η μηχανική μορφή των παραπάνω δραστηριοτήτων είναι επωφελής για τον καλλιεργητή (*Gerling C., 2015*).

Όταν δημιουργηθεί ένας αμπελώνας, είναι σημαντικό να γίνει μια αρχική ανάλυση των εδαφολογικών και κλιματικών δεδομένων για να διασφαλιστεί ότι επιλέγονται οι καταλληλότερες μέθοδοι καλλιέργειας. Η λεπτομερής προετοιμασία του εδάφους είναι απαραίτητη για τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος για τις ρίζες των φυτών στο οποίο ο αέρας και η υγρασία διατηρούνται στη σωστή αναλογία με το στερεό υλικό και για να διασφαλιστεί ότι υπάρχει επαρκής τροφοδοσία για την προώθηση της καλύτερης ανάπτυξης και παραγωγής (*Beauchet S. et al, 2020*).

Η επιλογή της ποικιλίας θα εξαρτηθεί από τη σύνθεση του εδάφους, το κλίμα, την τοποθεσία του αμπελώνα και το είδος του κρασιού που θα παραχθεί. Οι ποικιλίες που έχουν μεγαλύτερη σοδειά φυτεύονται γενικά σε περιοχές που έχουν καλή άρδευση. Σε ψυχρότερες περιοχές και όπου το έδαφος δεν είναι πολύ γόνιμο, φυτεύονται ποικιλίες που αναπτύσσονται λιγότερο πυκνά, καθώς και εκείνες που παράγουν μικρότερες αλλά υψηλότερης ποιότητας σοδειές (*Reynolds AG., 2010*).

Παλαιότερα ήταν αποδεκτό ότι όσο υψηλότερη ήταν η απόδοση, τόσο χαμηλότερη ήταν η ποιότητα του κρασιού και το αντίστροφο. Αυτή η άποψη δεν είναι απόλυτα σωστή και βασίζεται σε πολλές παραμέτρους. Μεγάλη σημασία έχει η ισορροπία μεταξύ των φύλλων, τα οποία λειτουργούν αποτελεσματικά όταν τηρείται καλή έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, προσεγγμένο κλάδεμα και ορθή συγκομιδή. Όταν δεν υπάρχουν αρκετά λειτουργικά φύλλα για τη διατήρηση μιας μεγάλης καλλιέργειας, η ποιότητα θα είναι χαμηλότερη (*Sabir A. et al, 2018*).

Τα αμπέλια είναι αναρριχώμενα φυτά και είναι κατάλληλα για πέργκολα. Ειδικά σε ποικιλίες που παράγουν μελάγη ποσότητα σταφυλιών είναι σχεδόν απαραίτητη. Καθώς τα

τσαμπιά κρέμονται ψηλότερα από το έδαφος, υπάρχει μικρότερη πιθανότητα σήψης ως αποτέλεσμα της υγρασίας. Η απόφαση για το αν θα χρησιμοποιηθεί πέργκολα, και ο τύπος του συστήματος στήριξης που χρησιμοποιείται, καθορίζεται από το δυναμικό του εδάφους, την ποικιλία και το κλίμα. Σε περιοχές όπου επικρατεί η ζημιά από τον παγετό απαιτείται πέργκολα, ενώ οι αμπελώνες σε ξηρές εκτάσεις με πιο αδύναμη ανάπτυξη συχνά δεν καλύπτονται με πέργκολα (*Martin-Clouaire R. et al, 2018*).

### 3.2.1 Εγκατάσταση και υποστύλωση αμπελώνων

Το αμπέλι είναι αναρριχητικό φυτό. Αυτό σημαίνει ότι το φυτό μεγαλώνει με τέτοιο τρόπο τους βλαστούς του ώστε να στηρίζεται ή να δένεται γύρω από άλλα σώματα με σκοπό να φτάσει πιο κόντα στον ήλιο. Οι βλαστοί από μόνοι τους δε μπορούν να στηριχθούν σε αντίθεση με τα δέντα που μπορούν. Για το λόγο αυτό η υποστύλωση του αμπελώνα είναι μια διεργασία που πρέπει να γίνει σώστα από το πρώτο στάδιο εγκατάστασης των φυτών. Με την ορθή υποστύλωση επιτυγχάνεται η αντίστοιχη ανάπτυξη των αμπελιών, η έκθεση των φύλλων στην ηλιακή ακτινοβολία και διευκόλυνση των μηχανικών εργασιών. Αν αυτό το στάδιο δεν πραγματοποιηθεί επιτυχώς, οι αρνητικές επιπτώσεις θα ακολουθούν σε όλη τη διαδικασία της οινοπαραγωγής από την αρχή μέχρι το τέλος (*Lubell M. et al, 2010*).

Κατά τον σχεδιασμό του αμπελώνα συνήθως η απόσταση μεταξύ των γραμμών φύτευσης είναι από 2 έως και 2,40 μέτρα. Τα φυτά μεταξύ τους απέχουν από 1 έως και 1,5 μέτρο ενώ το ύψος του βλαστικού τείχους ξεκινά από το 1 και μπορεί να φτάσει μέχρι και το 1,5 μέτρο. Στόχος είναι ο μερικός ανταγωνισμός των φυτών και η καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας (*Corino L., Calo A., 2001*).

Για τη δημιουργία ενός πλήρους συστήματος υποστυλωμάτων σε ένα στρέμμα αμπελώνα, τα έξοδα υπολογίζονται από 1.000€ έως και 1.500€. Ως στηρίγματα συνήθως χρησιμοποιούνται πάσσαλοι 1) **ξύλινοι**, 2) **μεταλλικοί**, 3) **πλαστικοί** ή 4) **από σκυρόδεμα**. Κάθε είδος πασσάλου φέρει διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Κοινό χαρακτηριστικό όλων είναι η διατήρησή τους όσα περισσότερα χρόνια γίνεται.

1) Οι **ξύλινοι** χρειάζονται περιποίηση καθώς μέσω αυτών μπορούν να μεταφερθούν μικροοργανισμοί. Η περιποίηση αυτή από την άλλη είναι εύκολη διότι οι

ξύλινοι εμποτίζονται με αντισηπτικά προϊόντα. Άλλα πλεοντήματα των ξυλίνων πασσάλων είναι η αισθητική ομορφιά που προσδίδουν και η εύκολη επεξεργασία τους.

2) Οι **μεταλλικοί** μειονεκτούν σε σχέση με τα άλλα είδη επειδή είναι βαριοί, διαβρώνονται εύκολα και εμπλουτίζουν το έδαφος με μέταλλα.

3) Οι **πλαστικοί** είναι ελαφροί, εύκαμπτοι και δε σκουριάζουν.

4) Οι πάσσαλοι **από σκυρόδεμα** είναι ανθεκτικοί αλλά βαριοί.

Η τοποθέτηση των πασσάλων γίνεται με βάση το σύστημα διαμόρφωσης των αμπελιών. Συνήθως τοποθετούνται ανά 3-5 φυτά και μεταξύ τους απέχουν 2 μέτρα. Καθένας από αυτούς πρέπει να εισχωρήσει στο έδαφος περίπου 35cm βάθος. Κατά μήκος των πασσάλων μέσα από τρύπες τοποθετείται σύρμα και τεντώνεται καλά. Το υλικό του σύρματος μπορεί να είναι γαλβανισμένο σίδηρο ή ανοξείδωτο ατσάλι με διάμετρο 1,5 έως 4 χιλιοστά (*Smith L., 2002. Lockshin L., 1982*).

### 3.2.2 Κλάδεμα-Συστήματα διαμόρφωσης

Το κλάδεμα και το σύστημα διαμόρφωσης σε συνδυασμό με το κλίμα, το είδος της ποικιλίας, το εδαφικό ανάγλυφο και τις εδαφικές αναλύσεις συμβάλλει σημαντικά στην ποιότητα του οίνου. Το αμπέλι πρέπει κάθε χρόνο να κλαδεύεται για να εξασφαλιστεί η ισορροπία μεταξύ των φυτικών και αναπαραγωγικών οργάνων. Με το κλάδεμα επιτυγχάνεται η καρποφορία του αμπελιού κάθε χρόνο, η καλύτερη ποιότητα των σταφυλιών και η ζωτικότητα του φυτού. Το κλάδεμα προϋποθέτει γνώσεις και εμπειρία. Η εργασία αυτή είναι που θα δώσει στο φυτό το κατάλληλο σχήμα και θα ρυθμίσει τις διαστάσεις των φυτών. Καθορίζει τη ρύθμιση της βλαστικής ισορροπίας, την απόδοση των αμπελιών και την ποιότητα του προϊόντος (*Niles MT. et al, 2018*).

Τα κλαδέματα διακρίνονται σε 1) **χειμερινά** και 2) **θερινά**. Τα χειμερινά αναλύονται στο 1α) κλάδεμα διαμόρφωσης και στο 1β) κλάδεμα καρποφορίας. Τα θερινά από την άλλη χωρίζονται σε 2α) βλαστολόγημα, 2β) κορυφολόγημα, 2γ) αποφύλλωση και 2δ) πράσινο τρύγο. Στόχοι του χειμερινού κλαδέματος είναι η ρύθμιση της παραγωγής, η πρώιμη καρποφορία, η αξιοποίηση του διαθέσιμου χώρου, η διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών μέσα στον αμπελώνα και η προσαρμογή του στην έκθεση των συνθηκών του περιβάλλοντος. Τα θερινά κλαδέματα αποσκοπούν στην εξισορρόπηση της βλάστησης, τη

βελτίωση της ποιότητας των σταφυλιών και την παραγωγή ισχυρών κληματίδων κατάλληλων για το κλάδεμα του επόμενου έτους (*Rives M., 2000*).

