



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥΠΟΛΗ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Θέμα: Σύγκριση συμβατικής με βιολογικής καλλιέργειας αμπέλου

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Υφαντίδη Ευστάθιου

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Παλάτος Καθηγητής Εφαρμογών

Θεσσαλονίκη

Δεκέμβριος 2020

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον κ. Παλάτο Γεώργιο για την αμέριστη βοήθεια, την επιστημονική του καθοδήγηση, τις υποδείξεις, και την υποστήριξη του κατά την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, η οποία μου συμπαραστάθηκε και με στήριξε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, η οποία οδηγεί στην εξέλιξη κάθε φάσματος της κοινωνίας και, γενικότερα, κάθε πτυχής του κόσμου, και οι καλλιεργητές πια έχουν φτάσει σε σημείο που επιθυμούν να εξάγουν καλλιέργειες υψηλής ποιότητας, αλλά και με χαμηλό κόστος. Δύο από τις βασικότερες μεθόδους αμπελουργίας είναι η συμβατική και η βιολογική καλλιέργεια αμπέλων, δύο είδη ιδιαίτερα διαφορετικά μεταξύ τους. Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η διαπίστωση του αν κάποια από τις δύο αυτές μεθόδους αμπελουργίας παράγει βέλτιστα και ισχυρότατα αποτελέσματα, ή αν τελικά ο συνδυασμός τους οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα, απ' ότι στην ατομική χρήση τους.

Λέξεις-Κλειδιά

Συμβατική, οργανική, βιολογική, αμπελουργία, σταφύλια

Abstract

With the development of technology, which leads to the evolution of every spectrum of society and, generally, every aspect of the world, cultivators have now reached a point where they want to export high quality crops, but also at a low cost. Two of the main methods of viticulture are the conventional and the organic cultivation of vines, two species that are very different from each other. The aim of this study is to determine whether one of these two methods of viticulture produces optimal and very strong results, or whether their combination leads to better results than their individual use.

Keywords

Conventional, organic, viticulture, grapes

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract	2
Εισαγωγή	4
Κύριο Μέρος	7
Κεφάλαιο 1^ο : Η Αμπελουργία στην Ελλάδα.....	7
Ιστορικά Στοιχεία.....	7
Η αμπελουργία στην Ελλάδα.....	8
Κεφάλαιο 2^ο: Συμβατική Καλλιέργεια Αμπέλου.....	15
Έδαφος.....	15
Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους.....	16
Η ανόργανη χημική σύσταση του εδάφους.....	17
Καλλιέργεια του εδάφους.....	18
Λίπανση.....	20
Οι ανάγκες του αμπελιού σε θρεπτικά συστατικά.....	20
Αμμωνιακή ή νιτρική αζωτούχα λίπανση.....	22
Ο ρόλος των διάφορων στοιχείων στο αμπέλι.....	23
Άρδευση.....	26
Χρόνος αρδεύσεων κατά περιπτώσεις.....	27
Ποσότητα νερού άρδευσης.....	28
Τρόπος άρδευσης αμπελιού.....	29
Φυτοπροστασία.....	31
Ασθένειες που οφείλονται σε ιούς.....	32
Ασθένειες που οφείλονται σε βακτήρια και μύκητες.....	33
Κεφάλαιο 3^ο: Βιολογική Καλλιέργεια Αμπέλου.....	38
Έδαφος.....	38
Επιδράσεις της βιολογικής καλλιέργειας στους οργανισμούς του εδάφους.....	42

Λίπανση.....	44
Στρατηγικές Λίπανσης.....	44
Αρδευση.....	47
Φυτοπροστασία.....	48
Η αντιμετώπιση των μυκητολογικών ασθενειών.....	49
Αντιμετώπιση των ζωικών εχθρών.....	52
Κεφάλαιο 4^ο: Συγκριτική Ανάλυση των δύο Καλλιεργητικών Μεθόδων.....	55
Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Συμβατικών Αμπελουργιών.....	55
Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Βιολογικών Αμπελουργιών.....	56
Μετάβαση από τη Συμβατική σε Βιολογική Καλλιέργεια Αμπέλου.....	57
Συμπεράσματα	62
Βιβλιογραφία	64

Εισαγωγή

Η αυξανόμενη ανησυχία των καταναλωτών για ορισμένες μεθόδους γεωργικής παραγωγής και η ζήτηση για προϊόντα που θεωρούν καθαρότερα και πιο πράσινα έχουν οδηγήσει σε αυξημένη ζήτηση για βιολογικά προϊόντα στην Αυστραλία (Organic Research Centre, 2008). Η αύξηση της αντοχής στα παράσιτα και στις ασθένειες στα γεωργικά χημικά (όπως τα μυκητοκτόνα Botrytis στα αμπέλια) και η διαταραχή των συστημάτων βιολογικού ελέγχου (παραδείγματος χάριν η αύξηση των δευτερογενών προβλημάτων των ακάρεων στα αμπέλια λόγω της χρήσης εντομοκτόνων ευρέος φάσματος) έχει επίσης ενθαρρύνει τους αγρότες να κινηθούν προς διαφορετικές γεωργικές τεχνικές (Crisp, Wicks, Bruer, & Scott, 2006). Οι έρευνες των αγροτών δείχνουν ότι περίπου το ένα τέταρτο θα ήθελαν να μάθουν περισσότερα για τη βιολογική αμπελουργία και αισθάνονται ότι δεν έχουν αρκετές πληροφορίες (Madge, 2005). Υπήρχαν 12,0 εκατομμύρια εκτάρια γης υπό βιολογική διαχείριση στην Αυστραλία το 2007 (2,7 τοις εκατό της συνολικής γεωργικής γης στην Αυστραλία), με 1.438 πιστοποιημένους παραγωγούς (Willer, Rohwedder, & Wynen, 2009). Το 2007, εκτιμήθηκε ότι η αγορά βιολογικών φρούτων και οίνου αποτιμήθηκε σε πάνω από 34 εκατομμύρια δολάρια, με πιστοποιημένα βιολογικά σταφύλια και οίνο αξίας περίπου 2 εκατομμυρίων δολαρίων (Organic Research Centre, 2008). Το 2009, η αγορά βιολογικών φρούτων και οίνου εκτιμήθηκε στα 39,7 εκατομμύρια δολάρια, με μόνο το κρασί να έχει αξία 2,3 εκατομμύρια δολάρια. Το 2010, ο οινολόγος Max Allen έγραψε ότι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη τάση στον αυστραλιανό οίνο ήταν η οργανική και συγκεκριμένα η βιοδυναμική (Allen, 2010). Ο κατάλογος βιομηχανιών οίνου της Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας το 2009 απαριθμούσε 115 Αυστραλούς παραγωγούς πιστοποιημένου βιολογικού κρασιού. Ωστόσο, πολλοί παραγωγοί επιλέγουν να μην είναι πιστοποιημένοι, αν και έχουν υιοθετήσει βιολογικές και βιοδυναμικές πρακτικές. Για παράδειγμα, ο Allen (2010) εκτιμά ότι υπάρχουν τουλάχιστον 100 βιοδυναμικοί παραγωγοί αμπελουργίας (με μόνο περίπου 30 από αυτούς πιστοποιημένους) στην Αυστραλία.

Η νέα οικολογική προσέγγιση της αμπελουργίας με έμφαση στην οικολογικά ορθή παραγωγή σταφυλιών βλέπει τα αμπέλια ως μέρος ενός σύνθετου αγροσυστήματος όπου πολλοί οργανισμοί συνυπάρχουν και αλληλοεπιδρούν. Συγκεκριμένα, αυτή η προσέγγιση αναγνωρίζει τη σημασία των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μικροβιακών

κοινοτήτων και των φυτών (Likar, et al., 2015), καθώς αυτά επηρεάζουν την ανάπτυξη, τη φυσιολογία και την απόδοση των αμπέλων.

Στη συμβατική αμπελουργία, σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στις μικροβιακές κοινότητες του εδάφους μπορεί να προκληθούν από την εφαρμογή μυκητοκτόνων, από την οξίνιση του εδάφους λόγω εισροής λιπάσματος, και με πρακτικές οργώματος (Muñoz-Leoz, Garbisu, Antigüedad, & Ruiz-Romera, 2012). Η εφαρμογή φυτοφαρμάκων μπορεί επίσης να επηρεάσει σημαντικά τις μικροβιακές κοινότητες, συμπεριλαμβανομένων ευεργετικών ομάδων όπως μυκορριζικοί μύκητες. Αυτές οι πρακτικές μπορούν έτσι να αλλάξουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ αμπέλων και μικροοργανισμών.

Τα συνθετικά μυκητοκτόνα είναι τα κύρια φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στη συμβατική αμπελουργία, ενώ τα μυκητοκτόνα με βάση το χαλκό είναι οι μόνες αποτελεσματικές μέθοδοι που επιτρέπονται για την οικολογική αμπελουργία. Ωστόσο, η παρατεταμένη χρήση χαλκού μπορεί επίσης να έχει βαθιές επιπτώσεις στις μικροβιακές κοινότητες, καθώς ο χαλκός συσσωρεύεται εντός του εδάφους μετά από εφαρμογή μυκητοκτόνου. Ο χαλκός γίνεται επίσης κινητός σε pH εδάφους από 5,5 έως 6,5, και ως εκ τούτου περισσότερο διαθέσιμος σε οργανισμούς, οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν τις ενζυματικές τους δραστηριότητες (Hinojosa, Garcia-Ruiz, & Carreira, 2010).

Επιπλέον, οι πρακτικές διαχείρισης του εδάφους, όπως το όργωμα και η λίπανση, και οι κοινότητες ζιζανίων που αναπτύσσονται σε αμπελώνες επηρεάζουν επίσης τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Ομοίως, η ποικιλομορφία του μόνιμου πράσινου καλύμματος μεταξύ των σειρών του αμπελώνα, ειδικότερα, μπορεί να επηρεάσει έντονα τη μικροβιακή ποικιλότητα και τη λειτουργία του εδάφους (Lange, et al., 2015).

Αντίθετα, τα μέτρα χαμηλής εισροής περιβαλλοντικά ορθών ή οικολογικών αμπελουργιών, μπορούν να παρέχουν καλύτερες συνθήκες για την υποστήριξη μεγαλύτερης ποικιλίας ευεργετικών μικροοργανισμών, όπως οι μυκορριζικοί μύκητες. Αυτά τα μέτρα μπορούν να αποφέρουν υψηλά επίπεδα θρεπτικών ουσιών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για φυτά όπως τα αμπέλια, καθώς χαρακτηρίζονται από χαμηλή πυκνότητα ρίζας και μπορεί να έχουν σχετικά χονδροειδείς λεπτές ρίζες, γεγονός που

υποδηλώνει την ανάγκη για ισχυρή εξάρτηση από αλληλεπιδράσεις με ωφέλιμες ρίζες ενδοφύτων (Linderman & Davis, 2001).

Παρόλο που η νέα οικολογική προσέγγιση της αμπελουργίας αναγνωρίζει τη σημασία των αλληλεπιδράσεων αμπέλου με μικροβιακές κοινότητες εδάφους, παραμένουν λίγες γνώσεις σχετικά με τις επιπτώσεις που μπορούν να έχουν διαφορετικές αμπελουργικές τεχνικές στο σχηματισμό μικροβιακών κοινοτήτων εδάφους. Οι πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία σχηματισμού διακριτών και λειτουργικών μικροβιακών κοινοτήτων στους αμπελώνες παραγωγής είναι επομένως βασικό στοιχείο για την κατανόηση των πιθανών ωφέλιμων αλληλεπιδράσεών τους με τα αμπέλια και με την παραγωγή σταφυλιών.

Η παρούσα εργασία μελετά δύο από τις κυριότερες μεθόδους αμπελουργίας, τη συμβατική και την βιολογική μέθοδο καλλιέργειας αμπέλων. Η μέθοδος της εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Η εργασία διακρίνεται στην ανάλυση της συμβατικής και της βιολογικής αμπελουργίας, ενώ καταλήγει με τον συνδυασμό των δύο αυτών χαρακτηριστικών. Έτσι, ξεκινά με τη μελέτη της αμπελουργίας στην Ελλάδα, μελετώντας την τόσο ιστορικά, όσο και την εξέλιξη αυτού του τομέα στη χώρα μας. Το θεωρητικό πλαίσιο συνεχίζει με την ανάδειξη του φάσματος της συμβατικής αμπελουργίας, όπου το συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύεται στο έδαφος, τη λίπανση, την άρδευση και τη φυτοπροστασία. Στο ίδιο πλαίσιο μελετάται και η βιολογική μέθοδος αμπελουργίας, καθώς και εκεί επισημαίνονται τα χαρακτηριστικά του εδάφους, της λίπανσης, της άρδευσης και της φυτοπροστασίας. Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελείται από συνδυαστικές ενότητες, αφού μελετώνται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των δύο αυτών αμπελουργικών μεθόδων, ενώ η εργασία καταλήγει με την φάση της μετάβασης από τη συμβατική στη βιολογική καλλιέργεια αμπέλων. Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η ανάδειξη της σημασίας χρήσης βιολογικών μεθόδων στην διαδικασία της αμπελουργίας, όπως επίσης και η προβολή των λόγων επιλογής της συμβατικής μεθόδου, κάτι το οποίο οδηγεί στην ανάγκη συνδυασμού των χαρακτηριστικών των δύο αυτών μεθόδων, αποσκοπώντας στην βέλτιστη μέθοδο αμπελουργίας.

Κύριο Μέρος

Κεφάλαιο 1^ο : Η Αμπελουργία στην Ελλάδα

Ιστορικά Στοιχεία

Η καταγωγή του αμπελιού ως φυτό, είναι παλαιότερη του ανθρώπου. Πριν ακόμη τη μεγάλη περίοδο των παγετώνων, υπήρχαν αμπέλια ακόμη και στις πολικές περιοχές. Κατά την περίοδο των παγετώνων, το αμπέλι άρχισε να εκτοπίζεται από τις βόρειες με ψυχρό κλίμα περιοχές, και η ανάπτυξή του επικράτησε σ' αυτές με εύκρατο κλίμα. Ο Καύκασος, η Μεσοποταμία και η αρχαία Αίγυπτος θεωρούνται οι κοιτίδες της αμπελουργίας και οι πατρίδες του κρασιού. Στη Μεσόγειο και την Ελλάδα το αμπέλι ήρθε αργότερα περνώντας από τη Φοινίκη, το σημερινό Λίβανο. Η λέξη οίνος, που φαίνεται πως έχει φοινικική ρίζα, διατηρήθηκε και όπως και η καλλιέργεια του αμπελιού, πέρασε αργότερα στους Ρωμαίους και στη Νότια Γαλλία. Σήμερα το αμπέλι καλλιεργείται σε όλο σχεδόν τον κόσμο, στο Βόρειο και στο Νότιο ημισφαίριο της γης και στο γεωγραφικό πλάτος του εύκρατου κλίματος.

Εντούτοις, είναι χαρακτηριστικό ότι στις χώρες που βρίσκονται κοντά και γύρω στη λεκάνη της Μεσογείου, ανατολικά, δυτικά, βόρεια και νότια είναι συγκεντρωμένο περίπου το 90% της παγκόσμιας καλλιεργούμενης έκτασης και παραγωγής. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι και στις χώρες της Λατινικής Αμερικής, οι εκτάσεις είναι ήδη σημαντικές και η Αργεντινή με τη Χιλή είναι σοβαρές ανταγωνίστριες χώρες. Υπολογίζεται πως η συνολικά καλλιεργούμενη σήμερα έκταση αμπελιού σε όλη τη γη φτάνει περίπου τα 115 εκατομμύρια στρέμματα. Από το σύνολο αυτό, 95 περίπου εκατομμύρια καλλιεργούνται εκατέρωθεν ή πλησίον της Μεσογείου, με πρώτη χώρα σε έκταση και σε αμπελουργικά προϊόντα την Ιταλία. Από το σύνολο αυτό, τα 10 εκατομμύρια στρέμματα περίπου είναι επιτραπέζια και τα 105 εκατομμύρια στρέμματα είναι οινοποιήσιμα σταφύλια. Πρώτη χώρα στα επιτραπέζια σταφύλια είναι και πάλι η Ιταλία με περίπου 2 εκατομμύρια στρέμματα. Το αμπέλι είναι ένα πανάρχαιο θαμνώδες φυτό που ανήκει στο γένος *Vitis* της οικογένειας των αμπελιδών, το οποίο περιλαμβάνει μία ιδιαίτερα μεγάλη ποικιλία ειδών. Ο αριθμός των ποικιλιών, που καλλιεργούνται για παραγωγή αμπελουργικών προϊόντων, περιορίζεται σε μερικές εκατοντάδες και οι ποικιλίες κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες:

- Επιτραπέζιες
- Οινοποιητικές

- Σταφιδοποιητικές
- Χυμοποίηση
- Κονσερβοποίηση

Αναφέρεται πως ο Μέγας Αλέξανδρος ήταν φανατικός λάτρης του εκλεκτού μακεδονικού κρασιού που τον συντρόφευε στις νικηφόρες εκστρατείες, στις μάχες και τα οράματά του. Αργότερα στην αρχαία Ρώμη –ο Πλούταρχος στους «Παράλληλους βίους» του το αναφέρει- στο κρασί οφείλεται η παρ'ολίγο καταστροφή αλλά και σωτηρία της. Και όπως ο Χριστός αργότερα ευλόγησε τον οίνο στην Κανά της Γαλιλαίας ακολούθησαν έτσι και οι Βυζαντινοί Χρόνοι με τα περίφημα Αυτοκρατορικά και τα Αγιορείτικα κρασιά, στα χρόνια της Τουρκοκρατίας, τα περίφημα Αμπελάκια και η Ραψάνη χρωστάνε την οικονομική ανάπτυξη και την δόξα τους στα ονομαστά κρασιά τους. Αλλά και η Νάουσα αργότερα, αναφέρεται ως η περιοχή που με το περίφημο κρασί της συνόδευε τα βαλς των αυτοκρατορικών χορών στα παλάτια της Βιέννης και της Βαρσοβίας.