1α) Το κλάδεμα διαμόρφωσης ξεκινά από την πρώτη βλαστική περίοδο και εξυπηρετεί στη σωστή διαμόρφωση του αρχικού σχήματος του φυτού. Σε ψυχρές και ορεινές περιοχές εφαρμόζονται τα ψηλά σχήματα διαμόρφωσης, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος από παγετούς και κρύα που βρίσκονται κοντά στο έδαφος. Σε θερμές και ξηρές περιοχές προτιμώνται τα χαμηλά σχήματα διότι τα φυτά με αυτόν τον τρόπο επισκιάζουν το έδαφος μειώνοντας στη συνέχεια την υπερβολική εξάτμιση της υγρασίας που υπάρχει σε αυτό. Τελικό αποτέλεσμα είναι η συγκράτηση του νερού και η αντοχή των αμπελιών στην ξηρασία.

1β) Το κλάδεμα καρποφορίας ξεκινά την τρίτη βλαστική περίοδο, δηλαδή 3 χρόνια μετά την εγκατάσταση του αμπελώνα, και στοχεύει στη βέλτιστη ποιότητα και τον έλεγχο της παραγωγής με τη δημιουργία καρποφόρων οργάνων (κεφαλές ή αμολυτές). Το κλάδεμα καρποφορίας είναι η συνέχεια του κλαδέματος διαμόρφωσης και δίνει το τελικό σχήμα στο φυτό. Από τις κεφαλές αναπτύσσονται κατά κύριο λόγο εύρωστες κληματίδες οι οποίες συνήθως φέρουν λιγότερα σταφύλια αλλά είναι πυκνά. Αντιθέτως από της αμολυτές προκύπτουν κληματίδες περισσότερο ευάλωτες σε ορισμένες ασθένειες και δε λιγνητοποιούνται σωστά.

Υπάρχουν διάφορα συστήματα διαμόρφωσης. Επιλέγεται εκείνο που σε συνδυασμό με την ποικιλία της αμπέλου, την τοποθεσία και το έδαφος αποδίδει καλύτερα από τα άλλα. Τα σημαντικότερα συστήματα διαμόρφωσης είναι: i) το Γκυγιώ (*Guyot*) , ii) το Ρουαγιά (*Royat*), iii) η διπλή κουρτίνα της Γενεύης , iv) η Λύρα , v) το Scott Henry και vi) το Κύπελλο.

i) Το Γκυγιώ αναπτύχθηκε στη Γαλλία στα τέλη του 1800 και πήρε το όνομά του από τον Δρ. *Jules Guyot*. Σχεδιάστηκε για αμπελώνες χαμηλής έως μέτριας ευρωστίας καθώς εμφανίζει λιγότερους οφθαλμούς και μικρότερη ανάπτυξη αμπέλου από άλλα συστήματα διαμόρφωσης. Το σύστημα αυτό δεν αρμόζει σωστά σε εύρωστα αμπέλια τα οποία αναπτύσσουν υψηλή πυκνότητα βλαστών και εσωτερική σκίαση, μειώνοντας την έκθεση της επιφάνειας των φύλλων (*G. Reynolds, Justine Vanden Heuvel, 2009*).





Εικ. 14. Αμφίπλευρο Γκυγιώ (*Vins Alsace*)

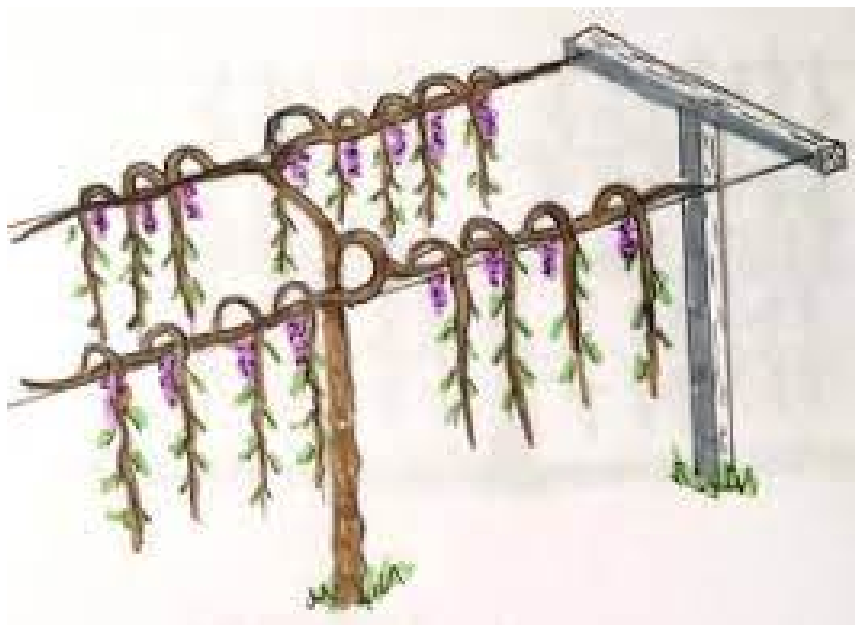
ii) Στο Ρουαγιά ο κορμός διαμορφώνεται οριζόντια από τον οποίο προκύπτουν κάθετα τέσσερις έως οκτώ αμολητές. Κάθε αμολητή γεννά δύο έως τέσσερις οφθαλμούς ανά εποχή. Το κλάδεμα είναι απλοποιημένο και μπορεί να γίνει μηχανικά. Επειδή η ποσότητα της έκθεσης στον ήλιο μπορεί να ελεγχθεί, τα σταφύλια που καλλιεργούνται με αυτήν την πρακτική έχουν συχνά καλά ανεπτυγμένες τανίνες και χρωστικές ουσίες. Διευκολύνεται επίσης η μηχανική επεξεργασία του αμπελώνα με αυτό το σύστημα (*Brandon Thomas, 2015*).



Εικ. 15. Αμφίπλευρο Ρουαγιά (*Goran, 2022*)

iii) Η διπλή κουρτίνα της Γενεύης είναι από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα συστήματα κλαδέματος με κεφαλές. Από ορισμένες απόψεις τα συστήματα κλαδέματος με

κεφαλές είναι πιο αποτελεσματικά από τα συστήματα κλαδέματος με αμολητές. Η επιλογή του καρποφόρου ξύλου είναι απλοποιημένη και είναι εύκολο το δέσιμο και το στήριγμα των βλαστών. Στο σύστημα διπλής κουρτίνας της Γενεύης χρησιμοποιείται υποστήλωση ύψους έως και 2 μέτρα που χωρίζεται σε δύο διακριτές «κουρτίνες». Κάθε κλήμα διαμορφώνεται τετράπλευρα για να καταλαμβάνει και τις δύο πλευρές της πέργκολας αντί να εναλλάσσει κλήματα. Το σύστημα διπλής κουρτίνας της Γενεύης είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για αμπελώνες υψηλής ευρωστίας και μπορεί να οδηγήσει σε αποδόσεις που είναι 50% υψηλότερες από ό,τι για συστήματα μονής κουρτίνας (*Christina M. Bavougian et al., 2012*).



Εικ. 16 Διπλή Κουρτίνα Γενεύης (*GDC. Total Wine System*)

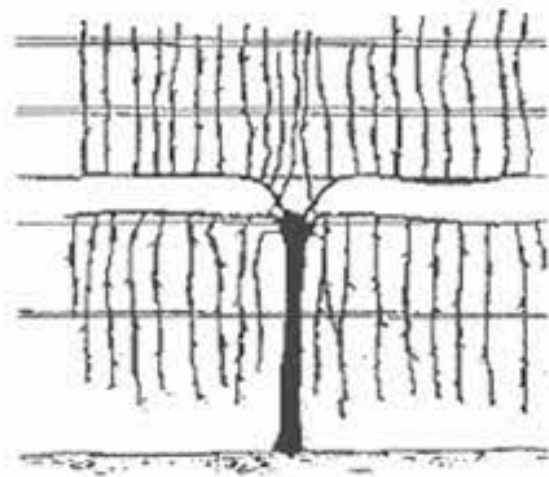
iv) Η λύρα είναι παρόμοιο σύστημα διαμόρφωσης με την κουρτίνα της Γενεύης με τη μόνη διαφορά το φυτό να αναπτύσσεται προς τα πάνω παρά προς τα κάτω. Τα αμπέλια που εκπαιδεύονται με αυτόν τον τρόπο είναι επίσης λιγότερο ζηρά από την κουρτίνα της Γενεύης. Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η αποφυγή προσβολής από παθογόνους μικροοργανισμούς εκτίθοντας το αμπέλι περισσότερο στον ήλιο και τον αέρα. Αυτό το σύστημα πέργκολας χρησιμοποιείται συνήθως σε αμπελώνες υψηλής απόδοσης. Αναπτύχθηκε από τον Δρ. *Alain Corbonneau* τη δεκαετία του 1980 στην περιοχή του Μπορντό της Γαλλίας. Τώρα χρησιμοποιείται ευρέως σε όλο τον κόσμο (*C.G. Volschenk And*

*J.J. Hunter, 2001).*



Εικ. 17. Λύρα τύπου V (*Cyndi, 2019*)

ν) Το *Scott Henry* σχεδιάστηκε για να βελτιώσει τις αποδόσεις και την ποιότητα των σταφυλιών σε μεγάλο βαθμό σε περιοχές με δροσερό κλίμα. Η βασική στρατηγική του συστήματος *Scott Henry* είναι η κατακόρυφη διαίρεση του φυτού με τους βλαστούς να διαμορφώνονται προς τα πάνω και προς τα κάτω. Έτσι επιτυγχάνεται η χρήση σχετικά μεγάλου αριθμού βλαστών ανά κλήμα για την επίτευξη ισορροπίας της αμπέλου. Ο διαχωρισμός των βλαστών προς τα πάνω και κάτω γίνεται εύκολα με καλή υποστήλωση (*Tony K. Wolf et al., 2008*).