Η αμπελουργία στην Ελλάδα

Πριν από τον τελευταίο Παγκόσμιο Πόλεμο, η έκταση της φύτευσης αμπελώνων στην Ελλάδα εκτιμάται ότι είχε φτάσει περίπου τα 3 εκατομμύρια στρέμματα. Λίγο αργότερα, η περιοχή μειώθηκε σημαντικά. Σε πολλές περιοχές, μετά την εισβολή της φυλλοξήρας στις αρχές αυτού του αιώνα (1905), τα αμερικανικά υποκείμενα για αναφύτευση δεν ήταν αρκετά κατάλληλα και η απόδοση ήταν χαμηλή, γεγονός που απογοήτευσε τους καλλιεργητές και εγκατέλειψε τη μη κερδοφόρα φύτευση. Ως αποτέλεσμα, χάθηκαν ξακουστοί αμπελώνες, όπως η Σιάτιστα στην κεντρική Μακεδονία, η Μαρώνεια στη Θράκη και η Αράχοβα κοντά στους Δελφούς. Σήμερα, η καλλιεργούμενη έκταση σταφυλιών έχει μειωθεί σε περίπου 1,65 εκατομμύρια στρέμματα, εκ των οποίων τα 250.000 στρέμματα είναι επιτραπέζια σταφύλια, τα 600.000 στρέμματα είναι σταφίδες (Σουλτανίνα και Κορινθιακά) και 800.000 στρέμματα είναι ποικιλίες κρασιού.

Τα είδη της αμπελουργικής καλλιέργειας, ανάλογα και με τις ανάγκες των αγροτών, αλλά και διάφορα άλλα θέματα, διακρίνονται ως εξής:

- Η συμβατική γεωργία θεωρεί το έδαφος ως απλό υπόστρωμα για φυτά και χρησιμοποιεί τα αμπέλια ως μέσο παραγωγής σταφυλιών. Η συμβατική καλλιέργεια θεωρεί τα αμπέλια ως φυτά που απορροφούν νερό και ορισμένα

μέταλλα από το έδαφος και παράγουν οργανικές ενώσεις μέσω της φωτοσύνθεσης. Για την πιο εντατική παραγωγή, χρησιμοποιεί όλη την τεχνολογία και τις επιστημονικές γνώσεις που συμβάλλουν προς αυτή την κατεύθυνση. Οποιαδήποτε άλλη μορφή ζωής, φυτού ή ζώου, μπορεί να εμποδίσει τη μέγιστη απόδοση, να την αντιμετωπίσει ως εχθρική και να προσπαθήσει να την εξαλείψει με φυτοφάρμακα και ζιζανιοκτόνα.

- Οι ορθές γεωργικές πρακτικές στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση της χρήσης φυτοφαρμάκων και, σε αντίθεση με τη συμβατική καλλιέργεια, στοχεύουν στον περιορισμό της χρήσης συνθετικών παρασκευασμάτων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί προσθέτοντας λιπάσματα και φυτοφάρμακα την κατάλληλη στιγμή και τη σωστή ποσότητα. Εφαρμόστηκε τα τελευταία χρόνια για να μειώσει τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον χωρίς να θέσει σε κίνδυνο τα οικονομικά οφέλη των δραστηριοτήτων.
- Η βιολογική καλλιέργεια δεν αξιοποιεί για την λειτουργία της κάποιο λίπασμα συνθετικού είδους, όπως επίσης δεν χρησιμοποιεί και χημικά προϊόντα που αποσκοπούν στην καταπολέμηση ασθενειών, καθώς όσο πιο συνθετικό είναι ένα προϊόν, τόσο πιο αρνητικές είναι οι επιπτώσεις του στην τροφή των ζώων και των ανθρώπων, κάτι το οποίο οδηγεί και στην αρνητική κατάπτωση του συστήματος των ζώων και των ανθρώπων. Ένας τρόπος φυσικής μεθόδου λίπανσης κατά τη βιολογική καλλιέργεια είναι η κομποστοποίηση, ενώ η κατεργασία του εδάφους είναι ελάχιστη. Προκειμένου να υπάρξει μια μορφή προστασίας από τα υπόλοιπα φυτά (αν και δεν θεωρούνται ως ανταγωνιστές), χρησιμοποιείται θειάφι και θειικός χαλκός, κάτι το οποίο οδηγεί στην απαλοιφή εχθρικών φυτών, όπως τα ζιζάνια, αλλά και επέρχεται μια φυσιολογική ισορροπία, χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά η παραγωγή των καλλιεργειών.
- Η ολοκληρωμένη γεωργική πρακτική αποτελεί έναν συνδυασμό της βιολογικής μορφής καλλιέργειας και της ορθής γεωργικής πρακτικής. Η ολοκληρωμένη γεωργική πρακτική αποτελείται από την ορθή επιλογή χρόνου και ποιότητας φυτοφαρμάκων, την παρατήρηση και την ανατροφοδότηση και την μείωση της παραγωγής μέχρι ένα αποδεκτό όριο. Έτσι, όπως μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί, προκειμένου να υπάρξει μια σωστή και κατάλληλα ολοκληρωμένη γεωργική πρακτική, είναι σημαντικό να υπάρξει και μια σωστή προετοιμασία, να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις και τα καταλληλότερα μέτρα,

αλλά και να υπάρξει και η αποτελεσματικότερη διαδικασία κλαδέματος και χρήση λιπάσματος.

Στη μελέτη του Koufos και των συνεργατών του (2014), οι θερμότερες εποχές καλλιέργειας, κυρίως λόγω της αύξησης της ελάχιστης και της μέγιστης θερμοκρασίας εντοπίστηκαν σε τρεις από τις τέσσερις νησιωτικές τοποθεσίες που εξετάστηκαν, ενώ η Νεμέα και η Αγχίαλος ήταν οι ηπειρωτικές περιοχές με σημαντικά σταθερές κλιματικές αλλαγές μεταξύ οκτώ βασικών αμπελουργικών περιοχών της Ελλάδας. Όσον αφορά το γενικό πρότυπο του ελληνικού κλίματος, οι νησιωτικές αμπελουργικές περιοχές χαρακτηρίζονται από ήπιες κλιματολογικές συνθήκες, ενώ οι ηπειρωτικές περιοχές είναι γενικά θερμότερες. Αυτές οι αυξανόμενες τάσεις θερμοκρασίας οδήγησαν σε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό βαθμομερών θέρμανσης κατά τη χρονική περίοδο. Επιπλέον, οι πιο πρόσφατες χρονικές περίοδοι που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν τη μελέτη δείχνουν αύξηση 200 βαθμομερών θέρμανσης κατά τη χρονική περίοδο 1950-2000 που κυμαίνεται από 103 βαθμομέρες θέρμανσης στην Αγχίαλο έως 362 στη Σάμο. Αυτές οι παρατηρήσεις συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες που αναφέρουν σημαντικές αυξήσεις θερμοκρασίας στην πλειονότητα των ευρωπαϊκών περιοχών οίνου (παραδείγματος χάριν Γαλλία, Γερμανία, Ισπανία, Ιταλία και Σλοβακία) (Jones, et al., 2005), συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας (Nastos, Philandras, Founda, & Zerefos, 2011). Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι η ελάχιστη θερμοκρασία παρουσίασε μεγαλύτερες αυξήσεις σε σύγκριση με τη μέγιστη θερμοκρασία στις περισσότερες από τις τοποθεσίες που εξετάστηκαν σε αυτήν τη μελέτη. Αυτό συμβαδίζει με τα ευρήματα του Easterling και των συνεργατών του (1997) σε πολλές περιοχές του κόσμου. Ο Jones (2005) έδειξε ότι οι περιοχές κρασιού στις δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες έχουν βιώσει θερμότερες περιόδους βλάστησης, που οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στις αλλαγές της ελάχιστης θερμοκρασίας, ενώ ο Ramos και οι συνεργάτες του (2008) ανέφεραν το αντίθετο σε τρεις ισπανικές περιοχές κρασιού και για την περιοχή Βένετο στην Ιταλία.

Στη μελέτη του Koufos και των συνεργατών του (2014) εξετάστηκαν επίσης τα μακροπρόθεσμα χαρακτηριστικά των ανωμαλιών της ημερομηνίας συγκομιδής. Σε πέντε από τις οκτώ τοποθεσίες, εντοπίστηκε μια συστηματική μετατόπιση του χρόνου συγκομιδής (προγενέστερη συγκομιδή), κυρίως λόγω αλλαγών στην ελάχιστη και τη μέγιστη θερμοκρασία. Ωστόσο, στις δύο περιοχές όπου υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα για τη σύνθεση σταφυλιών, δεν υπήρχε σαφής τάση παρά τις σημαντικές κλιματικές

αλλαγές. Η απόφαση ωρίμανσης των σταφυλιών υπόκειται επίσης σε ανθρώπινη κρίση. Ως αποτέλεσμα, οι καλλιεργητές σταφυλιών τείνουν να συλλέγουν σταφύλια σε σχετικά σταθερά επίπεδα ζάχαρης στο μούστο, με βάση τις προδιαγραφές του εκάστοτε οινοποιείου, τους εμπορικούς στόχους, τους περιορισμούς στην αγορά και άλλους παράγοντες (de Orduna, 2010).

Η ημερομηνία συγκομιδής δεν ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητη στον «αποτελεσματικό» ορισμό της καλλιεργητικής περιόδου, αν και η ανάλυση με βάση το ημερολογιακό έτος εισάγει επιπλέον μεταβλητότητα του καιρού για τη χρονική περίοδο μετά τη συγκομιδή. Ο αριθμός των σχέσεων αμπελουργίας-κλίματος μειώθηκε ελαφρά όταν η ανάλυση βασίστηκε σε περιόδους ημερολογιακών ετών σε σύγκριση με την περίοδο βλάστησης. Ωστόσο, η κατεύθυνση και το μέγεθος των αποκρίσεων του χρόνου συγκομιδής ήταν ελαφρώς υψηλότερα για το ημερολογιακό έτος.

Οι φαινολογικές μεταβολές των βασικών αναπτυξιακών σταδίων και η μείωση των περιόδων μεταξύ των σταδίων έχουν επίσης εντοπιστεί σε άλλες μελέτες που εξέτασαν τις επιπτώσεις της αλλαγής των κλιματικών προτύπων στην αμπελουργία (Duchene & Schneider, 2005). Οι Jones και Davis (2000) βρήκαν μια πρόοδο στην εμφάνιση της φυλλοφορίας, της ανθοφορίας, της ωρίμανσης και ιδιαίτερα της συγκομιδής στην περιοχή του Μπορντό, για τις ποικιλίες *Cabernet-Sauvignon* και *Merlot*. Στις παράκτιες περιοχές της Καλιφόρνιας, η έναρξη της περιόδου βλάστησης προχώρησε κατά 18-24 d μεταξύ 1951 και 1997. Ο Lebon (2002) παρατήρησε την ωρίμανση του σταφυλιού να προχωρά κατά 3–5 εβδομάδες στη νότια Γαλλία με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2–4°C σε σύγκριση με τη βασική τιμή που υπολογίστηκε από τους μέσους όρους χρονολογιών μεταξύ 1973–1992. Ο Tomasi και οι συνεργάτες του (2011) ανακάλυψαν τάσεις στις ημερομηνίες φυλλοφορίας, ανθοφορίας, ωρίμανσης και συγκομιδής από 13 έως 19 ημέρες νωρίτερα, μία μείωση των διαστημάτων μεταξύ των γεγονότων και μια ισχυρή σχέση κλίματος-φαινολογίας οκτώ ημερών ανά 1,0°C σε πολλές ποικιλίες στο Βένετο της Ιταλίας.

Ωστόσο, η απόκριση της ημερομηνίας συγκομιδής στα χαρακτηριστικά του κλίματος σε αυτήν την έρευνα δεν ήταν ομοιόμορφη σε όλες τις τοποθεσίες μελέτης της έρευνας, με τις νησιωτικές τοποθεσίες να επηρεάζονται ελαφρώς περισσότερο από τις ηπειρωτικές τοποθεσίες. Μεταξύ των ηπειρωτικών τοποθεσιών, η ημερομηνία συγκομιδής προχώρησε σημαντικά μόνο στην Αγχίαλο και τον Πύργο. Από την άλλη

πλευρά, στη Νάουσα, η ημερομηνία συγκομιδής δεν έδειξε σημαντική τάση παρά την έντονη συσχέτιση των ανωμαλιών της ημερομηνίας συγκομιδής με τις κλιματικές μεταβλητές. Επιπλέον, στη Ρόδο, η ημερομηνία συγκομιδής καθυστέρησε παρά τη σημαντική αυξανόμενη τάση στην ελάχιστη και τη μέγιστη θερμοκρασία.

Σύμφωνα με τον Lobell και τους συνεργάτες του (2007), μια σημαντική γραμμική παλινδρόμηση καλλιεργειών δείχνει ότι είτε:

1: η κλιματική μεταβλητή μπορεί στην πραγματικότητα να ασκήσει σημαντικό έλεγχο στην απόκριση των καλλιεργειών,

2: η κλιματική μεταβλητή μπορεί απλώς να συσχετιστεί με μια άλλη κλιματική μεταβλητή που οδηγεί στην απόκριση της καλλιέργειας και / ή,

3: η στατιστική σημασία προκύπτει καθαρά τυχαία και δεν υπάρχει φυσική σύνδεση μεταξύ της κλιματικής μεταβλητής και της απόκρισης της καλλιέργειας. Στις συνθήκες της έρευνας, η διαφορετική ευαισθησία των αμπελουργικών μεταβλητών σε κλιματικούς παράγοντες μεταξύ των περιοχών μπορεί να εξηγηθεί από διάφορους λόγους:

1. Οι ανωμαλίες θερμοκρασίας δεν επηρεάζουν κάθε περιοχή με τον ίδιο τρόπο. Σύμφωνα με τον Jones και τους συνεργάτες του (2005), η υπερθέρμανση κατά την περίοδο βλάστησης παρουσίασε στατιστικά σημαντικές τάσεις στο Βόρειο Ημισφαίριο, ενώ στο Νότιο Ημισφαίριο, η πλειονότητα των αμπελουργικών περιοχών παρουσίασε χαμηλότερες ή ανύπαρκτες τάσεις θέρμανσης. Στη μελέτη, παρατηρήθηκαν πιο σημαντικές τάσεις θερμοκρασίας στις αμπελουργικές περιοχές των νησιών παρά στις ηπειρωτικές περιοχές, με τη Λήμνο και τη Σάμο να είναι οι πιο ευάλωτες περιοχές στις κλιματικές αλλαγές. Σε αυτές τις περιοχές, η συγκομιδή επηρεάστηκε από την πλειονότητα των κλιματικών μεταβλητών με βάση τη θερμοκρασία.
2. Οι αποκρίσεις στις μεταβολές της θερμοκρασίας ενδέχεται να διαφέρουν μεταξύ των ποικιλιών, κυρίως σε σχέση με το όριο θερμοκρασίας τους για βέλτιστη ωρίμανση (Jones, White, Cooper, & Storchmann, 2005). Για παράδειγμα, σε αμπελουργικές περιοχές όπου οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα πλησιάζουν τη βέλτιστη θερμοκρασία ωρίμανσής τους (συνεπώς συλλέγονται συστηματικά στα μέγιστα επίπεδα ζάχαρης), η θέρμανση θα είχε ως αποτέλεσμα την πρόωρη ωρίμανση της ζάχαρης και, κατά συνέπεια, μια

νωρίτερη έναρξη της συγκομιδής. Από την άλλη πλευρά, σε πιο εύκρατες περιοχές (και / ή με καθυστερημένες ποικιλίες ωρίμανσης) που βιώνουν μια περίοδο ωρίμανσης που δεν επιτρέπει στα σάκχαρα να συσσωρευτούν σε ευνοϊκά επίπεδα (έτσι τα σταφύλια συλλέγονται συνήθως οριακά σε χαμηλά επίπεδα ζάχαρης), η θέρμανση θα οδηγήσει σε βελτίωση της περιεκτικότητας σε ζάχαρη κατά τη συγκομιδή, αλλά χωρίς απαραίτητα σε μετατόπιση του χρόνου συγκομιδής. Αυτός είναι πιθανώς ο λόγος για την απουσία αλλαγής στις ημερομηνίες συγκομιδής στη Νεμέα και τη Νάουσα παρά τις αυξανόμενες τάσεις στη θερμοκρασία. Αυτές οι περιοχές έχουν καθυστερημένες ποικιλίες ωρίμανσης και ημερομηνίες συγκομιδής που συμβαίνουν στα τέλη Σεπτεμβρίου. Σε πρόσφατες έρευνες που διερευνήθηκαν οι σχέσεις αμπελουργίας και αλλαγής του κλίματος στην περιοχή του Βένετο (Ιταλία), βρέθηκε ότι οι καλλιέργειες με καθυστερημένη ωρίμανση αντιδρούν με χαμηλότερο ρυθμό από ό, τι οι πρώιμες ωριμάζουσες ποικιλίες στις συνθήκες θέρμανσης (Tomasi, Jones, Giust, Lovat, & Gaiotti, 2011).