Εικ. 18. *Scott Henry* (*Pago de Larrainzar*)

vi) Το κύπελλο (*goblet*) είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται από την εποχή της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας μέχρι και σήμερα. Ιδιαίτερα στην Ελλάδα είναι πολύ συχνό λόγω του θερμού κλίματος. Το φυτό είναι πιο κοντά στο έδαφος με αποτέλεσμα την καλύτερη θρέψη του και, επομένως, τη δημιουργία οίνων υψηλής ποιότητας. Δεν απαιτείται υποστύλωση με πασσάλους ή σύρματα κάνοντας αυτό το σύστημα οικονομικά προσιτό. Η μηχανική επεξεργασία όμως, είναι αδύνατη. Συνήθως η διαμόρφωση σε κύπελλο εφαρμόζεται σε σχετικά άγονες περιοχές που χαρακτηρίζονται από έντονη ηλιοφάνεια. Δε συστήνεται για κρύες περιοχές (*Efstratios Guillaume Xyrafis et al., 2021*).



Εικ. 19. Κουλούρα (*Randy Caparoso, 2019*)

2α) Κατά το βλαστολόγημα γίνεται αφαίρεση ενός αριθμού βλαστών, οφθαλμών ή άλλων τμημάτων του φυτού που πλεονάζουν χωρίς να προσφέρουν κάτι αξιοσημείωτο στο αμπέλι. Τα οφέλη του βλαστολογήματος είναι η εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών συστατικών, η βελτίωση των συνθηκών ανάπτυξης για τα φυτά όπως αερισμό και φωτισμό, η πρόληψη ή αντιμετώπιση ασθενειών (π.χ. βοτρυτή, περονόσπορου) και η διευκόλυνση του επόμενου χειμερινού κλαδέματος (*P. Perez-Bermudez et al, 2016*).

2β) Το κορυφολόγημα έγκειται στην απομάκρυνση ενός μέρους της κορυφής του βλαστού μαζί με έναν ορισμένο αριθμό φύλλων. Τα πλεονεκτήματα του κορυφολογήματος είναι η αντιμετώπιση της ανθόρροιας, η αύξηση του μεγέθους των ραγών, η ποσοτική και ποιοτική βελτίωση της παραγωγής με την ισορροπημένη κατανομή των θρεπτικών συστατικών και η διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών (*Velappan Y. et al, 2022*).

2γ) Η αποφύλλωση ή ξεφύλλισμα είναι το κλάδεμα ενός αριθμού φύλλων που βρίσκονται στη βάση του βλαστού. Σκοπός της αποφύλλωσης είναι η έκθεση των σταφυλιών στον αέρα και το φως για μια πλήρη ωρίμανση. Το κέρδος της αποφύλλωσης είναι η καλύτερη αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών και η διευκόλυνση του τρύγου (*Pieri P., Fermaud M., 2004*).

2δ) Ο πράσινος τρύγος ή η αραίωση του φορτίου είναι η αφαίρεση ενός αριθμού βότρυων ή ραγών ή ταξιανθιών, ώστε να ενισχυθούν τα υπόλοιπα. Με τον πράσινο τρύγο επιτυγχάνεται η παραγωγή ομοιόμορφων μεγάλων σταφυλιών υψηλής ποιότητας, η αποφυγή προσβολής από μικροοργανισμούς και η προώθηση άλλων αναπτυξιακών λειτουργιών όπως η καρπόδεση (*Acquadro S. et al, 2020*).

### 3.2.3 Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών

**Ασθένεια ή φυτονόσος** ονομάζεται κάθε ανωμαλία του φυτού είτε μορφολογική είτε φυσιολογική αρκετά επικίνδυνη, ώστε να θίγει την κανονική ανάπτυξη του φυτού ή την ποιότητα των παραπροϊόντων του. Μπορεί να οφείλεται σε μύκητες, βακτήρια, ιούς, φυτοπλάσματα, πρωτόζωα, περιβαλλοντικούς ή φυσιολογικούς παράγοντες (π.χ. εχθροί). Με τον όρο «**εχθροί**» εννοούνται τα έντομα, τα ακάρεα, οι νηματώδεις, τα πτηνά και τα τρωκτικά. Κάθε παθογόνος μικροοργανισμός ή άλλος έχθρος προκαλεί ορισμένα **συμπτώματα**. Τέτοια είναι οι μεταχρωματισμοί, παραμορφώσεις, υπερτροφίες, ατροφίες, ο μααρασμός, η φυλλόπτωση, οι πληγές και οι εκκρίσεις (*Weber E. et al, 2002*).

Οι πιο γνώστες ασθένειες της αμπέλου είναι: 1) ο **Περωνόσπορος** (*Plasmopara Viticola*), 2) η **Φόμοψη** (*Phomopsis Viticola*), 3) η **Ευτυπίωση** (*Eutypa Lata*), 4) η **Ίσκα** (*Fomitiporia punctata*), 5) το **Ωίδιο** (*Uncinula necator*) και 6) η **Βοτρυτίδα** (*Botrytis cinerea*). Από ζημιές εντόμων και άλλων εχθρών εκείνη η οποία έχει αφήσει το στίγμα της στην ιστορία της αμπελοκαλλιέργειας είναι η **Φυλλοξήρα** (*Phylloxera vastatrix*). Τα **ζιζάνια** αποτελούν μια άλλη κατηγορία εχθρών. Η αρνητικές επιπτώσεις τους εμφανίζονται κυρίως όταν κυριαρχούν στον αμπελώνα. Αν υπάρχουν σε μικρό αριθμό, ο κίνδυνος είναι μικρός αλλά δεν πρέπει να παραληφθεί (*Fontaine F. et al, 2016*).

Για την πρόληψη και αποφυγή των ασθενειών οι βασικές ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν με συνέπεια είναι η επιλογή της ποικιλίας και της περιοχής



εγκατάστασης του αμπελώνα. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση και μετάδοση ασθενειών. Ωστόσο, αν για κάποιο λόγο ο αμπελώνας προσβληθεί από κάποιο παθογόνο μικροοργανισμό, δύο είναι οι λύσεις για την καταπολέμησή τους: i) οι **καλλιεργητικές** και ii) οι **χημικές** μέθοδοι. Όσο γρηγορότερα γίνει αντιληπτή η ασθένεια, τόσο αποτελεσματικότερη και ευκολότερη θα είναι η αντιμετώπισή της.

i) Με την αφαίρεση, το κλάδεμα ή το κάψιμο των προσβεβλημένων τμημάτων του φυτού, ανάλογα με την ασθένεια και το μολυσμένο σημείο, αποφεύγεται η μετάδοση της νόσου στα υπόλοιπα φυτά. Σημαντική προϋπόθεση για αποτελεσματική αντιμετώπιση αποτελεί η επιφυλακή και οι αμπελουργικές γνώσεις. Η παροχή αερισμού και φωτισμού συμβάλλουν στην εξάλειψη των συμπτωμάτων. Αν γίνει μηχανικό κλάδεμα θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να μη γίνει λάθος. Συνήθως προτιμάται η χειρωνακτική επέμβαση.

ii) Ο ψεκασμός με φυτοφάρμακα μπορεί να γίνει είτε προληπτικά είτε επιληπτικά. Η χρήση τους είναι αυστηρά ορισμένη και σε γενικές γραμμές αποτελούν την έσχατη λύση εξαιτίας των παρενεργειών που μπορούν να προκαλέσουν. Την άλογη χρήση τους ακολουθά η υποβάθμιση του αμπελώνα και στη συνέχεια του οίνου. (Ιωάννης Χ. Ρούμπος, 2016. Capriotti L. et al, 2020).

### **3.2.4 Άρδευση αμπελώνα**

Η παροχή νερού στον αμπελώνα είναι ένα κρίσιμο ζήτημα. Το νερό είναι το βασικό συστατικό του αμπελιού, όπως κάθε ζωντανού οργανισμού. Χάρη σε αυτό γίνεται η κυκλοφορία των συστατικών που χρειάζεται το αμπέλι με ανόδικη πορεία από το έδαφος προς το φυτό. Τόσο η έλλειψη του όσο και η περίσσειά του μπορούν να είναι επιζήμιες. Γενικά, αυτό που επιδιώκεται είναι ένα ελαφρύ υδατικό στρες. Δηλαδή το φυτό να διαταράσσεται μέχρι ένα σημείο, ώστε να μεγαλώνει τις ρίζες του και να βρίσκει μόνο του το νερό από το έδαφος. Η άρδευση του αμπελώνα είναι ένα περίπλοκο θέμα το οποίο πρέπει να γνωρίζει ο αμπελουργός και ο οινοποιός. Εμπόδιο πολλές φορές μπορεί να είναι η νομοθεσία που διέπει την άρδευση (Prichard T., 2000).

Για να υπάρξει το επιθυμητό αποτέλεσμα πρέπει να δοθεί βάση στην **ποσότητα**, τη **συχνότητα** και τη **χρονική στιγμή** του ποτίσματος. Ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού μεταβάλλονται με διαφορετικό τρόπο ο ρυθμός της βλάστησης, η ζωηρότητα και το μέγεθος της ράγας, η εξέλιξη των φύλλων και η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ευρέως το σύστημα στάγδην άρδευσης, δηλαδή με σταγόνες, το οποίο διακρίνεται για τα πολλά του πλεονεκτήματα. Τα κυριότερα είναι η εξοικονόμηση κεφαλαίου, η αποφυγή των ασθενειών και ο έλεγχος του ποτίσματος. (*Albert J. Winkler, 1962. Van Leeuwen C. et al, 2001*).

### 3.3 Οινοποιητικές τεχνικές

Οι βασικές μέθοδοι οινοποίησης είναι 1) η **λευκή**, 2) η **ερυθρή** και 3) η **ροζέ**. Οι διαφορές μεταξύ των τριών είναι αρκετές. Η πίεση σύθλιψης των σταφυλιών, ο χρόνος της εκχύλισης, η θερμοκρασία αλκοολικής ζύμωσης, οι προστιθέμενες ουσίες (π.χ. θειώδης ανυδρίτης, οινολογικές τανίνες), η διάρκεια παραμονής στη δεξαμενή ή τη φιάλη και η παλαίωση σε βαρέλι (*Ana M. Roldan et al, 2021. Vrhovsek U. et al, 1997*). Αυτοί οι παράγοντες εξαρτώνται από το επιθυμητό τελικό προϊόν που θα παραχθεί, τα εδαφοκλιματικά και ποικιλιακά δεδομένα και τις καλλιεργητικές πρακτικές. Η μηχανικές καλλιεργητικές πρακτικές προωθούν συγκεκριμένες ποικιλίες σταφυλιού και είδη οίνων. Επομένως, θα πρέπει να γίνει προσεκτική παρέμβαση (*DA Hendrickson et al, 2016*).