3. Η απόφαση για την ωριμότητα των σταφυλιών και τον χρόνο συγκομιδής υπόκειται επίσης στην ανθρώπινη κρίση. Ως αποτέλεσμα, οι αμπελουργοί τείνουν να συλλέγουν σταφύλια σε σχετικά σταθερά επίπεδα ζάχαρης στο μούστο, με βάση τις προδιαγραφές του οινοποιείου, τους εμπορικούς στόχους, περιορισμούς στην αγορά και άλλους παράγοντες (de Orduna, 2010). Για παράδειγμα, στο νησί της Ρόδου, η καθυστερημένη συγκομιδή για τα σταφύλια *Athiri* (παρά τις συνθήκες θέρμανσης κατά τη διάρκεια των μελετημένων χρονολογικών σειρών) θα μπορούσε να σχετίζεται με σημαντικούς παράγοντες παραγωγής κρασιού για την παραγωγή αφρώδους οίνου, η οποία είναι η κύρια χρήση των σταφυλιών αυτής της περιοχής. Έτσι, αργότερα η συλλογή σταφυλιών θα μπορούσε να είναι μια προσαρμογή για την παραγωγή επιτραπέζιων οίνων που απαιτούν υψηλότερα επίπεδα ζάχαρης για αφρώδη κρασιά. Αυτό υποστηρίζεται επίσης από το γεγονός ότι ο Ρόδος ήταν η μόνη μεταξύ των 8 περιοχών όπου δεν καταγράφηκαν σημαντικοί συσχετισμοί μεταξύ της ανωμαλίας συγκομιδής και οποιασδήποτε από τις κλιματικές μεταβλητές που υποδηλώνουν ότι η παρατηρούμενη τάση του χρόνου συγκομιδής δεν εξαρτάται από το κλίμα.
4. Η ικανότητα των καλλιεργητών σταφυλιών να προβλέπουν τα σημάδια της κλιματικής αλλαγής και να προσαρμόζουν τις αμπελουργικές πρακτικές ώστε

να καθυστερούν την ωριμότητα των σταφυλιών (Van Leeuwen, Bois, Pieri, & Gaudillere, 2007) μπορεί ενδεχομένως να καλύψουν την επιρροή της κλιματικής αλλαγής στην ωρίμανση των σταφυλιών και να ελαχιστοποιήσουν τις ανωμαλίες της συγκομιδής. Η ωριμότητα μπορεί να καθυστερήσει στις περισσότερες περιπτώσεις με την εφαρμογή αμπελουργικών πρακτικών (ελάχιστη αφαίρεση φύλλων, μειωμένη αναλογία περιοχής φύλλου / βάρους φρούτων κ.λπ.) και σε ακραίες περιπτώσεις με εισροή φυτοφαρμάκων σε ορισμένες ρίζες ή χρήση κλώνων ή ποικιλιών καθυστερημένης ωρίμανσης.

Κεφάλαιο 2^ο: Συμβατική Καλλιέργεια Αμπέλου

Έδαφος

Ένας από τους πολυπλοκότερους και πολυδιάστατους ορισμούς των χαρακτηριστικών και λειτουργιών της φύσης είναι αυτός του εδάφους, του ανώτερου τμήματος του φλοιού της γης. Πρόκειται για ένα δυναμικό σύστημα στο οποίο συνυπάρχουν περίπου 50% των στερεών συστατικών (45% από τα οποία είναι ανόργανα και 5% οργανικά), 25% νερό και 25% συνυπάρχουν αέριο. Τα οργανικά στερεά προέρχονται από ψιλοκομμένα πετρώματα και τα οργανικά στερεά προέρχονται από φυτικά, μικροβιακά και ζωικά απόβλητα. Αυτά μετατρέπονται σε απλούστερες οργανικές ενώσεις και μέταλλα μέσω διεργασιών αποσύνθεσης (μηχανικής, βιοχημικής και οξειδωσης), όπως άζωτο και κατιόντα, όπως το κάλιο (Corti, Cuniglio, Agnelli, & Ricci, 2007). Η συγκεκριμένη διαδικασία είναι από τις βασικότερες, αφού τα συστατικά της οργανικής ύλης χρειάζεται να έχουν τη μορφή ιόντων προκειμένου να κυκλοφορήσουν ελεύθερα στο κλήμα. Η απαραίτητη προϋπόθεση για αυτούς τους μετασχηματισμούς είναι η παρουσία μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Μέσω της παραπάνω διαδικασίας, η περισσότερη οργανική ύλη μετατρέπεται σε χούμο (από το λατινικό χούμο, που σημαίνει έδαφος), το οποίο είναι ένα μείγμα μακρομορίων. Επειδή αυτές οι ενώσεις συνδέονται με ανόργανα συστατικά (όπως πηλός), έχουν μεγάλη σημασία για τη διατροφή των μικροοργανισμών και τη δημιουργία της δομής του εδάφους. Επιπλέον, αυτή η πρόσφυση έχει ως αποτέλεσμα να επιβραδύνει την αποσύνθεσή της, με αποτέλεσμα μια σταδιακή αλλά συνεχή απελευθέρωση αζώτου, η οποία είναι απαραίτητη για τη διατροφή των φυτών. Το έδαφος βρίσκεται στο αρχικό πέτρωμα και είναι λίγο πολύ πυκνό ανάλογα με τη σύνθεσή του. Χαρακτηριστικό του είναι ότι το άνω μέρος είναι πλούσιο σε χούμο, ενώ το κάτω μέρος είναι πιο πυκνό και λιγότερο χούμο (Monaci, Coppola, Casucci, & Vischetti, 2011).

Τα κλήματα μπορούν να καλλιεργηθούν σε διάφορα είδη εδαφών. Παρόλα αυτά, ανάλογα την κάθε μέθοδο που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια αποδίδει και τ' ανάλογα αποτελέσματα στο είδος του καρπού, όπως επίσης και στις ευεργετικές ιδιότητες προς τον άνθρωπο. Οι ευρωπαϊκές ποικιλίες είναι κατάλληλες για σχεδόν όλα τα εδάφη, εκτός από τα πολύ υγρά, βαριά σε πηλό και αλμυρά εδάφη. Αντιθέτως, τα αμερικανικά είδη δυσκολεύονται να προσαρμοστούν στο ανθρακικό ασβέστιο και είναι ευαίσθητα στο ανθρακικό ασβέστιο (Myburgh & Moolman, 1993).

Τα είδη που χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα (φυτά που λαμβάνουν το εμβόλιο) προσαρμόζονται σε διαφορετικές συνθήκες εδάφους. Στο έδαφος μας, μας ενδιαφέρει η τοπογραφία, η έκθεση, η φυσική και χημική σύνθεση, το βάθος και η δομή. Επιπλέον, ένας σημαντικός παράγοντας είναι και η κλίση του εδάφους. Οι αμπελουργικές καλλιέργειες που είναι τοποθετημένες σε πλαγιές λόφων εξάγουν σταφύλια καλύτερης ποιότητας, καθώς πραγματοποιείται καλύτερης ποιότητας στράγγιση, αερισμός και θέρμανση του εδάφους. Αυτό βοηθάει και στο να υπάρχει μια μέτρια σύσταση του εδάφους των αμπελουργικών καλλιεργειών, καθώς αυτό συμβάλλει στην ευδοκίμηση του συγκεκριμένου καρπού (Rodríguez-Salgado, et al., 2018). Τα αργιλώδη εδάφη δεν είναι κατάλληλα για την καλλιέργεια αμπέλων, καθώς έχουν κακή ποιότητα αερισμού, κολλητικότητα και αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην απορρόφηση νερού. Τα σταφύλια που παράγονται από παχύφυτα δημιουργούν κρασιά χωρίς άρωμα και γεύση και δεν μπορούν να διατηρηθούν, ενώ το βαθύ αμμώδες έδαφος παρέχει σταφύλια υψηλής απόδοσης και ποιότητας. Τα κρασιά που παράγονται σε αυτό το έδαφος είναι γνωστά για την λεπτότητα και το άρωμά τους, αλλά το χρώμα και η περιεκτικότητα σε αλκοόλ είναι κακή. Το ασβεστολιθικό έδαφος επιταχύνει την ωρίμανση των σταφυλιών και παράγει εξαιρετικά κρασιά, ειδικά όταν περιέχουν μαγνήσιο (Rodríguez-Salgado, et al., 2018).

Το βάθος του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των αμπελουργικών καλλιεργειών σε ξηρά και καυτά κλίματα. Η έκθεση μπορεί να επηρεάσει τη θερμοκρασία του εδάφους. Η χημική σύνθεση του εδάφους επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα των σταφυλιών. Το ασβέστιο προάγει την ανάπτυξη αρωματικών ουσιών και αλκοόλης. Το κάλιο κάνει τα σταφύλια πλούσια σε ζάχαρη. Τέλος, το οργανικό χρώμα θα χαλάσει το κρασί, ενώ το έδαφος με υψηλή περιεκτικότητα σε σίδηρο (κόκκινο χρώμα) θα προκαλέσει το κρασί να παράγει μαύρη θολότητα και οι παραγωγοί οίνου θα πρέπει να αποφύγουν τη χρήση του. Οι ευρωπαϊκές ποικιλίες προτιμούν την ουδέτερη ή ασθενώς αλκαλική απόκριση εδάφους, ενώ οι αμερικανικές ποικιλίες προτιμούν την ουδέτερη ή ασθενώς όξινη απόκριση εδάφους (Marè, et al., 2013).

Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους

Σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες, φαίνεται πως η σύσταση του εδάφους δεν παίζει ουσιαστικό ρόλο στην ποιότητα των σταφυλιών (Stakheyev, Vul'fson, Ivanov, Tarasov, & Florenskiy, 1973). Ένα τεκμήριο αυτής της θέσης είναι το γεγονός ότι το πιο ακριβό κρασί στον κόσμο, το *Romanee Conti* της Βουργουνδίας, παράγεται σε έδαφος που

μεταφέρεται με φορτηγό σε χαμηλές εκτάσεις εδάφους ειδικά σχεδιασμένες για το σκοπό αυτό. Από την βλάστηση έως την ωρίμανση, η κατακράτηση νερού και η κανονική παροχή νερού στα αμπέλια είναι πολύ σημαντικά στοιχεία. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η κατακράτηση νερού εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων του εδάφους και θεωρείται πιο σημαντική από τη χημική σύνθεση. Το έδαφος μπορεί να είναι χονδροειδές (αμμώδες), μεσαίου κόκκου (πηλό) ή λεπτόκοκκο (άργιλος). Το ιδανικό έδαφος αναγκάζει τα αμπέλια να ριζώσουν βαθιά για να βρουν την πηγή νερού για να εξασφαλιστεί ομαλή παροχή. Αλλά αυτό δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση, καθώς στο Pomerol (Μπορντό, Γαλλία) και σε άλλους αμπελώνες που παράγουν επίσης υψηλής ποιότητας κρασί, το βάθος της αρόσιμης γης είναι μόνο μισό μέτρο σε ορισμένα μέρη. Το αμμώδες έδαφος έχει χαμηλή περιεκτικότητα οργανικής ύλης, ενώ το χώμα αργίλου έχει υψηλή περιεκτικότητα οργανικής ύλης (Stakheyev, Vul'fson, Ivanov, Tarasov, & Florenskiy, 1973).

Η ανόργανη χημική σύσταση του εδάφους

Ένα από τα κυριότερα στοιχεία που ενδιαφέρει τους καλλιεργητές των αμπελώνων είναι η σύνθεση του εδάφους, με μέσο βάθος ενός μέτρου και συνήθως οι ρίζες βρίσκονται σε αυτό. Είναι αδύνατο να εκτιμηθεί η χημική σύνθεση του εδάφους μέσω απλών παρατηρήσεων, οι οποίες μπορούν να παράσχουν μόνο κάποιες ενδείξεις. Παρόλα αυτά, η χημική σύνθεση αποτελεί ακόμα ενδιαφέρον στοιχείο επειδή περιλαμβάνει θρεπτικά συστατικά φυτών, όπως το άζωτο, το φώσφορο και το κάλιο (Mthembu, Everson, & Everson, 2018). Το ίδιο ενδιαφέρουσα είναι και η περιεκτικότητα σε ασβέστιο και η ενεργή οξύτητα (pH), που σχετίζονται με την ικανότητα των φυτικών ριζών να απορροφούν θρεπτικά συστατικά. Το έδαφος χαρακτηρίζεται από οξύτητα, η οποία εκφράζεται σε όξινο και αλκαλικό pH. Το ουδέτερο έδαφος με pH μεταξύ 6,0 και 7,0 είναι ιδανικό για την καλλιέργεια αμπελών. Μέχρι στιγμής, η έρευνα δεν έχει δείξει σχέση μεταξύ της χημικής σύνθεσης του εδάφους και της ποιότητας του κρασιού. Στους αμπελώνες του Μπορντό, έρευνα μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο διαπίστωσε ότι οι καλλιέργειες που παράγουν κρασιά υψηλής ποιότητας έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε κάλιο. Ωστόσο, στο τέλος, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του πολέμου, η οικονομική ισχύς αυτών των κτημάτων επέτρεψε την προμήθεια και τη χρήση λιπασμάτων ποτάσας (Mthembu, Everson, & Everson, 2018).

Καλλιέργεια του εδάφους

Προκειμένου να αποφευχθούν τα ζιζάνια ή διάφορες άλλες περιπτώσεις, οι ετήσιες καλλιεργητικές εργασίες που πραγματοποιούνται στο έδαφος του αμπελώνα συνοψίζονται ως εξής:

- Φθινοπωρινά οργώματα

Μόλις δημιουργηθεί ένας αμπελώνας και διασφαλιστεί η ευφορία και επιτυχία του, από εκεί αρχίζει να καλλιεργείται μία φορά το χρόνο το φθινόπωρο, με το βάθος να είναι 10-15 εκατοστά, ενώ χρησιμοποιείται για τη διατήρηση ή την κάλυψη φύλλων, την κάλυψη λιπασμάτων με ανάχωμα, την παροχή λεπτού χώματος σε βαριά εδάφη, την προώθηση ξελακκώματος κ.λπ. Πέρα από το φθινόπωρο, σε άλλες εποχές δεν απαιτείται επανα-καλλιέργεια των αμπελώνων, ενώ το καλοκαίρι, οι καλλιέργειες δεν ωφελούν γενικώς, αλλά, αντιθέτως, ζημιώνουν, αφού καταστρέφουν τις ρίζες (Myrbeck, Arvidsson, & Keller, 2014).