Μερικές ακόμη οινοποιητικές τεχνικές ανάμεσα σε πολλές άλλες είναι η επιφανειακή ζύμωση (*Carbonic maceration*), η μέθοδος των *ice wine* και η παραγωγή οίνων από λιαστά σταφύλια. Καθεμιά από αυτές έχει μια ιδιαιτερότητα στον τρόπο παραγωγής για την επίτευξη ορισμένου στόχου. Η διαχείριση του αμπελώνα θα συμβάλλει σημαντικά στην επιτυχή διεκπεραίωση αυτών των τεχνικών (*Tahmaz H. et al, 2017*).



## 4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΤΑΦΥΛΙΟΥ

### 4.1 Μεταβολές στη φυσιολογία του αμπελιού

Κάθε μηχανική λειτουργία επιδρά με διαφορετικό τρόπο στη φυσιολογία της αμπέλου, με αποτέλεσμα τη μεταβολή των χημικών συστατικών της. Με βάση αυτές τις πληροφορίες ο καλλιεργητής μπορεί με διαύγεια να πάρει σημαντικές αποφάσεις για την επεξεργασία του αμπελώνα.

#### 4.1.1 Μηχανικός τρύγος

Η μηχανική συγκομιδή των οινοποιήσιμων σταφυλιών ερευνήθηκε πρώτη φορά τη δεκαετία του 1950 στην Αμερική και αναπτυσσόταν συνεχώς τα αμέσως επόμενα χρόνια. Λίγο αργότερα, τη δεκαετία του 1970, η Γαλλία και η Ιταλία άρχισαν να υιοθετούν τη μηχανική συγκομιδή. Η υποτυπώδης τεχνολογία των πρώιμων μηχανικών τρυγητών οδήγησε σε αυξημένη μηχανική καταπόνηση στον καρπό προκαλώντας ζημιές στα σταφύλια. Η έκταση της μηχανικής καταπόνησης που υφίστανται τα σταφύλια κατά τη συγκομιδή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το βαθμό ωρίμανσης, την κατάσταση υγείας και την ποικιλία του αμπελιού (*Yonas Bahta et al, 2020*).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η τεχνολογία της μηχανικής συγκομιδής έχει εξελιχθεί με την εφεύρεση των οπτικών διαλογών για τη μείωση των φυσικών ζημιών. Οι οπτικοί διαλογείς κάνουν αυτό που γίνεται και χειρωνακτικά, δηλαδή τη διαλογή των υγιεινών καρπών και την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων, με μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια. Η λειτουργία των οπτικών διαλογών βασίζεται σε παραμέτρους, όπως το μέγεθος, το χρώμα και το σχήμα του σταφυλιού και το αν υπάρχουν ξένα σώματα. Σήμερα, οι οπτικοί διαλογείς έχουν διαδοθεί αρκετά στην παραγωγή οίνου (*Richards TJ et al, 2022*).

Έχει αποδειχθεί ότι η μηχανική συγκομιδή προκαλεί μεταβολές στις χημικές και οργανοληπτικές ιδιότητες του σταφυλιού και, στη συνέχεια, του κρασιού. Τα σταφύλια που συλλέγονται μηχανικά έχουν υψηλότερα επίπεδα β-δαμασκηνόνης, λιναλοόλης, β-μυρκενίου και -τερπινενίου, που δυνητικά προκαλούνται από γλυκοσιδική υδρόλυση, η οποία λαμβάνει δράση όταν τα σταφύλια δέχονται ζημιά κατά τη συγκομιδή. Με αυτόν τον τρόπο το φυτό αποκρίνεται στους τραυματισμούς. Γενικά, όπως φαίνεται και στον πίνακα 1, έχουν παρατηρηθεί διαφορές κυρίως στα αρώματα των οίνων που έχουν υποστεί σε

μηχανικό τρύγο αλλά και σε άλλα χαρακτηριστικά (*Sun Qun et al, 2022*).

Με βάση αυτές τις μεταβολές, είναι πολύ πιθανό οι λευκοί οίνοι που προέρχονται από μηχανική συγκομιδή να έχουν πλούσια αρώματα φρούτων με αισθητό σώμα, υψηλότερη οξύτητα και αλκοολικό βαθμό. Οι αντίστοιχες μεταβολές μπορεί να παρατηρηθούν και στους ερυθρούς οίνους με τις ταννίνες να είναι ελαφρά αυξημένες όπως και οι ανθοκυάνες, και επομένως να έχουν μεγαλύτερη χρωματική ένταση (*Jouanneau S., 2011*).

Οι *Clary CD et al (1990)* αναφέρουν ότι οίνοι *Chardonnay* που τρυγήθηκαν μηχανικά και χειρωνακτικά δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ανάμεσα σε νεαρούς αλλά και παλαιωμένους οίνους για 18 μήνες. Οι *Noble AC et al (1975)* κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα ύστερα από μελέτη που έγινε σε λευκές και ερυθρές ποικιλίες *Petit Syrah, French Colombard* και *Chenin blanc*. Σε άλλη μελέτη, οι *Kaltbach SBA et al (2022)* εξέτασαν τα αποτελέσματα χειρωνακτικού και μηχανικού τρύγου σε οίνους *Merlot* στην περιοχή *Campanha Gaucha* της Βραζιλίας. Οι οίνοι από μηχανικό τρύγο είχαν ελαφρά υψηλότερα επίπεδα αιθανόλης, pH και ιχνοστοιχείων ενώ μειώθηκε το καφεϊκό και το κουμαρικό οξύ. Όλες οι άλλες παράμετροι ήταν σχεδόν ίδιες.

Πολλές έρευνες έχουν γίνει πάνω στην ποικιλία *Sauvignon blanc* η οποία έχει φημίζεται για τα φρουτώδη και πικάντικα αρώματά της. Ο *Jouanneau S. (2017)* συμπέρανε από σταφύλια της παραπάνω ποικιλίας στην περιοχή του *Marlborough* ότι οι συγκεντρώσεις 3-μερκαπτοεξανόλης είναι 5-10 φορές μεγαλύτερες σε οίνους που συγκομίστηκαν μηχανικά. Οι *Allen T. et al (2011)* και οι *Herbst-Johnson et al (2013)* επιβεβαιώνουν ότι τα ποικιλιακά αρώματα είναι εντονότερα μετά τον μηχανικό τρύγο.

#### **4.1.2 Μηχανική απομάκρυνση φύλλων**

Η διαχείριση της φυλλικής επιφάνειας αποτελεί μια σημαντική διεργασία στον αμπελώνα. Αποσκοπεί στην απομάκρυνση φύλλων, συνήθως κοντά σε σταφύλια, για την εξασφάλιση κίνησης του αέρα, την πρόληψη ασθενειών, την προαγωγή βιοσύνθεσης σημαντικών συστατικών και τη βελτίωση της ωρίμανσης και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (*Downey MO, Dokoozlian, 2006*). Η απομάκρυνση φύλλων θα πρέπει να πραγματοποιείται σε ορισμένες χρονικές περιόδους για τον έλεγχο της απόδοσης του

αμπελώνα. Συχνά αυτό γίνεται λίγο πριν ή μετά την καρπόδεση, με αποτέλεσμα να καταστέλλεται η απόδοση αλλά να βελτιώνονται οι παράγοντες ποιότητας του οίνου. Η διεξαγωγή μηχανικής αποφύλλωσης φέρει διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του αμπελιού (*VanderWeide J. et al, 2021*).

Η διαχείριση της φυλλικής επιφάνειας γενικά προκαλεί αλλαγές στο μικροκλίμα της ζώνης των καρπών και ασκεί επίδραση στην ποιότητα του σταφυλιού και του κρασιού, ανάλογα με τη στιγμή που θα γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες. Τα σταφύλια που εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία μετά την απομάκρυνση φύλλων χαρακτηρίζονται γενικά από υψηλότερα διαλυτά στερεά, ανθοκυάνες, φαινολικά συστατικά και χαμηλότερο μηλικό οξύ και τιτλοδοτούμενη οξύτητα. Υπό δυσμενείς συνθήκες ωρίμανσης, η μηχανική αποφύλλωση είναι πιο αποτελεσματική στη βελτίωση της υγείας και της ποιότητας των σταφυλιών (*Bubola M. et al, 2019*).

Με τη μηχανική απομάκρυνση φύλλων εξασφαλίζεται ένας υγιής οίνος. Ταυτόχρονα μπορεί να επιτευχθεί η επιθυμητή σακχαροπεριεκτικότητα και ο αλκοολικός βαθμός ελέγχοντας καλύτερα τα ποσοστά φωτοσύνθεσης, η οξύτητα, η ταννικότητα και η ποσότητα των ανθοκυανών (*Collins T., 2003*).

Οι *Diago MP et al* (2010) εξέτασαν την αποτελεσματικότητα της χειρωνακτικής και μηχανικής αποφύλλωσης σε αμπέλια *Tempranillo* στη Ριόχα της Ισπανίας και κατέληξαν ότι είναι ισάξιες μέθοδοι. Οι *Guidoni et al* (2008) ερευνούσαν για 3 χρόνια τη μηχανική και χειρωνακτική αποφύλλωση σε σταφύλια *Barbera* σε αμπελώνες της βόρειας Ιταλίας. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο τρόπων αποφύλλωσης. Οι *Kemp BS et al* (2011) εξέτασαν τη συγκέντρωση φλαβαν-3-όλης σε σταφύλια *Pinot noir* στα οποία έγινε μηχανική απομάκρυνση φύλλων. Τα σταφύλια που ήταν επισκιασμένα έδωσαν οίνους με λιγότερα μονομερή φλαβαν-3-όλης και ταννίνες.

Οι *Bubola M. et al* (2019) συνέκριναν τα αποτελέσματα της μηχανικής και χειρωνακτικής απομάκρυνσης φύλλων που έγινε λίγο μετά την καρπόδεση σε σταφύλια *Istrian Malvasia*. Η μελέτη έδειξε ότι η μηχανική απομάκρυνση φύλλων αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση ορισμένων αρωματικών ποικιλιακών ενώσεων όπως 3-σουλφανυλεξαν-1-όλη, μονοτερπένια, β-δαμασκηνόνη και εστέρες. Τα φαινολικά όπως τα υδροξυκιναμικά ήταν χαμηλότερα στα κρασιά που παράχθηκαν με μηχανική αφαίρεση φύλλων από όσο αυτά με τη χειρωνακτική. Η οργανοληπτική αξιολόγηση έδειξε ότι τα κρασιά που

παρασκευάστηκαν από σταφύλια μηχανικής απομάκρυνσης φύλλων περιείχαν πιο ενισχυμένα λουλουδάτα, φρουτώδη και τροπικά χαρακτηριστικά, τα οποία μπορούν να αποδοθούν στη βελτίωση των αρωματικών ενώσεων.

#### 4.1.3 Μηχανική αραίωση βλαστών και βοτρυών

Η αραίωση των βλαστών και των πυκνών τμημάτων του φυτού είναι μια άλλη εργασία που στοχεύει στη μείωση του φορτίου για τη βελτιστοποίηση της ποιότητας των σταφυλιών και του οίνου. Είναι μια εργασία που απαιτεί ενέργεια, χρόνο και χρήματα. Η μηχανοποίηση όμως αυτής της εργασίας επιφέρει εξοικονόμηση κεφαλαίου μειώνοντας την εργασία του αμπελώνα κατά 25 φορές σε σύγκριση με τις χειρωνακτικές εργασίες. Η μηχανική αραίωση βλαστών και σταφυλιών μπορεί να έχει πλεονεκτήματα στα αρώματα του οίνου υπό ορισμένες συνθήκες, σύμφωνα με τις μελέτες του πίνακα 1 (*Diago MP. et al, 2010*).

Η μηχανική αραίωση αναπτύχθηκε αρχικά στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, σε αμπελώνες με ποικιλία *Concord*, για τη μείωση της απόδοσης και την αύξηση της σακχαροπεριεκτικότητας των σταφυλιών κατά τη συγκομιδή για παραγωγή χυμού. Δοκιμάστηκε αργότερα με επιτυχία στην Αυστραλία σε ποικιλίες *Cabernet Sauvignon* με πολύ υψηλές αποδόσεις. Ακόμη πιο μετά διαδόθηκε στην Ευρώπη όπου ήταν δύσκολο να προσαρμοστεί η θέση και ο προσανατολισμός της μηχανής αραίωσης στα πυκνά συστήματα. Η απόδοση της μηχανικής αραίωσης κυμαίνεται από 10% έως 85%, ανάλογα με την ταχύτητα του τρακτέρ και την ταχύτητα περιστροφής του τμήματος που αραιώνει. Βοηθά περαιτέρω στη δημιουργία θέσεων καρποφορίας στο επόμενο έτος και επηρεάζει τη χημική σύσταση των οίνων (*Diago MP et al, 2010. Kurtural and Fidelibus, 2021*).

Οι *Diago MP et al (2010)* διεξήγαγαν πείραμα κατά το οποίο εφάρμοζαν μηχανική αφαίρεση βοτρυών με διάφορες εντάσεις και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές σε σταφύλια *Grenache* και *Tempranillo* στη Ριόχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μηχανική αυτή εργασία προώθησε την ωρίμανση των καρπών και συνετέλεσε σε οίνους με υψηλότερο αλκοολικό βαθμό και pH, εντονότερο χρώμα και αυξημένα φαινολικά συστατικά. Οι *Brillante et al (2018)* διερεύνησαν τις επιδράσεις της μηχανικής απομάκρυνσης βλαστών και διαχείρισης άρδευσης με βάση τη συσσώρευση αρωματικών και φαινολικών ενώσεων σε σταφύλια *Syrah* στην κοιλάδα *San Joaquin* στην Καλιφόρνια. Τα

αποτελέσματα έδειξαν ότι δύο μηχανικές επεμβάσεις στους βλαστούς ήταν αρκετές για να βελτιωθεί η φλούδα των φρούτων και οι φαινολικές ενώσεις του οίνου και να μειωθεί το χορτώδες άρωμα. Δηλαδή μειώθηκαν ενώσεις όπως οι μεθοξυπυραζίνες και οι αλκοόλες και αλδεΐδες μεγάλου μοριακού βάρους.

Οι *Petrie PR et al* (2006) μελέτησαν τα αποτελέσματα της μηχανικής απομάκρυνσης βλαστών μετά την καρπόδεση σε σταφύλια Cabernet Sauvignon σε αμπελώνες της Αυστραλίας (*Riverland* και *Sunraysia District of Victoria*). Η μελέτη έδειξε σημαντική αύξηση στη χρωματική ένταση ενώ τα φαινολικά συστατικά και οι ανθοκυάνες έδειξαν παρόμοια τάση.

#### 4.1.4 Μηχανικό κλάδεμα

Το κλάδεμα είναι η διαδικασία αφαίρεσης λιγνητοποιημένων τμημάτων των αμπελιών από τα προηγούμενα χρόνια για να προωθηθεί η νέα ανάπτυξη και καρποφορία, ενώ παράλληλα ελέγχεται η απόδοση και ο χρόνος ανάπτυξης. Χωρίς κλάδεμα, τα αμπέλια θα διεγείρουν την υπερβολική βλάστηση και τον πολλαπλασιασμό μικρών σταφυλιών που δεν είναι κατάλληλα για οινοποίηση. Η παράλειψη κλαδέματος πολλών οφθαλμών μπορεί να οδηγήσει σε ανισορροπία στη θρεπτική και αναπαραγωγική ανάπτυξη του αμπελιού, με αποτέλεσμα τα φτωχά αρώματα βοτάνων στο κρασί. Η μηχανοποιημένη διαχείριση αμπελώνων μπορεί να μειώσει το κόστος εργασίας κατά 45-90%, ανάλογα με την περιοχή και το σύστημα διαμόρφωσης (*Kurtural SK. et al, 2019*).

Επομένως, η κατανόηση του αντίκτυπου του μηχανικού κλαδέματος στα φαινορικά συστατικά, το άρωμα και το οργανοληπτικό προφίλ του κρασιού είναι απαραίτητη για την πρόβλεψη των κόστων και των εσόδων. Οι επιπτώσεις των πλήρως μηχανοποιημένων συστημάτων κλαδέματος στη φυσιολογία του αμπελιού, το φορτίο των καλλιεργειών, τα σταφύλια και την ποιότητα του κρασιού έχουν μελετηθεί από τις αρχές της δεκαετίας του 1970. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει κάποια απόλυτη σχέση μεταξύ μηχανικού κλαδέματος και ποιότητας, καθώς πολλές μελέτες καταλήγουν σε παρόμοια συμπεράσματα, όπως φαίνεται και στον πίνακα 1 (*Manuel Botelho et al, 2020*).

Ο *Reynolds AG* (1988) αξιολόγησε την απόκριση αμπελιών *Riesling* στην κοιλάδα *Okanagan* στη Βρετανική Κολομβία, σε διαφορετικά συστήματα εκπαίδευσης και μηχανικό κλάδεμα. Στόχος της μελέτης ήταν να καθορίσει εάν το μηχανικό κλάδεμα ήταν μια βιώσιμη επιλογή για τη διατήρηση της κερδοφορίας σε ένα περιβάλλον αυξανόμενου κόστους εργασίας χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα του κρασιού. Εφαρμόστηκε μηχανικό και χειρωνακτικό κλάδεμα σε διάφορα συστήματα διαμόρφωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι οίνοι προερχόμενοι από μηχανικό κλάδεμα είχαν μικρότερα επίπεδα αιθανόλης και pH. Οργανοληπτικά διαπιστώθηκε ότι το μηχανικό κλάδεμα υποβαθμίζει την ποιότητα του οίνου.

Οι *Santos et al.* (2015) πραγματοποίησαν ένα πείραμα στη Βραζιλία σε σταφύλια *Cabernet Franc*, *IAC-Máximo* και *Merlot* για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων του μηχανικού κλαδέματος στη σύνθεση, την ποιότητα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των κρασιών. Αποδείχθηκε ότι η εφαρμογή μηχανικού κλαδέματος σε παραδοσιακούς

αμπελώνες προκάλεσε μικρές διακυμάνσεις στην ποιότητα των σταφυλιών.

Οι *Holt et al.* (2008) διεξήγαγαν μια μελέτη σχετικά με τις σχέσεις μεταξύ της φαινολικής σύστασης και των οργανοληπτικών ιδιοτήτων του κρασιού σε αμπέλια *Cabernet Sauvignon* μεταξύ 2003-2005 σε έναν αμπελώνα στην κοιλάδα *Clare Valley* της Νότιας Αυστραλίας. Εφαρμόστηκε μηχανικό και χειρωνακτικό κλάδεμα και συγκρίθηκαν. Τα συμπεράσματα της μελέτης έδειξαν ότι τα μηχανικώς κλαδεμένα αμπέλια ήταν ισάξια των χειρωνακτικώς κλαδεμένα. Τα μηχανικά κλαδεμένα κρασιά ήταν σημαντικά υψηλότερα στις συνολικές ανθοκυανίνες. Ωστόσο, η ένταση χρώματος στο τελικό προϊόν ήταν η ίδια όπως και σε αυτό που κλαδεύτηκε με το χέρι. Πιθανόν οι ανθοκυάνες στην πρώτη κατηγορία οίνων να είναι λιγότερο εκχυλίσιμες από εκείνες της άλλης κατηγορίας.