- Ανοιξιάτικα και θερινά σκαλίσματα

Όσο τα αμπέλια βρίσκονται στη βλάστηση, δεν υπάρχει λόγος πραγματοποίησης σκαλίσματος με άροτρο. Τα σκαλίσματα που επιβάλλονται σχετίζονται κυρίως μόνο με άλλα ελαφριά εργαλεία για καλλιέργεια, με βάθος όχι μεγαλύτερο από 5-10 εκατοστά, και μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο όταν υπάρχει γρασιδί. Σε περίπτωση που υπάρχει ακόμα επιθυμία ποτίσματος με διάφορους τρόπους, όπως η κατάκλιση, καλό είναι να μην πραγματοποιηθεί όργωμα, όπως επίσης και άνοιγμα βαθιών τάφρων δίπλα στο αμπέλι ή ακόμα και στη μέση της αμπέλου, γιατί έτσι υπάρχει περίπτωση να κοπούν οι ρίζες. Η πιο άμεση και αποτελεσματικότερη λύση είναι ο σχηματισμός μιας πολύ ρηχής λεκάνης για να απορροφηθεί το νερό κατά μήκος της γραμμής (Hazzar, Karray, & Pasic, 2019).

Ο λόγος για τον οποίο χρειάζεται ν' αποφεύγονται οι καλλιέργειες και το όργωμα το καλοκαίρι είναι ότι υπάρχουν δύο τύποι ριζών πολυετών αμπέλων και δέντρων, οι μόνιμες και οι θερινές. Οι μόνιμες ρίζες είναι παχιές, ενώ υπάρχουν και λεπτότερες που ονομάζονται ριζίδια. Οι θερινές ρίζες είναι τα τριγίδια, τα οποία προεξέχουν από τις ρίζες στο έδαφος κάθε άνοιξη, όπως και τα φύλλα που προεξέχουν από τα μπουμπούκια από το έδαφος κάθε άνοιξη. Όπως τα φύλλα, αυτές οι πολύ λεπτές ρίζες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη

διατροφή ολόκληρου του φυτού, όπως επίσης και στην ανάπτυξη και την ωρίμανση όλων των σταφυλιών (Sidhu, Sekhon, Thind, & Hira, 2003). Σε κάθε περίπτωση, ειδικά όταν η βλάστηση βρίσκεται κοντά στην ωριμότητα, δεν συνιστάται η κοπή του μαλλιού από τα σταφύλια. Εάν δεν διατίθεται μηχανή άλεσης ή καλλιεργητής, ή φτυάρι ή χειροκίνητο / αντίστροφο χλοοκοπτικό, είναι καλύτερο να κόβεται το χορτάρι όταν χρειάζεται. Οι αμπελώνες που καλλιεργούνται βαθιά για οποιονδήποτε λόγο οδηγούν σε όψιμα ή ανώριμα σταφύλια το καλοκαίρι. Η εξαίρεση τίθεται όταν το πολύ πυκνό έδαφος ξεπροβάλλει το καλοκαίρι. Σε αυτήν την περίπτωση, η βαθιά λείανση θα πραγματοποιηθεί για να καλύψει αρκετά λεπτά εδάφη στο έδαφος για να προστατεύσει και να μην αφήσει το βαρύ έδαφος να σκάσει ξαφνικά και να χάσει υγρασία (Sidhu, Sekhon, Thind, & Hira, 2003).

- Το σκάλισμα κάτω από τη γραμμή

Στα γραμμικά αμπέλια, το μέρος κάτω από κάθε γραμμή είναι το μόνο πρόβλημα στον έλεγχο των ζιζανίων. Αυτό προκαλεί ένα ξεχωριστό πρόβλημα επειδή τα ζιζάνια δεν θα αιχμαλωτισθούν με κοινές μεθόδους. Ωστόσο, σήμερα υπάρχουν ειδικά εργαλεία σκαψίματος που μπορούν να εισαχθούν είτε μεμονωμένα είτε εκτός από τη μηχανή άλεσης και να κόψουν το χωράφι εκτός γραμμής. Ωστόσο, η ιδανική προϋπόθεση λειτουργίας για αυτούς τους εκσκαφείς είναι η πρώτη τους χρήση και, στη συνέχεια, η χρήση ενός μηχανήματος άλεσης ή οργώματος στη μέση της γραμμής παραγωγής για να δημιουργηθεί ένα μακροπρόθεσμο σαμάρι κάτω από τη γραμμή παραγωγής. Διαφορετικά, πρέπει πρώτα να καθαριστεί κάθε γραμμή και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί αυτό το ειδικό εργαλείο (Wang, Wang, Yang, & Jiang, 2013). Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι σε κάθε σκάλισμα που πραγματοποιείται μετά τη βροχή, καθώς ξαφνικά πραγματοποιείται περισσότερη υγρασία του εδάφους, υπάρχει άμεσος κίνδυνος ανάπτυξης μούχλας (μπάστρα) και είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα αμέσως πριν ή μετά την αντίστοιχη δράση. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο σε αυτήν την περίπτωση, χρειάζεται να αφηθεί το έδαφος να στεγνώσει αρκετά (εξαγωγή της σκόνης) και στη συνέχεια να πραγματοποιηθεί το σκάλισμα. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ζιζανιοκτόνα για να κοπεί το γρασίδι εκτός γραμμής (Sharma & Sood, 2020).

- Ξελάκκωμα

Κάθε φθινόπωρο, από τον πρώτο χρόνο έως τα πρώτα δύο έως τρία χρόνια, μπορεί να πραγματοποιείται ένα χαλαρό ξελάκκωμα. Ωστόσο, εάν δεν γίνει για κάποιο λόγο, δεν πρέπει να πραγματοποιηθεί απότομο ξελάκκωμα, ούτε πρέπει να πραγματοποιηθεί μαζική αφαίρεση. Στη Βόρεια Ελλάδα και στα νεαρά αμπέλια, μετά το κλάδεμα, αφού το κλάδεμα πραγματοποιηθεί το καλοκαίρι ή στις αρχές του φθινοπώρου, και δεδομένου ότι οι κύριες λεπτές ρίζες έχουν κλαδευτεί, πρέπει να σκαφτεί αμέσως, επειδή υπάρχει κίνδυνος κρυοπαγήματος σε μέρος του εμβολιασμού. Στα παλιά αμπέλια, αυτό το είδος εργασίας δεν πραγματοποιείται για δύο έως τρία χρόνια ή περισσότερο για οποιονδήποτε λόγο, ακόμα κι αν υπάρχουν πολλές επιφανειακές ρίζες που συνήθως πρέπει να αποκοπούν (Sharma & Sood, 2020).

Λίπανση

Οι ανάγκες του αμπελιού σε θρεπτικά συστατικά

Όπως όλα τα φυτά και τα αμπέλια, για την καλλιέργεια και την παραγωγή σταφυλιών, απαιτούνται επίσης τρία βασικά θρεπτικά συστατικά που θεωρούνται απαραίτητα: το άζωτο, το κάλιο και το φώσφορο. Πρέπει να προστεθεί εδώ ότι το κύριο συστατικό των αμπελών είναι το ασβέστιο, το οποίο καταναλώνει πολύ θείο, μαγνήσιο και άλλα συστατικά, τα οποία ωστόσο, συνήθως βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στο έδαφος. Δεν χρειάζεται να προστίθενται κάθε χρόνο, εκτός από μερικές περιπτώσεις έλλειψης διατροφής (Turek, Korolewicz, & Ciba, 2005).

Επιστρέφοντας στα τρία πρώτα βασικά στοιχεία, αυτά τα στοιχεία είναι συνήθως αυτό που απασχολεί τους ερευνητές στον τομέα των λιπασμάτων στον κόσμο. Κρίνεται επιτακτικό να αναφερθεί, σύμφωνα με την έρευνα που διεξήγαγαν διάφοροι ερευνητές σε διάφορες χώρες (παραδείγματος χάριν στη νότια Γαλλία), ότι απαιτείται για ένα στρέμμα αμπελώνων κάθε χρόνο και κατά μέσο όρο περίπου για 1500 κιλά σταφυλιών περίπου 8-10 κιλά καθαρού αζώτου, περίπου 15-20 κιλά καθαρού καλίου και 2-4 κιλά καθαρού φωσφόρου. Παρά το γεγονός ότι ο φώσφορος είναι το κύριο συστατικό δεν είναι τόσο σημαντικός όσο το κάλιο και το άζωτο για τους αμπελώνες, επειδή καταναλώνεται 2-3 φορές λιγότερο φώσφορο από το άζωτο κάθε χρόνο, ενώ επίσης το κάλιο είναι 5-6 φορές λιγότερο (Geneva, Zehirov, Stancheva, Iliev, & Georgiev, 2007).

Επομένως, δεδομένου ότι τα αμπέλια απομακρύνουν αυτά τα τρία στοιχεία από το έδαφος κάθε χρόνο, έτσι αυτά τα συστατικά και ακόμη περισσότερα συστατικά πρέπει

να προστίθενται στο έδαφος από καιρό σε καιρό, εάν διαπιστωθεί ότι η γονιμότητα μειώνεται (πρέπει να διατηρηθεί η γονιμότητα). Εάν υπάρχει επιθυμία για την αύξηση της παραγωγής, πρέπει να αυξηθεί η γονιμότητα (Demir, 2019).

Φυσικά, μερικά από τα αφαιρεθέντα συστατικά εισέρχονται ξανά στο έδαφος με διάφορους άλλους τρόπους. Παραδείγματος χάριν, εάν πέσουν τα φύλλα το φθινόπωρο, απομακρύνονται από το έδαφος του αμπελώνα μέσω καλλιέργειας ή άλλων καλλιεργειών, για παράδειγμα, από την ικανότητα δέσμευσης ορισμένων μικροοργανισμών στο έδαφος να συσσωρεύουν και να δεσμεύουν άζωτο στην ατμόσφαιρα, ή για άλλα συστατικά, όπως τα όσπρια (σπόροι ποδιών, κουκιά, κ.λπ.), δεδομένου ότι το έδαφος αποτελεί αναλογικά μικρότερο ή μεγαλύτερο σύνολο θρεπτικών ουσιών (Xie, Machikowa, & Wonprasaid, 2020).

Από τα τρία βασικά λιπαντικά, το φωσφορικό και η ποτάσα είναι λίγο πολύ (ανάλογα με τον τύπο της καλλιέργειας) σε συνδυασμό με το τμήμα του εδάφους που απορρίπτεται και είναι δύσκολο να μετακινηθεί. Όσο οι ρίζες των φυτών δεν πέφτουν, μπορούν να λιώσουν. Αντίθετα, τα λιπάσματα αζώτου δεν επηρεάζονται από αυτό, αλλά όταν απορρίπτονται, καθώς η βροχή ή το νερό τα λιώνει, μετακινούνται προς τα κάτω στις ρίζες ή στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους (Bakšienė, Fullen, & Booth, 2006).

Επομένως, στην πραγματικότητα, πρέπει να εφαρμοστούν λιπάσματα φωσφορικού και καλίου σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του βάρους στο οποίο βρίσκονται οι περισσότερες ρίζες του αμπελώνα, αλλά δεν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιηθεί άζωτο. Αφού πεταχτούν στην επιφάνεια για να λιώσουν, είναι προφανές ότι θα φτάσουν στη διάθεση του ριζικού δικτύου, το οποίο βρίσκεται σε μικρό βάθος στην άμεση γεινίαση. Εάν τα αμπέλια εμφανίζουν εμφανή σημάδια έλλειψης ορισμένων στοιχείων, αυτό το σύμπτωμα ονομάζεται τροφοπενία. Σε αυτήν την περίπτωση, το αμπέλι δείχνει ότι βρίσκεται μερικές φορές σε φάση παρακμής, απειλώντας όχι μόνο την παραγωγή αλλά και την ύπαρξή του (Merkel, Schultze-Kraft, & Arias, 2005).

Φυσικά, η έλλειψη ορισμένων στοιχείων είναι αρκετά σπάνια. Ωστόσο, εάν ο καλλιεργητής διαπιστώσει ότι η απόδοση του αμπελώνα του έχει μειωθεί αδικαιολόγητα ή δεν ωριμάσουν σωστά τα σταφύλια χωρίς κάποιον λόγο, ή εάν τα φύλλα είναι ξηρά, δείχνουν συστροφές ή άλλα ύποπτα σημάδια, αυτό είναι ωφέλιμο για τον καλλιεργητή. Τέλος, η φυλλοδιαγνωστική μέθοδος μπορεί να εντοπίσει

οποιοδήποτε στοιχείο ή ανεπάρκεια μικροθρεπτικών συστατικών στις περισσότερες περιπτώσεις. Αλλά ακόμη και η εμπειρία μπορεί να προσδιορίσει την έλλειψη ορισμένων στοιχείων από τα φύλλα υπό προφανείς συνθήκες (Zuokaite & Šćurakas, 2007).

Αμμωνιακή ή νιτρική αζωτούχα λίπανση

Αφού υποθεθεί ότι τα συμβατικά, παλιά αλλά φθηνά λιπάσματα πλούσια σε φώσφορο μπορούν να διαχωριστούν από το άζωτο και να εφαρμοστούν βαθιά κάθε δύο χρόνια, θα εξεταστεί εάν προτιμάται η χρήση λιπασμάτων αμμωνίας ή νιτρικών αλάτων.

Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία, τα φυτά μπορούν να τροφοδοτήσουν τόσο το νιτρικό άλας όσο και το άζωτο αμμωνίας (ειδικά τα νεαρά φυτά χρησιμοποιούν άζωτο αμμωνίας) και το θειικό αμμώνιο είναι ένα εξαιρετικό λίπασμα αζώτου. Με την προσθήκη της θειικής αμμωνίας, προστίθεται μεγάλη ποσότητα θειικού οξέος στους αμπελώνες, κάτι το οποίο συμβάλλει θετικά, από την στιγμή που οι αμπελώνες χρειάζονται επίσης θείο, ειδικά σε ασβεστολιθικά εδάφη. Εάν τοποθετηθεί πολύ αργά ή πολύ νωρίς το χειμώνα, η θειϊκή αμμωνία που έχει λιώσει εν μέρει από την αρχή της άνοιξης θα παρέχει σταδιακά το απαιτούμενο άζωτο στους αμπελώνες, επειδή ολόκληρη η βλάστηση είναι γεμάτη άζωτο, από τις αρχές Απριλίου έως τα τέλη Ιουνίου (Reig, Vecino, Gibert, Valderrama, & Cortina, 2020). Εάν το θειικό αμμώνιο φτάσει στο τέλος της άνοιξης και δεν υπάρξει ρήξη βροχής εγκαίρως την άνοιξη ή στις αρχές του καλοκαιριού, τότε δυσχεραίνει η κατάσταση. Στη συνέχεια, το άζωτο που ενεργοποιείται πριν ή κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης μπορεί να καταστρέψει τα σταφύλια. Πολλοί καλλιεργητές αντιμετωπίζουν προβλήματα με την κακή ποιότητα των βρώσιμων σταφυλιών τους κάθε χρόνο υπό τις ίδιες συνθήκες και φροντίδα, επειδή δεν έδωσαν προσοχή στις λεπτομέρειες των βροχοπτώσεων στα τέλη του καλοκαιριού κατά την τοποθέτηση του θειικού αμμωνίου. Επισημαίνεται και πάλι ότι ο αμπελώνας πρέπει να ποτίζεται από τα μέσα Μαρτίου έως τα τέλη Μαρτίου, επειδή οι βροχοπτώσεις από τον Φεβρουάριο έως τον Μάρτιο δεν αρκούν για να κινητοποιήσουν το θειικό αμμώνιο ή άλλα λιπάσματα. Τα κρασιά όψιμων περιοχών (όπως του Αμυνταίου) αντιμετωπίζουν επίσης παρόμοιες καθυστερήσεις στην απορρόφηση αζώτου. Στη συνέχεια, το θειικό αμμώνιο ή μέρος αυτού θα λιώσει στην πρώτη δυνατή βροχή του καλοκαιριού και θα αποτρέψει την ωρίμανση των σταφυλιών. Τελικά, τα σταφύλια καταλήγουν να περιέχουν λιγότερη ζάχαρη και οξύ απ' ό,τι απαιτείται, γεγονός που καθιστά δύσκολη την παραγωγή κρασιού (Li, et al., 2020).

Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο πολλοί άνθρωποι στη Γαλλία συμβουλεύουν να μη χρησιμοποιείται θειικό ή νιτρικό άζωτο για γονιμοποίηση, αντί του θειικού αμμωνίου. Στην αρχή της βλάστησης, αυτή η μορφή αζώτου θα απορροφηθεί πιο άμεσα από τα φυτά και συνεπώς δεν μπορεί να παραμείνει σε κανένα φυτό. Ακόμα και σε σπάνιες περιπτώσεις, ακόμη και με εξαιρετικά όψιμες επικίνδυνες βροχές, το άζωτο θα λιώσει ή θα εξατμιστεί με το δροσερό κλίμα, οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος υπερβολικής διαταραχής του μηχανισμού ωρίμανσης. Ωστόσο, τίθεται η άποψη ότι το νιτρικό άζωτο την άνοιξη δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 30 κιλά ανά στρέμμα, επειδή μεγάλες ποσότητες αζώτου μπορούν να προκαλέσουν τοξικές αντιδράσεις (κάψιμο των ριζών). Τέλος, παρατηρείται ότι σε ορισμένους αμπελώνες στη Θεσσαλονίκη-Χαλκιδική και Πιερία, 20-30 κιλά νιτρικού νατρίου ή ασβεστίου ή νιτρικού αμμωνίου χρησιμοποιούνται ανάλογα με την ελαφρότητα ή το βάρος του εδάφους. Η αμμωνία χρησιμοποιείται για επιφανειακή λίπανση, κάτι το οποίο έχει οδηγήσει στην ανάδειξη θετικών αποτελεσμάτων στην αμπελουργία (Hui, et al., 2019).

Ο ρόλος των διαφόρων στοιχείων στο αμπέλι

Αν και ο ρόλος των διαφόρων στοιχείων (κυρίως αζώτου, φωσφόρου και καλίου) στη διατροφή των φυτών δεν έχει προσδιοριστεί λεπτομερέστερα, πιστεύεται ότι αυτός ο ρόλος είναι γενικά γνωστός σε όλους σχεδόν τους Έλληνες παραγωγούς

Ο ρόλος του αζώτου

Όπως με κάθε φυτό, το άζωτο παίζει ζωτικό ρόλο στην ανάπτυξη των αμπελώνων. Εάν η ποσότητά του είναι αρκετή, όχι μόνο θα συμβάλλει στην ανάπτυξη των αμπελώνων κάθε χρόνο, αλλά θα σχηματιστούν το συντομότερο δυνατό και τελικά θα διαμορφωθούν ταυτόχρονα, κατά τη διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου, η επαρκής ποσότητα αζώτου βοηθά στο ταχύ πέταγμα των ματιών, την ταχεία ανάπτυξη και τον πλήρη σχηματισμό φύλλων και κλαδιών, την ανάπτυξη και τον τελικό σχηματισμό μικρών τσαμπιών (μούρα), ακόμη και το δέσιμο σταφυλιών (Terribile, et al., 2017).

Είναι επιστημονικά αποδεδειγμένο ότι κατά την περίοδο μετά το πέταγμα των ματιών, η έγκαιρη παροχή αζώτου στους αμπελώνες βοηθάει πολύ στην κάθετη διαμόρφωση (κλάδεμα) των σταφυλιών. Αυτό έχει μεγάλη οικονομική σημασία ειδικά σε επιτραπέζιες ποικιλίες που αναζητούν μεγαλύτερες και μακρύτερες ποικιλίες, χαλαρές και όχι σταθερές ποικιλίες, γιατί σε αυτό το στάδιο μπορεί να βελτιωθεί η ποιότητα (Santesteban, 2019).

Ωστόσο, κατά την εξέλιξη προς την ωριμότητα και τη συγκομιδή, πρέπει να περιοριστεί ο ρόλος του αζώτου και της διατροφής, διότι οποιαδήποτε υπερβολική ποσότητα αζώτου είναι επιβλαβής και επιδεινώνει την ωριμότητα και την ποιότητα των σταφυλιών. Εκτός από την έλλειψη ζάχαρης και χρωστικής, το υπερβολικό άζωτο όχι μόνο καθυστερεί την ωρίμανση, αλλά επίσης μειώνει σοβαρά την αντοχή των σταφυλιών μετά την κοπή (τα σταφύλια μαραίνονται και γίνονται μαύρα αμέσως) (Cortés, et al., 2020).

Τέλος, όταν το άζωτο στον αμπελώνα υπερβαίνει τη ζήτησή του, οδηγεί στην εμφάνιση περισσότερων ασθενειών καθ' όλη τη διάρκεια της βλάστησης, και ακόμη και μετά την κοπή, το υπερβολικό άζωτο πάλι οδηγεί σε δυσμενείς επιπτώσεις, διότι δεν συμβάλλει στην ωρίμανση των στελεχών των σταφυλιών. Στη συνέχεια, τα αμπέλια κάνουν τους μίσχους παχύτερους και άψητους και γίνονται ευαίσθητα στο περονόσπορο, ειδικά στη μούχλα. Αυτό οδηγεί στη μόλυνση στα τέλη του φθινοπώρου και στο να μην αντέχουν σε κάθε παγετό, επειδή παρατείνεται ο χρόνος ανάπτυξης της βλάστησης, και ακόμη και αν τα φύλλα πέσουν, το ξύλο τους δεν θα ωριμάσει και δεν θα «σφίξει», αλλά θα παραμείνει το αφρατόξυλο (Páscoa, 2018).

Οι υπερβολικές ποσότητες θα έχουν επίσης αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα του κρασιού, επειδή τα σταφύλια κρασιού με υπερβολικό άζωτο δεν μπορούν να ωριμάσουν κανονικά, οπότε μέσω της παρασκευής, θα παράγουν κρασί χαμηλότερης ποιότητας. Πρόσφατα, διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι το υπερβολικό άζωτο που εισέρχεται στο κρασί όχι μόνο μειώνει την ωρίμανση και την ποιότητα του κρασιού, αλλά παράγει και άλλες επικίνδυνες ουσίες (παραδείγματος χάριν ουρεθάνη) που είναι επιβλαβείς για τον ανθρώπινο οργανισμό (Villanueva-Rey, Vázquez-Rowe, Moreira, & Feijoo, 2014).

Ο ρόλος του φωσφόρου στη θρέψη του αμπελιού

Για όλα τα φυτά, ο ρόλος του φωσφόρου είναι αναμφίβολα ουσιαστικός, επειδή συμβάλλει στις θετικές επιπτώσεις της συνολικής υγείας και της ζωτικότητας των αμπελώνων, καθώς βοηθά στη φωτοσύνθεση (δηλ. τη διατροφή των φυτών), ενισχύει σημαντικά τη ριζική ανάπτυξη των νεαρών αμπέλων, συμβάλλει στην ωριμότητα του ξύλου και την καλή «γέννα» (δηλαδή, την αποτελεσματική ωριμότητα), την πληρότητα και την παραγωγικότητα των στελεχών (αμπέλια), και επίσης βοηθά τα αμπέλια να αντιστέκονται σε ασθένειες και να αντέχουν στον παγετό (Van Geel, et al., 2017).

Ωστόσο, με βάση το γεγονός ότι το έδαφος των αμπελώνων έχει υψηλή περιεκτικότητα σε φώσφορο, αποδεικνύεται ότι στις περισσότερες περιπτώσεις, η προσθήκη φωσφόρου μπορεί να είναι περιττή και αντικοινωνική, εκτός εάν ο ειδικός λόγος για την έλλειψη αποδειχθεί μέσω της ανάλυσης των φύλλων και του εδάφους. Αυτό οδηγεί στην ετήσια ή για μερικές φορές χρήση του. Στη συνέχεια, η παράλογη προσθήκη φωσφόρου (προσθήκη οποιουδήποτε φωσφόρου σε ορισμένες περιπτώσεις) θα οδηγήσει σε αρνητικές συνέπειες, επειδή ο φώσφορος θα αυξήσει το φαινόμενο της ανεπάρκειας σιδήρου, ειδικά σε βροχές ή από άγνοια (Romar-Gasalla, et al., 2016).

Ο ρόλος του καλίου

Το κάλιο παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα και την ωριμότητα των σταφυλιών, επειδή οι αμπελώνες έχουν αποδείξει ότι η περιεκτικότητα σε κάλιο είναι ακόμη πολύ υψηλότερη από το άζωτο. Για να υπάρξει το ιδανικό χρώμα και άρωμα για κάθε γεύση σταφυλιών, οι αμπελώνες πρέπει να έχουν πολύ κάλιο και συνήθως δεν υπάρχει έλλειψη καλίου στο ελληνικό έδαφος (Lopez-Urrea, Sanchez, Montoro, Manas, & Intrigliolo, 2020).

Ωστόσο, αυτό το ευεργετικό αποτέλεσμα του καλίου συχνά παρεμποδίζεται, για παράδειγμα σε βαριά εδάφη. Αν και το βαρύ έδαφος είναι πλούσιο σε κάλιο, συνδυάζεται στενά με το "κολλοειδές" του εδάφους, έτσι ώστε οι αμπελώνες να μην μπορούν να το απορροφήσουν. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο σε τέτοια εδάφη και σε ασβεστολιθικά εδάφη όπου το ασβέστιο ανταγωνίζεται το κάλιο, συνιστάται να προστίθεται μεγάλη ποσότητα καλίου στους αμπελώνες κάθε χρόνο ή για συγκεκριμένες χρονιές. Το κάλιο πρέπει επίσης να προστεθεί σε πλαγιές που συνήθως έχουν ξεπλυμένο έδαφος (Grainger, et al., 2020).

Εκτός από την ποιότητα των σταφυλιών, την πρόιμη ωριμότητα και την πλήρη ωριμότητα, το κάλιο θα πρέπει επίσης να συμβάλει στην άνθηση και τον καλό συνδυασμό σταφυλιών, αποτρέποντας την ανθόρροια και την μικρορραγία. Επίσης, το κάλιο συμβάλλει στην ωρίμανση του στελέχους και του ξύλου ρίζας, επειδή ο ίδιος ο ρόλος του είναι πολύ σημαντικός, ευεργετικός και βοηθά στην λειτουργία δύο άλλων στοιχείων, του αζώτου και του φωσφόρου (Ramirez, Lopez-Pineiro, Velazquez, Munoz, & Regodon, 2020).

Σε γενικές γραμμές, το κάλιο φαίνεται να βοηθά στην εξισορρόπηση όλων των θρεπτικών ουσιών στον αμπελώνα, και ακόμη και να ρυθμίζει αποφασιστικά την

επίδραση της διαπνοής, καθιστώντας τα φυτά πιο ανθεκτικά στην ξηρασία. Τέλος, επειδή είναι τόσο χρήσιμο σε αρκετά σημεία, όπου υπάρχει υπερβολική δόση, δεν φαίνεται να προκαλεί μεγάλη ζημιά, ούτε προκαλεί πολλά προβλήματα στους καλλιεργητές, εκτός εάν δεν υπάρχει αρκετή υγρασία. Ομοίως, σε περίπτωση ανεπαρκούς περιεκτικότητας σε μαγνήσιο σε ορισμένα εδάφη, λόγω της παρουσίας καλίου, το κάλιο μπορεί να ανταγωνιστεί το μαγνήσιο (Lazcano, et al., 2020).

Τέλος, δεδομένης της γνωστής χρησιμότητας του καλίου στις ποικιλίες κρασιού, φαίνεται ότι το κάλιο μπορεί να ωφελήσει όχι μόνο τα σταφύλια και τη συγκομιδή, αλλά και τον καλλιεργητή. Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, εκτός από την περιεκτικότητα σε σάκχαρα που επηρεάζει άμεσα την τελική περιεκτικότητα σε οινόπνευμα, το κάλιο φαίνεται επίσης να έχει ευεργετική επίδραση στην ωρίμανση των ποιοτικών οίνων και στα τυπικά χαρακτηριστικά κάθε υψηλής ποιότητας κρασιού και στο σχηματισμό του «ειδικού» αρώματός του (Lazcano, και συν., 2020). Ειδικά για τον αναγνωρισμένο τομέα παραγωγής υψηλής ποιότητας κόκκινου κρασιού, ο ρόλος του λιπάσματος καλίου στην ανάγκη βελτίωσης των πρώτων υλών (όπως τα σταφύλια) θεωρείται ιδιαίτερα ευεργετικός, η ευεργετική ενέργεια του καλίου φαίνεται να επεκτείνεται στο στάδιο της ωρίμανσης του κρασιού στο βαρέλι. Αντίθετα, η υπερβολική ποσότητα καλίου είναι ανεπιθύμητη, επειδή θα υπερπηδηθούν και θα χάσουν ξαφνικά την οξύτητα και την φρουτώδη γεύση τους. Άλλα θρεπτικά συστατικά χρησιμοποιούνται ως μικροθρεπτικά συστατικά, όπως το ασβέστιο, το θείο, το μαγνήσιο, το βόριο, το μαγγάνιο, ο χαλκός και ούτω καθεξής. Αυτό είναι σημαντικό για τα αμπέλια, επειδή καθένα από αυτά, ακόμη και ένας μικρός αριθμός, μπορεί να επιτύχει πολύ σοβαρούς στόχους (για παράδειγμα, τη σωστή λειτουργία των κυττάρων).

Άρδευση

Οι μυκητιακές ασθένειες που προσβάλλουν τα αμπέλια δεν τα κάνουν ευέλικτα ως προς το να αντέχουν σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις, σε βόρειο υψόμετρο και καταλήγουν είτε να αρρωστήσουν ή να μην ωριμάσουν. Όπως τα φάρμακα που δεν υπήρχαν στο παρελθόν, έτσι και τα σταφύλια προσαρμόστηκαν με τον καιρό και μεγαλώνουν πιο έντονα σε ξηρές, εύκρατες περιοχές. Ως εκ τούτου, τα αμπέλια υπάρχουν κυρίως στις άνυδρες περιοχές της Μεσογείου και έχουν φυτευτεί ως ξηρά φυτά από την αρχαιότητα και ευδοκούν. Ωστόσο, έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχουν σοβαρές κλιματικές διαφορές στη χώρα μας, ειδικά όσον αφορά τις βροχοπτώσεις (για

παράδειγμα, οι ετήσιες βροχοπτώσεις στη Δυτική Πελοπόννησο και τη Δυτική Ελλάδα είναι περίπου ένα μέτρο, ενώ στην ανατολική περιοχή, ειδικά σε ορισμένα από τα νησιά της Ελλάδος, οι ετήσιες βροχοπτώσεις είναι πάνω από 200 mm.) (Koufos, Manromatis, Koundouras, Fyllas, & Jones, 2014).

Κάθε μία από τις ποικιλίες που καλλιεργούνται είναι λίγο πολύ γενετικά ανθεκτικές στην ξηρασία και επομένως έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε νερό. Πιστεύεται ότι λόγω του μεγέθους των ρωγών και των προορισμών ανάπτυξης τους, οι επιτραπέζιες ποικιλίες πρέπει απολύτως να ποτίζονται. Ωστόσο, δεν πρέπει να αποκλειστεί η δυνατότητα ποτίσματος του αμπελώνα του κρασιού εάν υπάρχει νερό και ο αμπελώνας είναι προφανώς διψασμένος. Φυσικά, πρέπει να ελεγχθούν χωριστά η ποσότητα του νερού και ο τρόπος τροφοδότησης (Lopez-Urrea, Sanchez, Montoro, Manas, & Intrigliolo, 2020).

Επομένως, από αυτήν τη σύντομη εισαγωγή του ρόλου και της σημασίας του ποτίσματος, το θέμα της άρδευσης δεν είναι καθόλου απλό και δεν μπορεί να λυθεί με έναν απλό τύπο. Στην άρδευση, εκτός από την ποικιλία και το έδαφος, υπάρχουν πολλοί άλλοι παράγοντες, όπως η λίπανση, το φορτίο κ.λπ., αλλά και η ποσότητα νερού που θα δοθεί, ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει η άρδευση, όπως επίσης και το πότε πρέπει να γίνει η άρδευση, προκειμένου να υπάρξει ένα σωστό και επιτυχές αποτέλεσμα (Wilson, et al., 2020).

Χρόνος αρδεύσεων κατά περιπτώσεις

Ακόμα και σε βροχερές περιοχές, όπου τελικά δεν έπεσαν οι συνηθισμένες βροχές και υπήρξε ένα ξηρό φθινόπωρο και ένας ξηρός χειμώνας, χρειάζεται να υπάρξει ένα καλό πότισμα του αμπελιού την άνοιξη (από τον Φεβρουάριο μέχρι τον Απρίλιο), εποχή κατά την οποία ξεκινάνε οι χυμοί και ανοίγουν τα μάτια. Αυτό το είδος ποτίσματος και, γενικότερα, όσο περισσότερα λιπάσματα τοποθετούνται είναι απαραίτητα γιατί μπορεί, χωρίς νερό, το λίπασμα να παραμείνει αδρανές και μερικές φορές είναι φυσικά επιβλαβές, επειδή πολλά λιπάσματα κάνουν τους αμπελώνες να διψούν γρηγορότερα. Επιπλέον, για παράδειγμα, αν και έχει χρησιμοποιηθεί φυσιολογικό άζωτο, φώσφορο και κάλιο για λίπανση, αλλά δεν υπάρχει αρκετή υγρασία για να κινητοποιηθεί το λίπασμα εγκαίρως, τυχόν καθυστερημένες βροχοπτώσεις θα ενεργοποιήσουν το λίπασμα πριν ή όταν τα σταφύλια ωριμάσουν, κάτι που θα καταστρέψει το έδαφος, επειδή θα παρέχει πολύ άζωτο στους αμπελώνες (Zhao, Pumpanen, & Kang, 2020).