Ο *Kronfli EJ* (2018) εξέτασε τις οργανοληπτικές επιδράσεις του μηχανικού κλαδέματος σε αμπέλια *Syrah*. Οι οίνοι που παράχθηκαν αποδείχθηκε ότι δε διαφέρουν σημαντικά από οίνους που παράγονται από κλαδεμένα χειρωνακτικά αμπέλια.

Οι *Kurtural SK et al* (2019) την περίοδο 2013-2015 πραγματοποίησαν πείραμα κατά το οποίο ένας μη μηχανοποιημένος αμπελώνας *Merlot* στο *Fresno* της Καλιφόρνια ξεκίνησε να κλαδεύεται μηχανικά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα φαινολικά συστατικά δεν είχαν αρνητικές επιπτώσεις.

Πίνακας 1. Επίδραση μηχανών στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σταφυλιού

1. Όνομα	2. Τίτλος	3. Μηχάνημα	4. Αποτέλεσμα
Clary CD et al, 1990.	<i>Evaluation of machine- vs. hand-harvested Chardonnay</i>	Οινοποιήθηκαν ξεχωριστές παρτίδες σταφυλιών της ποικιλίας Chardonnay . Ένα μέρος των σταφυλιών συλλέχθηκε με το χέρι και το άλλο μηχανικά. Ένα μέρος από κάθε παρτίδα παλαιώθηκε για 18 μήνες.	Αποδείχθηκε ότι οι οίνοι που παρήχθησαν δεν είχαν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους ως προς την ποιότητα.
Kaltbach P. et al, 2022.	<i>Influence of manual and mechanical grape harvest on Merlot wine composition.</i>	Ερευνήθηκαν οι φυσικοχημικές μεταβολές σε μούστους και κρασιά από σταφύλια Merlot που τρυγήθηκαν χειρωνακτικά και μηχανικά.	Οι οίνοι από μηχανικό τρύγο είχαν ελαφρά ανώτερα επίπεδα pH, αιθανόλης και ιχνοστοιχείων όπως μαγνήσιο. Επίσης, μειώθηκαν σημαντικά οι συγκεντρώσεις καφεϊκού και κουμαρικού οξέος. Όλες οι άλλες παράμετροι ήταν σχεδόν ταυτόσημες.



Noble AC et al, 1975	<i>Effect of leaf content and mechanical harvest on wine «quality»</i>	Εξετάστηκαν ερυθρές ποικιλίες (Petit Syrah) και λευκές (French Colombard, Chenin blanc) που τρυγήθηκαν και με τις δύο μεθόδους.	Δε βρέθηκε κάποια ουσιαστική διαφορά μεταξύ των οίνων.
Jouanneau S., 2011.	<i>Survey of Aroma Compounds in Marlborough Sauvignon Blanc Wines.</i>	Τρυγήθηκαν σταφύλια ποικιλίας Sauvignon Blanc χειρωνακτικά και μηχανικά και εξετάστηκαν τα αρώματα των παραγόμενων οίνων.	Συγκεκριμένα οι συγκεντρώσεις 3-μερκαπτοεξανόλης ήταν 5 έως 10 φορές μεγαλύτερες και τα ποικιλιακά αρώματα ήταν αυξημένα στους οίνους που εφαρμόστηκε μηχανικός τρύγος.
Allen T. et al, 2011	<i>Influence of grape-harvesting steps on varietal thiol aromas in Sauvignon blanc wines</i>	Εξετάστηκαν τα ποικιλιακά αρώματα σε οίνους Sauvignon blanc που συγκομίστηκαν μηχανικά.	Ορισμένα πρωτογενή αρώματα είναι εντονότερα όταν γίνεται μηχανικός τρύγος.
Herbst-Johnson et al, 2013	<i>Effects of Mechanical Harvesting on 'Sauvignon Blanc' Aroma</i>	Συγκομίστηκαν σταφύλια από την περιοχή του Marlborough και με τις δύο μεθόδους.	Οι συγκεντρώσεις θειολών και ποικιλιακών αρωμάτων ήταν αισθητά υψηλότερες στα μηχανικά τρυγησμένα κρασιά.
Diago MP et al, 2010	<i>Effects of Timing of Manual and Mechanical Early Defoliation on the Aroma of Vitis</i>	Έγινε μηχανική και χειρωνακτική αποφύλλωση πριν την άνθηση σε αμπέλια	Η αποτελεσματικότητα των δύο μεθόδων είναι ισάξια. Τα σταφύλια

	<i>vinifera L. Tempranillo Wine</i>	<i>Tempranillo σε αμπελώνες της Ισπανίας.</i>	<i>αναπτύχθηκαν σε μικρότερο μέγεθος αλλά ήταν υγιή. Υπήρχαν μικρές διαφορές στα αρωματικά χαρακτηριστικά.</i>
<i>Guidoni S. et al, 2008.</i>	<i>Manual and Mechanical Leaf Removal in the Bunch Zone (Vitis Vinifera L., Cv Barbera): Effects on Berry Composition, Health, Yield and Wine Quality, in a Warm Temperate Area.</i>	<i>Μηχανική απομάκρυνση φύλλων. Μελετήθηκαν τα αποτελέσματα μηχανικής φυλλικής αραιώσης σε σταφύλια Barbera σε περιοχές της Ιταλίας με ζεστά κλίματα.</i>	<i>Τόσο η μηχανική όσο και η χειρωνακτική αποφύλλωση αύξησε τη δειξοδυσία των ψεκασμών, την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία και τη φυσιολογική ωρίμανση. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές σε φαινολικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.</i>
<i>Kemp BS et al, 2011</i>	<i>Effect of Mechanical Leaf Removal and Its Timing on Flavan- 3-ol Composition and Concentrations in Vitis Vinifera L. Cv. Pinot Noir Wine</i>	<i>Εξετάστηκαν τα αποστελέσματα συγκέντρωσης φλαβαν-3-όλης σταφυλιών Pinot noir στη Νέα Ζηλανδία. Από ένα μέρος των αμπελιών αφαιρέθηκαν μηχανικά τα φύλλα, από ένα άλλο δεν έγινε καμία επέμβαση.</i>	<i>Τα επισκιασμένα σταφύλια παρήγαγαν οίνους με μικρότερη ποσότητα μονομερών φλαβαν- 3-όλης και ταννινών.</i>
<i>Bubola M. et al, 2019.</i>	<i>Enhancement of Istrian Malvasia Wine Aroma and</i>	<i>Μηχανική απομάκρυνση φύλλων σε</i>	<i>Αρωματικές ενώσεις όπως θειόλες, 3- σουλφανυεξαν-1-</i>

	<i>Hydroxycinnamate Composition by Hand and Mechanical Leaf Removal.</i>	ποικιλία <i>Istrian Malvasia</i> λίγο μετά την καρπόδεση.	όλη, μονοτερπένια και εστέρες ήταν αυξημένα. Τα κρασιά είχαν εντονότερο ανθικό, φρουτώδες ή τροπικό αρωματικό προφίλ.
<i>Diago MP et al, 2010.</i>	<i>Effects of Mechanical Thinning on Fruit and Wine Composition and Sensory Attributes of Grenache and Tempranillo Varieties (Vitis Vinifera L.): Mechanical Thinning on Fruit and Wine Composition.</i>	Εφαρμόστηκε μηχανική αραίωση βοτρυών σε διαφορετική ένταση και χρόνο σε σταφύλια <i>Grenache</i> και <i>Tempranillo</i> σε περιοχές της Ισπανίας.	Μείωση της απόδοσης των αμπελιών, παραγωγή ώριμων σταφυλιών και οίνων με υψηλό αλκοολικό βαθμό, pH, εντονότερο χρώμα και αυξημένη περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά. Τα κρασιά από <i>Tempranillo</i> ήταν πλουσιότερα από εκείνα από <i>Grenache</i> .
<i>Brillante L. et al, 2018.</i>	<i>Applied Water and Mechanical Canopy Management Affect Berry and Wine Phenolic and Aroma Composition of Grapevine (Vitis Vinifera L., Cv. Syrah) in Central California.</i>	Εφαρμόστηκε μηχανική αραίωση βλαστών και ερευνήθηκε η συγκέντρωση φαινολικών και αρωματικών ουσιών σε αμπελώνες με σταφύλια <i>Syrah</i> σε ζεστές και ημίξηρες περιοχές της Καλιφόρνια.	Αποδείχθηκε ότι δύο μηχανικές αραιώσεις είναι αρκετές για να βελτιωθεί χημικά η φλούδα των σταφυλιών, τα φαινολικά συστατικά του οίνου, να μειωθεί το βοτανικό άρωμα και οι συγκεντρώσεις αλκοολών και αλδεϋδων μεγάλου μοριακού βάρους.

			Επίσης, επιτυγχάνεται καλή απόδοση αν δεν υπάρξουν πολλές βροχοπτώσεις από την καρπόδεση έως τον περκασμό.
<i>Petrie PR et al, 2006</i>	<i>Crop Thinning (Hand versus Mechanical), Grape Maturity and Anthocyanin Concentration: Outcomes from Irrigated Cabernet Sauvignon (Vitis Vinifera L.) in a Warm Climate</i>	Έγινε μηχανική αραίωση βλαστών σε αμπέλια Cab. Sauvignon μετά την καρπόδεση σε αμπελώνες της Αυστραλίας.	Αυξήθηκε η ένταση του χρώματος, τα φαινολικά συστατικά και οι ανθοκυάνες έδειξαν μικρή αύξηση.
<i>Reynolds AG, 1988.</i>	<i>Response of Okanagan Riesling Vines to Training System and Simulated Mechanical Pruning</i>	Εξετάστηκε η ανταπόκριση των αμπελιών Riesling στο μηχανικό κλάδεμα και αν αυτό είναι κερδοφόρο χωρίς να μειώνει την ποιότητα του οίνου. Υιοθετήθηκαν διάφορα συστήματα διαμόρφωσης.	Η αιθανόλη και τα επίπεδα του pH ήταν μικρότερα στους οίνους που κλαδέυτηκαν μηχανικά. Αποδείχθηκε ότι οργανοληπτικά οι οίνοι αυτοί τείνουν να είναι κατώτεροι.
<i>Santos AO et al, 2015.</i>	<i>Physical-Chemical Quality of Grapes and wine sensory profile for different varieties of vine subjected to mechanical pruning</i>	Εξετάστηκαν όλες οι πιθανές αλλαγές στη σύσταση του οίνου από σταφύλια Cab. Franc, IAC-Maximo και Merlot στα όποια έγινε μηχανικό κλάδεμα.	Η ποιότητα των σταφυλιών και των οίνων επηρεάστηκε λίγο.