Ακόμη και αν υπάρξουν χειμερινές βροχές, καλό είναι ο καλλιεργητής να γνωρίζει τη σύσταση του αμπελώνα του, κάτι το οποίο θα οδηγήσει και στο να γνωρίζει και να εξοικειώνεται με τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να ποτίσει τις καλλιέργειές του. Παραδείγματος χάριν, όλες σχεδόν οι επιτραπέζιες ποικιλίες ποτίζονται μετά από πολλαπλή γονιμοποίηση, ανεξάρτητα από το εάν το έδαφος είναι ελαφρύ ή βαρύ (Mendoza-Espinosa, Burgess, Daessle, & Villada-Canela, 2019).

Εάν για κάποιο λόγο ο αμπελώνας διψά, ακόμα κι αν έχει ποτιστεί (παραδείγματος χάριν σε περιπτώσεις όπου ο αμπελώνας βρίσκεται σε αμμουδιές), είναι απαραίτητο να ποτιστεί ξανά για να ωριμάσουν τα σταφύλια. Σε αυτήν την περίπτωση, καλό είναι τα σταφύλια να ποτίζονται 5-10 ημέρες πριν μεγαλώσουν και πολύ καιρό πριν ωριμάσουν. Στην περίπτωση που ποτιστούν με πολύ νερό κατά την ωριμότητα, τα σταφύλια δεν θα ωριμάσουν σωστά και η αντοχή τους θα μειωθεί (παραδείγματος χάριν, για επιτραπέζια σταφύλια, αυτό το είδος σταφυλιών θα γίνει μαύρο και θα μαραθεί εύκολα), ειδικά εάν τα σταφύλια παρουσιάσουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη και τείνουν να σαπίσουν (Hao, et al., 2020). Εάν για κάποιο λόγο οι αμπελώνες διψάσουν, πρέπει να ποτιστούν και, εάν είναι απαραίτητο, να ποτίζονται και όταν τα σταφύλια είναι ώριμα. Ωστόσο, αυτό μπορεί να γίνει μόνο στην έσχατη περίπτωση και, στην περίπτωση αυτή, πρέπει να διασφαλιστεί ότι το νερό που θα δοθεί θα είναι λίγο (20-30 κυβικά μέτρα ανά στρέμμα).

Με βάση το παραπάνω περιεχόμενο, πρέπει να ποτίζουμε ένα διψασμένο αμπέλι σε οποιοδήποτε στάδιο χωρίς επιφύλαξη, αλλά πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί, ώστε τα αμπέλια να μην φτάσουν στην έσχατη ανάγκη ποτίσματος. Προκειμένου ν' αποφύγουμε την έσχατη ανάγκη, υπάρχουν συγκεκριμένες ενέργειες που μπορούν να ληφθούν εκ των προτέρων (Lei, et al., 2020):

- χαμηλή πυκνότητα φύτευσης
- επιμελή εγκατάσταση
- έλεγχος ζιζανίων
- άλλα έξυπνα μέτρα που βοηθούν στη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους

Ποσότητα νερού άρδευσης

Και στην ποσότητα του νερού που απαιτείται για την άρδευση δεν υπάρχουν ακριβή αποτελέσματα και συμβουλές. Γενικότερα, ένα βαρύ χωράφι χρειάζεται μεγαλύτερη ποσότητα νερού για να «ξεδιψάσει», σε σύγκριση με ένα πιο ελαφρύ χωράφι. Από την

άλλη, το ελαφρύτερο χωράφι χρειάζεται μεγαλύτερη συχνότητα ποτίσματος. Επομένως, είναι καλό να εφαρμόζονται από τους καλλιεργητές οι ακόλουθοι κανόνες (Wang, et al., 2019):

- Το κανονικό πότισμα πρέπει να φέρει περίπου 50 κυβικά μέτρα νερού ανά στρέμμα του αμπελώνα.
- Ανάλογα με το χωράφι (βαρύτερο ή ελαφρύτερο), μπορούμε να δώσουμε περισσότερο ή λιγότερο νερό ανάλογα. Παρόλα αυτά, χρειάζεται να προσέχουμε την περίπτωση μήπως το χωράφι συναντήσει δυσκολίες στην άρδευση, κάτι το οποίο θα λυθεί μόνο αν διασφαλιστεί ότι το νερό κατανέμεται σωστά σε ολόκληρη την επιφάνεια του αμπελώνα.
- Όσο περισσότερο πλησιάζει ο αμπελώνας προς την ωρίμανση, τόσο λιγότερο νερό χρειάζεται να δοθεί. Μερικές φορές, στο τέλος, 20 κυβικά μέτρα ανά στρέμμα είναι πια αρκετά.
- Για επιτραπέζιες ποικιλίες, ειδικά για ποικιλίες που καθυστερούν (για παράδειγμα η ποικιλία Calmeria), και σε εποχές χωρίς δυνατή βροχή, ο αμπελώνας πρέπει να ποτίζεται δύο ή τρεις ή περισσότερες φορές μέχρι να φτάσει στην ωρίμανση. Αμέσως μετά το δέσιμο των σταφυλιών (τον Ιούνιο), το δεύτερο δέσιμο πραγματοποιείται τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο, ανάλογα με τις πρώιμες ή τις καθυστερημένες ποικιλίες σταφυλιών και το έδαφος του αμπελώνα. Το καθυστερημένο πότισμα και η έλλειψη νερού το καλοκαίρι, όχι μόνο στην μεταγενέστερη περίοδο, αλλά και σε όλες τις ποικιλίες, τα καθιστούν παχιά και στυπτικά. Η αδυναμία ποτίσματος μπορεί να κάνει τα σταφύλια να μην ωριμάσουν κανονικά, να μετατραπούν σε σταφίδες και να στεγνώσουν.

Σε ξηρά χρόνια, εάν δεν βρέχει, η άρδευση πρέπει να πραγματοποιείται σε πρώιμες ξηρές ποικιλίες (όπως Cardinal και Victoria) και να ποτίζονται στις αρχές του φθινοπώρου μετά τη συγκομιδή. Μόνο με αυτόν τον τρόπο μπορούν να κάνουν τα στελέχη τους να ωριμάσουν καλύτερα, ώστε να προετοιμαστούν για την επόμενη χρονιά (Savi, et al., 2018).

Τρόπος άρδευσης αμπελιού

1. Άρδευση με ρηχές λεκάνες.

Οποιαδήποτε άλλη βαθιά εργασία σκαψίματος για την οδήγηση του νερού μέσα στον αμπελώνα μπορεί να καταλήξει κακή και επιζήμια. Κυριότερα, δεν επιτρέπεται το

άνοιγμα χαντακιού με αλέτρι είτε στην μέση ή δίπλα από τα κούρβουλα. Το πότισμα με λεκάνες στη σειρά κάτω από τα κούρβουλα δε συνιστάται, γιατί το νερό και η υγρασία που θα παραμείνει μετά το πότισμα κάτω από τα σταφύλια δημιουργεί αμεσότερους κινδύνους προσβολής από ωίδιο, περονόσπορο και βοτρυτή (Romero, Luo, Su, & Fuentes, 2018).

2. Άρδευση με τεχνητή βροχή.

Κοντά στην ωρίμανση είναι προτιμότερο να γίνεται πότισμα του αμπελώνα με τεχνητή βροχή γιατί έχει το πλεονέκτημα να γίνεται με λίγο νερό, κάτι το οποίο χρειάζεται και απαιτείται σε αυτό το τελικό στάδιο. Το πότισμα με τεχνητή βροχή πρέπει να γίνεται το βράδυ προς τη νύχτα και προϋποθέτει ότι τα ζιζάνια του αμπελώνα έχουν καταπολεμηθεί. Σήμερα το πότισμα με τεχνητή βροχή γίνεται όχι μόνο κοντά στην ωρίμανση, αλλά και σε όλα τα στάδια βλάστησης του αμπελιού (Kinnell, 2020).

3. Άρδευση με σταγόνες (στάγδην άρδευση).

Η στάγδην άρδευση θεωρείται ότι είναι ο καλύτερος τρόπος ποτίσματος εφόσον το χώμα του αμπελιού δεν είναι πολύ ελαφρύ (αμμουδερό) και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών δεν είναι πολύ μεγάλες (πάνω από 2,50 μ.). Σε αυτές τις περιπτώσεις, υπάρχει κίνδυνος το νερό να μην εξαπλώνεται σε όλο το διάμεσο πλάτος της γραμμής και του ριζικού συστήματος που ατονεί, καθώς έτσι ξεραίνεται, στενεύει και περιορίζεται στην θέση μόνο κατά μήκος της γραμμής κάτω από τα κλήματα και το αμπέλι αδυνατίζει και πάσχει από τροφοπενίες. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνιστώνται οι σταλακτήρες ευρύτερης διαβροχής ή η εναλλαγή θέσης μέσα στο καλοκαίρι της γραμμής των λάστιχων διανομής του νερού στο μέσο της γραμμής ή και ακόμα το εναλλάξ πότισμα της σταγόνας κάτω από την γραμμή, με κατάκλιση στο μέσο της γραμμής (Narayanamoorthy, Devika, & Bhattarai, 2016).

Ωστόσο, με οποιονδήποτε από τους παραπάνω τρόπους επιλεγθεί η άρδευση, αμέσως πριν το πότισμα χρειάζεται να πραγματοποιηθεί ράντισμα ή θειάφισμα, γιατί η υγρασία που εξατμίζεται είναι πρόξενος ασθενειών και πρέπει απαιτείται η λήψη προληπτικών μέτρων. Μετά την άρδευση καλό είναι να μην σκαλιστεί ο αμπελώνας με οποιοδήποτε μέσο, γιατί όπως και μετά από την βροχή, μπορεί να εμφανιστεί η ασθένεια του ωιδίου (Li & Zhang, 2017).

Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι για την καλλιέργεια ποιοτικών σταφυλιών, κάτι το οποίο επιτυγχάνεται από παντελή έλλειψη νερού (δηλαδή ξηρικοί αμπελώνες), σημαντικό ρόλο παίζουν και κάποιοι άλλοι παράγοντες όπως (Rudic, et al., 2019):

- Η εκλογή του κατάλληλου χωραφιού.
- Η εκλογή του κατάλληλου υποκειμένου.
- Η εκλογή της ποικιλίας.
- Η πυκνότητα της φύτευσης.
- Η χαμηλότερη διαμόρφωση του κορμού (0,30-0,50 μ.).
- Το αυστηρό κλάδεμα.
- Η βαθιά άροση κατά την εγκατάσταση (βάθος 0,70μ.).
- Η λιτή λίπανση κατά έτος.
- Έγκαιρος τρύγος στο στάδιο της βιομηχανικής ωρίμανσης.
- Περιορισμός της κόμης των φυτών με μικρά τσιμπήματα των κορυφών και όχι με απότομες βαθιές κοπές της βλάστησης, προκειμένου να περιοριστεί η απώλεια υγρασίας με τη διαπνοή από τα φύλλα το καλοκαίρι.
- Καταπολέμηση των ζιζανίων και διατήρηση της επιφάνειας του χώματος του αμπελιού.
- Συγκράτηση με κάθε τρόπο μέσα στον αμπελώνα των νερών των βροχών του χειμώνα και της κάθε βροχής.
- Αφαίρεση μικρού φορτίου, εφόσον αυτό είναι αναγκαίο, σε περίπτωση έντονης και παρατεινόμενης ξηρασίας
- Απόλυτος έλεγχος καταπολέμησης των ασθενειών, καθώς οι ασθένειες μειώνουν την αντοχή των φυτών στην ξηρασία.

Φυτοπροστασία

Τα βακτήρια, πρόκειται για πολύ μικρά πλάσματα και μπορεί κάποιος να τα δει μόνο με μικροσκόπιο. Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους είναι ότι προκαλούν πολύ σοβαρές ασθένειες. Στη χώρα μας, οι πιο σοβαρές ασθένειες στους αμπελώνες σχετίζονται με τον περονόσπορο, τη μούχλα, το ωίδιο κ.λπ. και προκαλούνται από μικρά μανιτάρια που είναι αόρατα με γυμνό μάτι και ονομάζονται μύκητες. Τα έντομα μπορούν επίσης να προκαλέσουν πολύ σοβαρές βλάβες στα αμπέλια, όπως η φυλλοξήρα, η πεταλούδα ευδεμίδα που προκαλεί αποσύνθεση και τα σκαθάρια που καταβροχθίζουν τα μάτια της αμπέλου την άνοιξη (Gahukar, 1995).

Μια κατηγορία ασθενειών που έχει πολύπλοκη διάσταση είναι οι ιοί. Οι ιοί είναι μικροσκοπικοί μικροοργανισμοί που δεν είναι ορατοί ακόμη και με το πιο ισχυρό μικροσκόπιο. Προκαλούν σοβαρές ασθένειες στους αμπελώνες και συνοδεύονται από επικίνδυνη μολυσματική υποβάθμιση.

Ασθένειες που οφείλονται σε ιούς

Ο ιός εξαπλώνεται μέσω των χυμών των σταφυλιών. Η μόλυνση εξαπλώνεται μέσω εργαλείων κλαδέματος, εμβολιασμών, διαφόρων πληγών, τσιμπήματα εντόμων σε φύλλα και ρίζες κ.λπ.

Οι ασθένειες που προκαλούν είναι κυρίως η παραμόρφωση των φύλλων και των κλαδιών, η αλλαγή του χρώματος του πράσινου φύλλου, η λεύκανση ή κιτρίνισμα των νεύρων και η καταστροφή των σπειρών και των κορυφών. Στο τέλος, τα σταφύλια δεν θα μπορέσουν να τραφούν κανονικά και ν' αποδώσουν καρπούς και ξηραίνονται κάθε χρόνο (Borges, Preising, Ambrosio, & da Silva, 2020).

Αν και ευτυχώς για τους Έλληνες, δεν προκαλούνται όλες αυτές οι ασθένειες από ιούς, οι πιο σοβαρές ασθένειες που προκαλούνται από ιούς εξαπλώνονται με επικίνδυνο τρόπο: το μολυσματικό εκφυλισμό.

Μέχρι στιγμής, επαγγελματίες επιστήμονες (ιολόγοι) έχουν καταγράψει τις ακόλουθες ασθένειες που προκαλούνται από ιούς (Cieniewicz, et al., 2017):

- Μολυσματικός εκφυλισμός, που εκδηλώνεται σε τρία συμπτώματα (μορφές): στα φύλλα, τα κλαδιά και τους βότρεις.
- Ο ίκτερος παρουσιάζεται με κιτρινωπά φύλλα, μίσχους και μικρά σταφύλια.
- Ο κορμός του δέντρου έχει τη χαρακτηριστική διάβρωση του ξύλου.
- Οι νεοπλασίες είναι ένας όγκος που συνήθως παραμορφώνεται στην κάτω επιφάνεια του φύλλου.
- Το καρούλιασμα των φύλλων οδηγεί στην παραμόρφωση σε μεγάλα φύλλα, αλλά μπορεί να μοιάζει με διάφορους υποσιτισμούς.
- Η κηλίδωση σχετίζεται με έναν ιό που εμφανίζεται στα νεύρα και τα παραμορφώνει.
- Νευρική νέκρωση: τα φύλλα των πράσινων τμημάτων και των μπουμπουκιών παγώνουν και τα πράσινα μέρη του φυτού είναι χαρακτηριστικώς βαθουλωμένα και παραμορφωμένα. Πολλά συμπτώματα σε νέο ξύλο και νέους βλαστούς μπορεί να προκαλούνται από άλλες γνωστές ασθένειες ή υποσιτισμό, οπότε

μερικές φορές οι καλλιεργητές πρέπει να είναι προσεκτικοί σχετικά με το τελικό συμπέρασμα και τα ευρήματά του.

Ασθένειες που οφείλονται σε βακτήρια και μύκητες

Στην Γαλλία και στην Αμερική (Καλιφόρνια), όπου υπάρχουν συνεχόμενοι σε μεγάλες εκτάσεις αμπελώνες, τα βακτήρια προκαλούν πάρα πολύ σοβαρές ασθένειες και μεγάλες ζημιές στα αμπέλια. Στην Ελλάδα, οι ασθένειες δεν φαίνεται ότι έχουν ιδιαίτερη διάδοση και σημασία, τουλάχιστον για όλες τις περιοχές της χώρας και οι οποίες περιορίζονται πιθανώς από τη χρήση χαλκούχων σκευασμάτων.