<p>Holt EH. et al, 2008.</p>	<p><i>Relationships between Wine Phenolic Composition and Wine Sensory Properties for Cabernet Sauvignon (Vitis Vinifera L.).</i></p>	<p>Εξάχθηκε μελέτη που προσπαθεί να συσχετίσει τη συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου σε σταφύλια Cabernet Sauvignon που κλαδεύτηκαν μηχανικά στην κοιλάδα Clare στην Αυστραλία.</p>	<p>Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα αμπέλια που κλαδεύτηκαν μηχανικά ανταγωνίζονταν εκείνα που κλαδεύτηκαν χειρωνακτικά ως προς την ποιότητα του οίνου. Το ποσοστό των ανθοκυανών ήταν μεγαλύτερο αλλά η ένταση χρώματος ήταν ίδια με αυτή των κλαδεμένων με το χέρι.</p>
<p>Kronfli EJ, 2018.</p>	<p><i>Sensory Effect of Regulated Deficit Irrigation and Mechanical Pruning on Washington State Wines.</i></p>	<p>Εξετάστηκαν οι οργανοληπτικές ιδιότητες οίνων Syrah που κλαδεύτηκαν μηχανικά.</p>	<p>Οι παραγόμενοι οίνοι δε διέφεραν σημαντικά από οίνους των οποίων τα αμπέλια κλαδεύτηκαν με το χέρι.</p>
<p>Kurtural SK et al, 2019.</p>	<p><i>Conversion to Mechanical Pruning in Vineyards Maintains Fruit Composition While Reducing Labor Costs in “Merlot” Grape Production</i></p>	<p>Ξεκίνησε η μηχανοποίηση ενός αμπελώνα Merlot στην Καλιφόρνια με το μηχανικό κλάδεμα.</p>	<p>Δεν υπήρξε αρνητική επίπτωση στα φαινολικά συστατικά των παραγόμενων οίνων.</p>

## 4.2 Λευκή οινοποίηση

Οι λευκοί οίνοι γενικά, φαίνεται να είναι περισσότερο ευαίσθητοι στις μηχανικές δραστηριότητες, καθώς παρατηρείται υψηλότερη οξείδωση, ειδικά σε μικρόραγα σταφύλια. Το χρώμα του οίνου γίνεται πιο σκούρο ή πιο κίτρινο και η παλαίωση πιθανόν να γίνει πρώιμη. Η προσθήκη θειώδους ανυδρίτη και η μεταφορά της σταφυλομάζας σε αεροστεγείς δεξαμενές μπορούν να λύσουν το πρόβλημα της οξείδωσης. Για να μην εκχυλιστούν δυσάρεστες οσμές γρασιδιού και πικρές ή στυφές φυτικές γεύσεις προτείνεται ο γρήγορος διαχωρισμός των στερεών συστατικών από το χυμό. Όσον αφορά στους λευκούς οίνους, πρέπει να δίνεται προσοχή σε εργασίες που προωθούν την οξείδωση. Σε γενικές γραμμές, οι λευκοί οίνοι προερχόμενοι από σταφύλια που επεξεργάζονται μηχανικά μπορούν να φέρουν θετικά αποτελέσματα (*Ευάγγελος Η. Σουφλερός, 2012. MA Amerine, MA Joslin 2021*).

### 4.3 Ερυθρά οινοποίηση

Στους ερυθρούς οίνους το ευαίσθητο σημείο αποτελούν οι ταννίνες και οι ανθοκυάνες. Αν πρόκειται στον οίνο να υπάρξει κάποιο ελάττωμα τότε είναι σε αυτά τα δύο χαρακτηριστικά. Σε αυτήν την περίπτωση οι μηχανικές εργασίες που απαιτούν προσοχή είναι η απομάκρυνση των σταφυλιών, των φύλλων η περιποίηση του εδάφους όπου υπάρχει η οργανική ουσία. Οι οργανικές ενώσεις είναι απαραίτητες για τη σύνθεση φαιολικών συστατικών και μέσω αυτών των τμημάτων του φυτού προωθείται η ανάπτυξή τους. Οι διαφορές των σταφυλιών που υπόκεινται σε μηχανικές διεργασίες και, στη συνέχεια, των οίνων είναι μικρές από αυτών που επεξεργάζονται χειρωνακτικά. Η μέθοδος οινοποίησης είναι το στάδιο που θα παίξει σημαντικότερο ρόλο στη διαμόρφωση των ταννινών και των ανθοκυανών (*Wang J. et al, 2020. Sun Q. et al, 2022*).

#### 4.4 Ερυθρωπή (ροζέ) οινοποίηση

Οι ερυθρωποί οίνοι κατά κύριο λόγο συνδυάζουν χαρακτηριστικά από λευκούς και ερυθρούς οίνους, όπως την οξύτητα και τα φρουτώδη αρώματα των λευκών και το χρώμα και τη στυπτικότητα των ερυθρών. Ακόμη και αν υπάρξουν ελαττώματα που πιθανόν να οφείλονται στη μηχανική παρέμβαση, μπορούν να καλυφθούν εύκολα με τις διάφορες τεχνικές οινοποίησης. Η ερυθρωπή οινοποίηση είναι μια εύκολη λύση σε τέτοια πρόβληματα ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και πειραματικά για να ελεγχθούν τα αποτελέσματα της μηχανοποίησης του αμπελώνα (*Lan Y. et al, 2022. Sun Q. et al, 2022*).



#### 4.5 Κλιματική αλλαγή και μηχανές

Είναι ευρέως γνωστό ότι προβλέπεται να γίνουν ριζικές μεταβολές στο παγκόσμιο κλίμα και ειδικότερα στις μετεωρολογικές και καιρικές συνθήκες των οποίων η επιρροή φαίνεται βραχυπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται κυρίως σε ανθρώπινες δραστηριότητες όπως οι εκπομπές αερίων, η αποψίλωση δασών, η ρύπανση του περιβάλλοντος και των υδάτινων όγκων. Τα πετρελαιοκίνητα αμπελουργικά μηχανήματα ανήκουν στην κατηγορία των μέσων που μεταδίδουν ρύπους συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην υπερθέρμανση του πλανήτη και άλλα περιβαλλοντικά φαινόμενα. Η απελευθέρωση αερίων από τη γεωγία, τη δασκομία και άλλες παρόμοιες χρήσεις γης αντιπροσωπεύουν το 20-22% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (*Brian Sims, Josef Kienzle. 2017*)

Η Βιώσιμη Γεωργική Μηχανοποίηση (*Sustainable Agricultural Mechanization, SAM*) εφαρμόζεται σε ορισμένες χώρες για την άμβλυση του προβλήματος. Η βιώσιμη γεωργική μηχανοποίηση συνδυάζει τις χειρωνακτικές εργασίες, τη ζωική υποστήριξη και τη μηχανοκίνητη δύναμη χρησιμοποιώντας ως πηγή ενέργειας τα ορυκτά καύσιμα και την ηλεκτρική ενέργεια συχνά μέσω φυσικών διεργασιών. Έτσι, διευκολύνεται η σκληρή εργασία, διατίθενται θέσεις εργασίας, βελτιώνεται η παραγωγικότητα των εργασιών και αυξάνεται η αποδοτικότητα επαναχρησιμοποίησης πόρων. Η βιώσιμη γεωργική μηχανοποίηση λαμβάνει υπόψιν της τις τεχνολογικές, οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές πτυχές. Η σημαντικότερη όμως είναι η περιβαλλοντική καθώς έχει κρίσιμο ρόλο στην εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής (*Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 2019*).

Γενικά οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής δεν επηρεάζουν ιδιαίτερα τη χρήση μηχανών παρά μόνο την αυξομείωσή της. Αντιθέτως, η εκμετάλλευση αυτών επιδρά καταλυτικά στην επίλυση του προβλήματος χρησιμοποιώντας τις φυσικές πηγές ενέργειας ως καύσιμα (*Thomas Daum et al, 2020*).

#### 4.6 Αμπελουργία ακριβείας

Η αμπελουργία ακριβείας συνίσταται στη χρήση μεθόδων και συσκευών, όπως αισθητήρες, δρόνους (*drones*) και οπτικούς διαλογείς, οι οποίες μέσω ρομποτικών συστημάτων, *GPS (Global Positioning System)* και δορυφόρων στοχεύουν στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης του αμπελώνα, τη μείωση χρήσης πόρων, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη μεγιστοποίηση της απόδοσης και της ποιότητας της παραγωγής. Τα αμπελουργικά μηχανήματα βοηθούν στη μεταφορά και τη βαθμονόμηση των αισθητήρων επάνω τους καθώς αυτά λειτουργούν. Με αυτόν τον τρόπο χαρτογραφείται η βλάστηση του αμπελώνα, η υγεία του, η σακχαροπεριεκτικότητα, η ανάπτυξη, η ωρίμανση και άλλα (*Marco Ammoniaci et al, 2021*).