Ο περονόσπορος

Ο περονόσπορος προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του αμπελιού, τα φύλλα κυρίως, αλλά και τις τρυφερές βέργες και τα πράσινα τσαμπιά και τις ρώγες των σταφυλιών, από την εποχή πριν της άνθησης και μέχρι λίγο πριν την ωρίμανση. Η μόλυνση μπορεί να γίνει και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (13°C), με τα μικρά σπόρια της ασθένειας, που ξεχειμωνιάζουν στο αμπέλι ή με αυτά που μεταφέρονται με τον αέρα (αυτές οι πρώτες προσβολές λέγονται πρωτογενείς κηλίδες) (Fujiwara, Fujikawa, Kawakami, Sonoda, & Miyasaka, 2019).

Ύστερα από τις πρώτες προσβολές και εφόσον αργότερα υπάρξει σχετικά υψηλότερη θερμοκρασία (περίπου 20-25°C) και αρκετή υγρασία (βροχές), ο περονόσπορος, από τη στιγμή που δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, φουντώνει γρήγορα από άκρη σε άκρη του αμπελιού μέσα σε μια μέρα. Κάτω από τα φύλλα αναπτύσσεται και φαίνεται άφθονη τότε η άσπρη μούχλα της ασθένειας (τα καλοκαιρινά σπόρια), ενώ πάνω από τα φύλλα αρχίζουν να ξεχωρίζουν καφετιές κηλίδες (Dong, et al., 2019).

Τέτοια απότομη προσβολή είναι έντονη στους μήνες Μάιο-Ιούνιο, με βροχερό καιρό και όταν η βλάστηση του αμπελιού είναι μεν αρκετά ανεπτυγμένη αλλά ακόμα τρυφερή. Τη μεγαλύτερη ευαισθησία στην ασθένεια παρουσιάζουν όχι τα μικρά φύλλα, ούτε οι κορφές, αλλά τα μεγαλύτερα φύλλα, αυτά δηλαδή που έχουν αποκτήσει σχεδόν το οριστικό τους μέγεθος, όπως επίσης πολύ ευαίσθητα στην ασθένεια είναι και τα τσαμπιά των σταφυλιών. Οι κορφές, τα ψημένα φύλλα και τα σταφύλια μετά το δέσιμο προσβάλλονται δυσκολότερα. Η όψιμη προσβολή του περονόσπορου, όταν πλέον τα σταφύλια ωριμάσουν και τα φύλλα ψηθούν, λειτουργεί μερικές φορές σχεδόν χωρίς σημασία (Zhang, Thompson, Schisler, & Johnson, 2019).

Ο ρόλος των φαρμάκων για την καταπολέμηση του περονόσπορου είναι μάλλον προληπτικός. Αν και δεν μπορεί να θεραπευτεί, σίγουρα μπορεί να προληφθεί η εμφάνιση του περονόσπορου. Το φάρμακο που χρησιμοποιείται ευρύτερα σε όλο τον κόσμο για την καταπολέμηση του περονόσπορου είναι ο πολτός της γαλαζόπετρας, ο λεγόμενος βορδιγάλειος πολτός, σε αναλογία 0,5-2%. Μερικά από αυτά τα φάρμακα έχουν πάλι ως βάση τον χαλκό όπως παραδείγματος χάριν ο οξυχλωριούχος χαλκός, που χρησιμοποιείται σε διάλυση 0,5-1% (Shao & Tian, 2018).

Πολύ καλά επίσης φάρμακα για την καταπολέμηση του περονόσπορου είναι τα οργανικά μυκητοκτόνα όπως το Captan, το Zineb, το Maneb, το Folpet, το Antracol, το Dakonil, το Ridomil και το Mikal (τα τελευταία δύο θεωρούνται διασυστηματικά). Δεν προκαλούν εγκαύματα και φαίνεται ότι μερικά από αυτά ενεργούν ευεργετικά και στην περίοδο της βλάστησης και στο καλύτερο δέσιμο του σταφυλιού. Τέλος, υπάρχουν και φάρμακα που συνδυάζουν τα οργανικά με τα χαλκούχα, όπως το Chalkozineb και τελευταία το Alper, το Kaltan και άλλα (Choi, Shin, & Thines, 2009). Με όποιο όμως φάρμακο και να πραγματοποιηθεί το ράντισμα, μεγάλη σημασία για την καταπολέμηση του περονόσπορου έχει ο αριθμός και η εποχή των ραντισμάτων.

Για τον αριθμό και την εποχή των ραντισμάτων, εφόσον δεν υπάρχουν βροχές, 4 ραντίσματα εναντίον του περονόσπορου είναι μάλλον αρκετά.

- Το πρώτο ράντισμα γίνεται όταν το τσαμπί του σταφυλιού είναι ακόμα μούρο και τα βλαστάρια έχουν μήκος 8-10 πόντους.
- Το δεύτερο ράντισμα θα γίνει όταν το σταφύλι ξεχωρίσει τα τσαμπιά από το μούρο του ή 6-8 μέρες περίπου πριν την άνθηση του.
- Το τρίτο ράντισμα πραγματοποιείται μόλις δέσει το σταφύλι και οι ρώγες του είναι σαν ψιλά σκάγια.
- Το τέταρτο ράντισμα γίνεται όταν το σταφύλι βρίσκεται στην περίοδο της χοντρής αγουρίδας, πριν από το γυάλισμα (Liu, Cao, Chang, Hwang, & Strelkov, 2013).

Τα τέσσερα αυτά ραντίσματα θεωρούνται ότι πρακτικά αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο του περονόσπορου στις ξηρές χρονιές και σε συνδυασμό με άλλα φάρμακα για την καταπολέμηση της φόμοψης, της ευδεμίδας και του ωιδίου. Όταν ο καιρός δεν είναι βροχερός, δεν υπάρχει κανένας λόγος για πυκνότερο ράντισμα (Choi, Shin, & Thines, 2009). Από τη στιγμή, όμως, που υπάρχει βροχερός καιρός, είναι σημαντικό ν'

αυξηθούν τα ραντίσματα μετά από κάθε δυνατή βροχή. Μετά από μια σιγανή βροχή, αφού προηγουμένως το αμπέλι είναι καλά ραντισμένο, δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας. Έτσι, επειδή η άνοιξη και ο Ιούνιος συνοδεύονται συνήθως από βροχές, κατά μέσο όρο σε αρκετές περιοχές χρειάζονται 5-6 ραντίσματα εναντίον του περονόσπορου. Ο αριθμός των ραντισμάτων εναντίον του περονόσπορου μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό και τη θέση του αμπελώνα. Στις προσήλιες πλαγιές ίσως χρειαστεί στην ίδια χρονιά να πραγματοποιηθούν λιγότερα ραντίσματα, ενώ στις δροσερές βόρειες κοιλάδες, περισσότερα (Liu, Cao, Chang, Hwang, & Strelkov, 2013).

Ωίδιο

Το ωίδιο είναι μία πολύ επικίνδυνη αρρώστια, η οποία προσβάλλει τα αμπέλια και σε χαμηλές και σε υψηλές θερμοκρασίες και όταν ακόμα δεν υπάρχουν αρκετές βροχές. Μόνο η δροσιά και η φυσική υγρασία είναι αρκετές για να αναπτύσσεται το ωίδιο και να προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη του αμπελιού, χωρίς διάκριση. Ειδικά στις παραθαλάσσιες περιοχές, όπου υπάρχει πάντα σχετική υγρασία, το ωίδιο είναι η πιο συχνή και σοβαρότερη ασθένεια των αμπελιών, γιατί παρουσιάζεται πάντοτε σε έξαρση κάθε χρόνο χωρίς εξαίρεση (Essling, McKay, & Petrie, 2020).

Ιδιαίτερα το ωίδιο προσβάλλει τα πολύ φυλλωμένα και πυκνά αμπέλια, στα οποία το κάθε κλήμα είναι μπουκωμένο, σε πυκνή βλάστηση που δεν το αφήνει δεν του επιτρέπεται να λιάζεται και να αερίζεται κανονικά. Τότε σε όλα τα άρρωστα μέρη, φύλλα, σταφύλια, βλαστούς, εμφανίζεται απ' έξω μια αραιή γκρίζα μούχλα, σταχτιά. Οι άρρωστες ρώγες από ωίδιο σκάνε βαθιά ως τα κουκούτσια τους, σε αντίθεση με τον περονόσπορο, όπου οι άρρωστες ρώγες ζαρώνουν, μαραίνονται και σαπίζουν χωρίς να σπάξει η επιδερμίδα τους (Trilles, et al., 2019).

Το ωίδιο ξεχειμωνιάζει με ειδικά όργανα, που κρύβονται στα λέπια που σκεπάζουν τα μάτια της βέργας, αλλά και με τα χειμωνιάτικα σπόρια, όπως με σχεδόν τον ίδιο τρόπο ξεχειμωνιάζει και ο περονόσπορος. Και όπως και ο περονόσπορος, η καλύτερη θερμοκρασία για να αναπτυχθεί και να φουντώσει το ωίδιο είναι η θερμοκρασία μεταξύ 20-25° C (Sawant, et al., 2017).

Η καταπολέμηση του ωιδίου γίνεται αποτελεσματικά με το θειάφι ή με άλλα παρασκευάσματα που έχουν σαν βάση το θειάφι αλλά και με τα καινούρια οργανικά ωιδιοκτόνα που εμφανίζονται ολοένα και περισσότερο στην αγορά. Το θειάφι πρέπει να ρίχνεται με θειαφιστήρι. Ο συνδυασμός του θειαφιού με τα χαλκούχα

παρασκευάσματα για την καταπολέμηση του ωιδίου και του περονόσπορου είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός και μάλιστα υπάρχει η γνώμη ότι έτσι ίσως είναι δραστικότερος για την καταπολέμηση τόσο του περονόσπορου, όσο και του ωιδίου. Το βρέξιμο θειάφι εκτός από τον χαλκό συνδυάζεται πολύ καλά επίσης και με φάρμακα. Τέλος, το ίδιο αποτελεσματικός είναι και ο συνδυασμός οργανικών μυκητοκτόνων και για τις δύο ασθένειες (Taksonyi, Kocsis, Matyas, & Taller, 2013).

Ο αριθμός των θειαφισμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την περιοχή. Υπάρχουν περιοχές όπου 1-2 θειαφίσματα είναι αρκετά για την καταπολέμηση του ωιδίου. Σε άλλες περιοχές όπως είναι οι δροσερές κοιλάδες ή οι παραθαλάσσιες εκτάσεις, το θειάφισμα πρέπει να γίνεται κάθε εβδομάδα πάντα και ανεξάρτητα από το ράντισμα για τον περονόσπορο. Σε παραθαλάσσιες περιοχές όπου η ασθένεια παρουσιάζει έξαρση, τα θειαφίσματα πρέπει να αρχίζουν πολύ νωρίς (όταν τα βλαστάρια έχουν μήκος 5-10 εκατ.) και να σταματούν μόνο το φθινόπωρο (Duso, Pozzebon, Capuzzo, Bisol, & Otto, 2003).

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται επίσης σε νέα αμπέλια, όπου η ασθένεια ενδημεί κάθε χρόνο και μπορεί να πειράξει τους βλαστούς και τα μάτια των βλαστών, κάτι το οποίο οδηγεί στο να παραμένουν στραβά την ερχόμενη άνοιξη και να προκαλείται πολύ μεγάλη ζημιά. Η καταπολέμηση του ωιδίου με το θειάφι και άλλα φάρμακα είναι προληπτική, αλλά εφόσον η ασθένεια είναι ακόμα στην αρχή της προσβολής, μερικά φάρμακα μπορεί να θεραπεύσουν τα άρρωστα σταφύλια και τα λοιπά άρρωστα μέρη (φύλλα, βλαστούς, κ.λ.π.) του αμπελιού (Duso, et al., Grape downy mildew spread and mite seasonal abundance in vineyards: effects on Tydeus caudatus and its predators, 2005).

Αρρώστια των βραχιόνων

Η αρρώστια των βραχιόνων είναι μια πολύ σοβαρή ασθένεια των φυτών, σοβαρότερη από την ίσκα. Τα θετικά στοιχεία αυτής της ασθένειας είναι το γεγονός ότι δεν μπορεί να αναπτυχθεί σε κάθε χωράφι και περιορίζεται ειδικά σε εδάφη και αμπέλια που είναι σε χαλικώδη εδάφη, στις όχθες των ποταμών και των χειμάρρων. Η αρρώστια των βραχιόνων μπορεί να καταστρέψει από την ρίζα του έναν αμπελώνα μέσα σε λίγα χρόνια (Jiang, et al., 2020).

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ασθένειας είναι η απότομη ξηρασία των βραχιόνων ή και ολόκληρου του κλήματος. Αν κάποιος κόψει τον άρρωστο βραχίονα

κάθετα ή κατά μήκος, τότε θα δει μια υπερτροφία της φλούδας που πιάνει όλο το μέρος του ξύλου, το σφίγγει και κυριολεκτικά το πνίγει. Η ασθένεια οφείλεται σε ένα βακτήριο. Επειδή τα εξωτερικά της γνωρίσματα στα φύλλα και στη βλάστηση γενικά μοιάζουν με τα συμπτώματα της ίσκας ή ακόμα και με το μολυσματικό εκφυλισμό, δεν μπορεί κανένας να την προσδιορίσει με βεβαιότητα όπου φανεί, παρά μονάχα με τον εντοπισμό και τον προσδιορισμό του βακτηρίου (Jagdale, Ahiwale, Gajbhiye, & Karadnis, 2019).

Όταν η ασθένεια επικρατήσει, δεν μπορεί πια να καταπολεμηθεί. Προληπτικά, πρέπει να μη φυτευτούν παραποτάμια χωράφια όπου υπάρχει κάποια υποψία ότι μπορεί να εμφανίστηκε η ασθένεια. Σε κάθε περίπτωση, φυσικά, δεν πρέπει επίσης να χρησιμοποιούνται εμβόλια από άρρωστα κλήματα, αλλά πρέπει να κλαδεύονται πρώτα τα γερά κλήματα και τελευταία τα ύποπτα προσβολής, απομακρύνοντας και καίγοντας τις άρρωστες βέργες και τα ξύλα. Συνιστάται ακόμα το όψιμο κλάδεμα και το ράντισμα των κλαδεμένων πρεμνών με πολύ γαλαζόπετρας 2-3% (Vishakha, Das, Banerjee, Mondal, & Ganguli, 2020).

Κεφάλαιο 3^ο: Βιολογική Καλλιέργεια Αμπέλου

Έδαφος

Η αειφόρος διαχείριση της γης μειώνει το οικολογικό αποτύπωμα της γεωργικής παραγωγής και περιορίζει την απώλεια της βιοποικιλότητας. Μία από τις προκλήσεις στη διαχείριση της γης είναι η διατήρηση της ποιότητας του εδάφους και οι συνακόλουθες υπηρεσίες οικοσυστήματος, ενώ βελτιστοποιείται η γεωργική απόδοση (Kibblewhite, Ritz, & Swift, 2008). Η ποιότητα του εδάφους ορίζεται ως η δυνατότητα ενός εδάφους να λειτουργεί εντός των ορίων του οικοσυστήματος για τη διατήρηση της βιολογικής παραγωγικότητας, τη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος και την προώθηση της υγείας των φυτών. Τόσο οι χημικές όσο και οι μικροβιολογικές παράμετροι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες ποιότητας του εδάφους. Γενικά, οι περισσότερες χημικές παράμετροι του εδάφους ανταποκρίνονται αργά σε αλλαγές στη χρήση γης και απαιτούνται πολλά χρόνια για να επιτευχθεί σημαντική διαφορά μεταξύ των θεραπειών (Lagomarsino, Grego, Marhan, Moscatelli, & Kandeler, 2009). Τα βιολογικά ενεργά συστατικά του εδάφους, συμπεριλαμβανομένης της οργανικής ύλης, της μικροβιακής βιομάζας του εδάφους και των πηγών ενέργειας όπως ο άνθρακας και το νάτριο, είναι ευαίσθητοι δείκτες αλλαγών στη διαχείριση του εδάφους. Οι μικροοργανισμοί του εδάφους παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποσύνθεση της οργανικής ύλης και στον κύκλο των θρεπτικών συστατικών των φυτών. Ο Marinari και οι συνεργάτες του (Marinari, Mancinelli, Campiglia, & Grego, 2006) μέτρησαν τις χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους ως δείκτες ποιότητας του εδάφους μετά από 7 χρόνια βιολογικών πιστοποιημένων και συμβατικών συστημάτων διαχείρισης και καθόρισαν τις μεγάλες διαφορές μεταξύ των μικροβιολογικών παραμέτρων των δύο εδαφών. Οι Bell και Raczkowski (2008) διαπίστωσαν ότι οι δείκτες βιολογικής, χημικής και φυσικής ποιότητας του εδάφους μπόρεσαν να αποκαλύψουν ταχείες αλλαγές στις συνθήκες του εδάφους που συμβαίνουν λόγω της διαχείρισης του εδάφους. Ο Qin και οι συνεργάτες του (2010) πρότειναν ότι ο γεωμετρικός μέσος όρος των δοκιμασμένων ενζύμων, η μικροβιακή βιομάζα του άνθρακα, η μικροβιακή βιομάζα του νατρίου και η β-γλυκοσιδάση ήταν οι πιο αποτελεσματικοί δείκτες για την παρακολούθηση της ποιότητας του εδάφους.