Πλέον αισθητήρες που τροφοδοτούν τον αμπελουργό με αυτές τις πληροφορίες ενσωματώνονται στα ίδια τα αμπελουργικά μηχανήματα ως βασικό κομμάτι της κατασκευής τους. Κάθε μηχανή λαμβάνει τις πληροφορίες μέσω των αισθητήρων και εκτελεί ακριβώς τη λειτουργία που πρέπει χωρίς σφάλμα. Για παράδειγμα, ένας μηχανικός τρυγητής συλλέγει μόνο τα σταφύλια που είναι επιθυμητά και παραλείπει τα υπόλοιπα (*J. Arno et al, 2009*). Με τον ίδιο τρόπο κάθε μηχανήμα συγκετρώνει πληροφορίες για τον αμπελώνα και εκτελεί αναλόγως την ορισμένη γι' αυτό λειτουργία. Αποτέλεσμα είναι η επίτευξη του επιθυμητού στόχου με μεγαλύτερη προσέγγιση από θα γινόταν χωρίς την αμπελουργία ακριβείας (*Alessandro Matese, Salvatore Filippo Di Gennaro, 2015*).

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τις πληροφορίες που προαναφέρθηκαν θα μπορούσε κάποιος εύκολα να πει ότι η χρήση των μηχανών είναι αρκετά διαδιδόμενη σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο και χαρακτηρίζεται από μια σειρά πλεονεκτημάτων αλλά και μειονεκτημάτων. Στα πλεονεκτήματα κατατάσσονται η λίστα των εργασιών που μπορούν να πραγματοποιηθούν από την κατεργασία του εδάφους μέχρι και τον τρύγο, η εξοικονόμηση χρημάτων και χρόνου, η ευελιξία στην διεκπεραίωση των εργασιών και τον σχεδιασμό των επόμενων και η λύση στο πρόβλημα εύρεσης εργατικού προσωπικού. Η συνδυαστική χρήση των μηχανών με τα συστήματα αμπελουργίας ακριβείας μπορούν να προσφέρουν καλύτερα αποτελέσματα. Μακροπρόθεσμα η χρήση των μηχανών θα διευκολύνει σημαντικά τη διαχείριση των αμπελώνων με τις νέες κλιματικές συνθήκες όπως αυτές διαμορφώνονται.

Από την άλλη στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται το μεγάλο κόστος αγοράς και η δυσκολία χρήσης τους σε ιδιαίτερα εδαφικά ανάγλυφα όπως πλαγιές και εδάφη με κλίση. Η χρήση των μηχανών δεν προτιμάται σε αμπελώνες με μικρή έκταση καθώς η απόσβεση των εξόδων θα είναι ελάχιστη και το τελικό οινικό αποτέλεσμα πιθανόν να μην είναι το επιθυμητό. Επίσης, η συνεχή χρήση μηχανική επεξεργασία ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα στις ιδιότητες του εδάφους καθώς αυτό συμπιέζεται. Για το λόγο αυτό καλό είναι να γίνεται ένας έλεγχος της γενικής κατάστασης του αμπελώνα ανά 3 χρόνια. Τέλος, από νομοθετική άποψη οι προδιαγραφές των οίνων ΠΟΠ πιθανόν να μην συστήνουν ή επιτρέπουν τη χρήση των μηχανών.

Έχει διεξαχθεί πλήθος ερευνών σε διάφορες ποικιλίες όπως *Cabernet Sauvignon*, *Tempranillo*, *Syrah*, *Merlot* και άλλες με τις σημαντικότερες να αποτελούν αυτές που έχουν γίνει πάνω στην ποικιλία *Sauvignon Blanc*. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μελετών, η χρήση των μηχανών μπορεί να προσφέρει αξιόλογα οινικά προϊόντα λαμβάνοντας υπόψιν τα δεδομένα της ποικιλίας, του αμπελώνα, τον τελικό στόχο και τις καιρικές και κλιματικές συνθήκες. Σημαντική προϋπόθεση είναι η εξειδίκευση στη μηχανική επεξεργασία για την παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας. Η αμέλεια αυτών των παραγόντων μπορεί να οδηγήσει στην υποβάθμιση της ποιότητας των σταφυλιών και του οίνου και τη διάβρωση του εδάφους.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΗ

A GIS-Based Multicriteria Index to Evaluate the Mechanisability Potential of Italian Vineyard Area by Alessia Cogato et al, 2020.

An Update on the Impact of Climate Change in Viticulture and Potential Adaptations by Cornelis van Leeuwen et al, 2019.

Applied water and mechanical canopy management affect berry and wine phenolic and aroma composition of grapevine (*Vitis vinifera* L., cv. Syrah) in Central California, Luca Brillante et al, 2018.

Climate change impacts and adaptation options for the Greek agriculture in 2021–2050: A monetary assessment, E. Georgopoulou et al, 2017.

Conversion to Mechanical Pruning in Vineyards Maintains Fruit Composition while Reducing Labor Costs in 'Merlot' Grape Production, S. Kaan Kurtural et al, 2019.

Crop thinning (hand versus mechanical), grape maturity and anthocyanin concentration: outcomes from irrigated Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) in a warm climate, Paul R. Petrie, Peter R. Clingeleffer, 2008.

Effects Of Mechanical Harvesting On 'sauvignon Blanc' Aroma, M. Herbst-Johnstone et al, 2013.

Effect of Leaf Content and Mechanical Harvest on Wine "Quality", A. C. Noble et al, 1975.

Effect of mechanical leaf removal and its timing on flavan-3-ol composition and concentrations in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir wine, B.S. Kemp et al, 2011.

Effects of mechanical thinning on botrytis bunch rot on Sauvignon blanc wine grapes. Dion C. Mundy et al, 2021.

Effects of mechanical thinning on fruit and wine composition and sensory attributes of Grenache and Tempranillo varieties (*Vitis vinifera* L.), M.P. Diago et al, 2010.

Effects of Mechanical Winter Pruning on Vine Performances and Management Costs in a Trebbiano Romagnolo Vineyard: A Five-Year Study by Gianluca Allegro et al, 2023.

Effects of Timing of Manual and Mechanical Early Defoliation on the Aroma of Vitis vinifera L. Tempranillo Wine, Maria P. Diago et al, 2010.

Effects of Viticultural Mechanization on Working Time Requirements and Production Costs, Larissa Strub et al, 2021.

Enhancement of Istrian Malvasia wine aroma and hydroxycinnamate composition by hand and mechanical leaf removal, Marijan Bubola et al, 2018.

Evaluation of Machine-vs. Hand-Harvested Chardonnay, Carter D. Clary et al, 1990.

Farm labor productivity and the impact of mechanization, Stephen F. Hamilton et al, 2020.

High Planting Density Reduces Productivity and Quality of Mechanized Concord Juice Grapes, Markus Keller, Lynn J. Mills, 2021.

Influence of Grape-Harvesting Steps on Varietal Thiol Aromas in Sauvignon blanc Wines, Thomas Allen et al, 2011.

Influence of manual and mechanical grape harvest on Merlot wine composition, Suelen Braga de Andrade Kaltbach et al, 2022.

Integrated Evolution of Trellis Training Systems and Machines to Improve Grape Quality and Vintage Quality of Mechanized Italian Vineyards, Cesare Intrieri, Stefano Poni, 1995.

Justin R. Morris, Vineyard Mechanization Symposium, 2008.

Manual and mechanical leaf removal in the bunch zone (Vitis Vinifera L., cv Barbera): effects on berry composition, health, yield and wine quality, in a warm temperate area, Silvia Guidoni et al, 2008.

Mechanization and Terroir, are they compatible? by Stefano Poni, 2007.

P. R. Clingeleffer, Mechanization In Australian Vineyards, 2013.

Physico-chemical Quality Of Grapes And Wine Sensory Profile For Different Varieties Of Vine

Subjected To Mechanical Pruning, Antonio Odair Santos et al, 2015.

Relationships between wine phenolic composition and wine sensory properties for Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), H.E. Holt et al, 2008.

Repair Cost of Tractors and Agricultural Machines in Family Farms, Edmund Lorencowicz, Jacek Uziak, 2015.

Response of Okanagan Riesling Vines to Training System and Simulated Mechanical Pruning, A. G. Reynolds, 1988.

Review. Precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management, J. Arno et al, 2009.

Sensory Effect of Regulated Deficit Irrigation and Mechanical Pruning on Washington State Wines, By Edward Joseph Kronfli, 2018.

Study On New Mechanized Harvesting Technologies In Vineyards, Andreea-cătălina Cristescu et al, 2019.

Subregional survey of aroma compounds in Marlborough Sauvignon Blanc wines, S. Jouanneau et al, 2012.

Sustainable Agricultural Mechanization, Food And Agriculture Organization Of the United Nations, 2019.

Sustainable Agricultural Mechanization for Smallholders: What Is It and How Can We Implement It?, by Brian Sims and Josef Kienzle, 2017.

Sustainable Viticulture: First Determination of the Environmental Footprint of Grapes by Vassilis Litskas et al, 2020.

The effect of mechanical harvesting and long-distance transport on the concentration of haze-forming proteins in grape juice, K.F. Pocock et al, 1998.

The Effect of Partial Defoliation on Quality Characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon Grapes. II. Skin Color, Skin Sugar, and Wine Quality, J. J. Hunter et al, 1991.

The Impact of Vineyard Mechanization on Grape and Wine Phenolics, Aroma Compounds, and Sensory Properties by Qun Sun et al, 2022.

Yield and Quality Response of Concord Grapes (*Vitis labrusca* L.) to Mechanized Vine Pruning, J. R. Morris, D. L. Cawthon, 1981.

### **ΕΛΛΗΝΙΚΗ**

Αμπελουργία για κρασιά ποιότητας, Αργύρης Τσακίρης, 2016.

Ηλίας Κόρκας, Σημειώσεις Εδαφοκλιματικού Συστήματος και Αμπέλου, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2018.

Ηλίας Κόρκας, Σημειώσεις Καλλιέργειας της Αμπέλου, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2018.

Οινολογία, Επιστήμη και Τεχνογνωσία, Ευάγγελος Σουφλερός, 2000.