Υπάρχουν περιορισμένες μελέτες που συγκρίνουν την επίδραση της διαχείρισης στις ιδιότητες του εδάφους ως δείκτες ποιότητας του εδάφους στην αμπελουργία. Μερικοί συγγραφείς προτείνουν ότι η βιολογική καλλιέργεια υπό διαφορετική διαχείριση

καλλιέργειών έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη ποιότητα εδάφους από τη συμβατική καλλιέργεια λόγω της βελτιωμένης βιοποικιλότητας του εδάφους, του βελτιωμένου σχηματισμού της εδαφολογικής δομής, του αυξημένου οργανικού άνθρακα του εδάφους, της μικροβιακής βιομάζας και της ενζυμικής δραστηριότητας (Okur, Altindisli, Cengel, Gocmez, & Kayikcioglu, 2009). Τα βιολογικά συστήματα διαχείρισης αμπελώνων χαρακτηρίζονται από την αποφυγή συνθετικών φυτοφαρμάκων και τη χρήση βιολογικών λιπασμάτων, πράσινης κοπριάς και, συχνά, μειωμένης, ρηχής άρωσης. Αρκετοί συγγραφείς μελέτησαν τα χαρακτηριστικά του εδάφους του αμπελώνα μετά από εφαρμογές διαφορετικών βιολογικών τροποποιήσεων και υπό διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης χωραφιών (Virto, et al., 2012). Ο Coll και οι συνεργάτες του (2011) μέτρησαν τη μακροπρόθεσμη επίδραση της βιολογικής αμπελουργίας με φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς δείκτες. Υπάρχει μεγάλη ανάγκη να προσδιοριστεί ο καταλληλότερος δείκτης ποιότητας του εδάφους για τα οικοσυστήματα του αμπελώνα.

Συνήθως, η βιολογική διαχείριση των αμπελώνων περιλαμβάνει την ενσωμάτωση αγροκτημάτων και πράσινων κοπριάς, ελάχιστη άρωση και χρήση βιο-λιπασμάτων. Αυτές οι πρακτικές επηρεάζουν έντονα τη μικροβιακή δραστηριότητα και τη βιομάζα στο έδαφος. Επιπλέον, η απόκριση αυτών των βιολογικών δεικτών στις αλλαγές στις πρακτικές διαχείρισης του εδάφους μπορεί να παρατηρηθεί σε σύντομες χρονικές κλίμακες. Ως ένας από τους σημαντικότερους βιολογικούς δείκτες του εδάφους, η μικροβιακή βιομάζα αποτελεί μέρος του ασταθούς κλάσματος της οργανικής ύλης του εδάφους, που λειτουργεί τόσο ως παράγοντας για την ανακύκλωση οργανικής ύλης όσο και για την προμήθεια θρεπτικών συστατικών στο έδαφος (Tripathi, Chakraborty, Chakrabarti, & Bandyopadhyay, 2007). Η μικροβιακή βιομάζα του άνθρακα στα βιολογικά διαχειριζόμενα εδάφη αυξήθηκε τακτικά κατά τη διάρκεια της μεταβατικής περιόδου (2004 και 2005) αλλά σταθεροποιήθηκε τα τελευταία 2 χρόνια (περίοδος βιολογικής παραγωγής). Αυτά τα ευρήματα ταιριάζουν με εκείνα των Castillo και Joergensen (2001) που έδειξαν ότι η βιομάζα του άνθρακα βελτιώνεται σημαντικά από την οικολογική διαχείριση. Επιπλέον, οι αυξήσεις της εργο-χοληστερόλης στη μελέτη τους συνεπάγονται μετατόπιση της σύνθεσης της μικροβιακής κοινότητας σε μυκητιακά συστατικά.

Η σχέση μεταξύ της μικροβιακής βιομάζας του άνθρακα και του οργανικού ανθρακικού εδάφους μπορεί να παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τις βιολογικές και

χημικές αλλαγές που συμβαίνουν σε διαφορετικά συστήματα διαχείρισης. Οι Anderson και Domsch (1989) πρότειναν ότι η αναλογία μικροβιακής βιομάζας του άνθρακα / οργανικού άνθρακα είναι ένας δείκτης της διαθεσιμότητας της οργανικής ύλης του εδάφους προς του μικροοργανισμούς. Η αναλογία μικροβιακής βιομάζας του άνθρακα / οργανικού άνθρακα και των δύο συστημάτων διαχείρισης ήταν παρόμοια κατά τη μεταβατική περίοδο (2004 και 2005). Όμως, τα επόμενα χρόνια (2006 και 2007) του πειράματος, η αναλογία μικροβιακής βιομάζας του άνθρακα / οργανικού άνθρακα των βιολογικά διαχειριζόμενων εδαφών ήταν σημαντικά υψηλότερος από αυτόν των συμβατικά διαχειριζόμενων εδαφών. Αυτό το εύρημα είναι σύμφωνο με μια μεγαλύτερη δεξαμενή ενεργού άνθρακα στον οργανικό αμπελώνα πιθανώς λόγω της εισαγωγής οργανικού υλικού (πράσινη κοπριά).

Τα αποτελέσματα της μελέτης των Okur, Kayıkcıoğlu, Ates και Yagmur (2015) υποστηρίζουν την ιδέα ότι η αναπνοή του εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάκριση μεταξύ διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης του εδάφους (Pankhurst, et al., 1995) και έδειξαν ότι η αναπνοή του εδάφους ήταν μεγαλύτερη στη βιολογική από τη συμβατική διαχείριση. Υψηλότερες τιμές για την αναπνοή του εδάφους σε εδάφη υπό βιολογική διαχείριση συμφωνούν με την αύξηση της οργανικής ύλης του εδάφους και της μικροβιακής βιομάζας του εδάφους. Υψηλότερες τιμές που μετρώνται σε οργανικά εδάφη υποδεικνύουν επίσης ότι η μικροβιακή κοινότητά της κατανάλωσε περισσότερη ενέργεια.

Ένας άλλος σημαντικός δείκτης ποιότητας του εδάφους είναι το μεταβολικό πηλίκιο, το οποίο θεωρείται ένα μέτρο φυσιολογικού στρες στη μικροβιακή κοινότητα και έχει προωθηθεί ως ειδικός δείκτης που κάνει διάκριση μεταξύ βιολογικής και συμβατικής διαχείρισης (Mader, et al., 2002). Στη μελέτη του Okur και των συνεργατών του (Okur, Kayıkcıoğlu, Ates, & Yagmur, 2015), το μεταβολικό πηλίκιο μειώθηκε κατά τη μετάβαση σε βιολογική καλλιέργεια και φάνηκε να σταθεροποιείται κατά τη διάρκεια της οργανικής φάσης του πειράματος, υποδηλώνοντας πιθανώς μια νέα ισορροπία. Ο Mader και οι συνεργάτες του (1995) πρότειναν ότι η διαχείριση του οργανικού εδάφους διατηρεί καλύτερα τον οργανικό άνθρακα του εδάφους, όπως υποδεικνύεται από υψηλότερη αναλογία μεταξύ μικροβιακής βιομάζας του άνθρακα / οργανικού άνθρακα και χαμηλότερο επίπεδο μεταβολικού πηλίκου.

Οι δραστηριότητες των ενζύμων του εδάφους αποτελούν τόσο πρώιμους όσο και ευαίσθητους δείκτες διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης λόγω του ουσιαστικού ρόλου τους στον κύκλο των θρεπτικών συστατικών στο έδαφος (Melero, Porras, Herencia, & Madejon, 2006). Οι ενζυματικές δραστηριότητες ήταν σημαντικά υψηλότερες στα βιολογικά από τα συμβατικά εδάφη κατά τη διάρκεια της οργανικής περιόδου (2006 και 2007). Οργανικές τροποποιήσεις, όπως πράσινη κοπριά, κομποστοποίηση, λιπασματοποίηση κοπριάς / συνδυασμοί πράσινης κοπριάς και συνδυασμοί κοπριάς / πράσινης κοπριάς αύξησαν σημαντικά τη δραστηριότητα ενός αριθμού ενζύμων εδάφους σε σύγκριση με το μη τροποποιημένο έδαφος. Η αύξηση της ενζυματικής δραστηριότητας των βιολογικά διαχειριζόμενων εδαφών είναι πιθανό να οφείλεται στη διέγερση της μικροβιακής δραστηριότητας παρά στην άμεση προσθήκη ενζύμων από οργανικές πηγές (Martens, Johanson, & Frankenberger Jr., 1992). Η εξόρυξη αυξήθηκε κατά 33% εντός 4 ετών σε οργανικά διαχειριζόμενα εδάφη και ήταν 1,3 φορές μεγαλύτερη από ό, τι στο συμβατικό σύστημα διαχείρισης κατά το τελευταίο έτος του πειράματος.

Η περιεκτικότητα του οργανικού άνθρακα στο έδαφος και η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών του εδάφους αυξήθηκαν σημαντικά κατά την περίοδο της βιολογικής παραγωγής (2006 και 2007). Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί με τα ευρήματα από πολλές άλλες μελέτες (Liu, Tu, Hu, Gumpertz, & Ristaino, 2007). Αν και ο οργανικός άνθρακας παρέμεινε σχεδόν ο ίδιος στα έτη μεταξύ 2004 και 2006, μειώθηκε το 2007 στο πλαίσιο του συμβατικού συστήματος διαχείρισης. Η αύξηση του οργανικού άνθρακα στα βιολογικά διαχειριζόμενα εδάφη μπορεί να εξηγηθεί από την υψηλή ποσότητα υλικών οργανικού λιπάσματος που αφήνονται στα αγροτεμάχια που συμπληρώνουν την τροποποίηση του αγροκτήματος.

Στο τέλος της δοκιμής της έρευνας του Okur και των συνεργατών του (Okur, Kayikcioglu, Ates, & Yagmur, 2015), οι ποσότητες του συνολικού οργανικού αζώτου και του διαθέσιμου φωσφόρου σε εδάφη με οργανική διαχείριση ήταν 1,7- και 1,6 φορές μεγαλύτερες από ό, τι στα συμβατικά εδάφη, αντίστοιχα. Παρόμοιες αυξήσεις που αλλάζουν μεταξύ 1,2 και 1,8 φορές επιτεύχθηκαν επίσης για τα άλλα φυτικά θρεπτικά συστατικά. Αυτά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα οργανικά συστήματα διαχείρισης που χρησιμοποιούν την πράσινη κοπριά και την κοπριά των αγροκτημάτων μπορούν να διεγείρουν τη βιολογική δραστηριότητα που σχετίζεται με την

ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών στο έδαφος και έτσι να υποστηρίξουν τη γονιμότητα του εδάφους.

Η απόδοση φρέσκου σταφυλιού και οι παράμετροι ποιότητας που μελετήθηκαν δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ των αμπελώνων που είναι συμβατικά και βιολογικά. Η απόδοση που επιτυγχάνεται στα συστήματα βιολογικής γεωργίας είναι γενικά η ίδια ή χαμηλότερη από εκείνη των συμβατικών γεωργικών συστημάτων. Δύο σημαντικοί παράγοντες αντιπροσωπεύουν τα πραγματικά και πιθανά οφέλη της βιολογικής γεωργίας: κάπως χαμηλότερη απόδοση και βελτιώσεις στην ποιότητα του εδάφους και των φυτών που βελτιώνουν την υγεία των φυτών (Benbrook, 2009). Συμπερασματικά, η βιολογική διαχείριση στους αμπελώνες επηρεάζει τις μικροβιολογικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους αυξάνοντας τη μικροβιακή βιομάζα και την ενζυματική δραστηριότητα, καθώς και τη διαθέσιμη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Οι μικροβιολογικές ιδιότητες του εδάφους συμπεριλαμβανομένης της ενζυματικής δραστηριότητας αποδείχθηκαν πρώιμοι ευαίσθητοι δείκτες των αλλαγών στην ποιότητα του εδάφους. Στην κλιματική ζώνη μετάβασης μεταξύ του ηπειρωτικού και του μεσογειακού εδάφους της Δυτικής Τουρκίας, η ποιότητα του εδάφους των βιολογικών αμπελώνων βελτιώθηκε μετά από 2 χρόνια της μεταβατικής περιόδου που ορίστηκε για βιολογική πιστοποίηση. Όμως, η βελτίωση της ποιότητας του εδάφους σε βιολογικά οικόπεδα δεν είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερη απόδοση. Αρχικά, η χαμηλότερη απόδοση στις βιολογικές εκμεταλλεύσεις έχει αποδοθεί στις αρνητικές επιπτώσεις των προηγούμενων συμβατικών πρακτικών στους μικροοργανισμούς του εδάφους που ανοργανοποιούν την οργανική ύλη του εδάφους ή που ελέγχουν τα επιβλαβή εδάφη (MacRae, Hill, Mehuys, & Henning, 1990). Οι σταδιακές αλλαγές στη δομή της μικροβιακής κοινότητας και οι βελτιώσεις στην ποιότητα του εδάφους μπορεί τελικά να αυξήσουν την απόδοση. Μια άλλη εξήγηση για τις χαμηλότερες αποδόσεις μπορεί να είναι η επιταχυνόμενη αποσύνθεση των οργανικών τροποποιήσεων υπό τις θερμές κλιματολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Μακροπρόθεσμες μελέτες με διαφορετικούς τύπους και ποσότητες βιολογικών πηγών θα βελτιώσουν τη γνώση της επίδρασης της βιολογικής διαχείρισης στην απόδοση και την ποιότητα των σταφυλιών.

Επιδράσεις της βιολογικής καλλιέργειας στους οργανισμούς του εδάφους

Στη βιολογική γεωργία, η διατροφή των φυτών βασίζεται στην ανοργανοποίηση της οργανικής ύλης από τους οργανισμούς του εδάφους. Αρκετοί συγγραφείς ανέφεραν

αρνητικές επιδράσεις του χαλκού στους οργανισμούς του εδάφους. Στην έρευνα των Beni και Rossi (2009) παρατηρήθηκαν τάσεις υψηλότερου διαθέσιμου περιεχομένου χαλκού στις βιολογικές θεραπείες από ό, τι στις συμβατικές. Στην πραγματικότητα, τα άλατα χαλκού είναι τα μόνα αποτελεσματικά μυκητοκτόνα κατά του περονόσπορου, που επιτρέπονται στη βιολογική γεωργία. Επιπλέον, ο Brun και οι συνεργάτες του (2001) έδειξαν ότι ο χαλκός συσσωρεύεται στα ανώτερα στρώματα του εδάφους. Ωστόσο, στη μελέτη, δεν παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του διαθέσιμου χαλκού μετά από οργανική μετατροπή. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της διαθεσιμότητας χαλκού. Ο Michaud και οι συνεργάτες του (2007) έχουν δείξει ότι σε ασβεστολιθικά εδάφη που έχουν μολυνθεί από μυκητοκτόνα χαλκού, ο χαλκός που μπορεί να εκχυλιστεί με νερό διέφερε λίγο, σε σύγκριση με το συνολικό επίπεδο χαλκού του εδάφους.

Γενικά, η κάλυψη του γρασιδιού και οι εφαρμογές της οργανικής ύλης έχουν θετικά αποτελέσματα στους γαιοσκώληκες στους αμπελώνες. Ωστόσο, μετρήθηκε η χαμηλότερη πυκνότητα και η βιομάζα των γαιοσκωλήκων σε βιολογικά οικόπεδα. Η καλλιέργεια που ήταν πιο συχνή για τον έλεγχο ζιζανίων υπό βιολογική διαχείριση θα μπορούσε επίσης να εξηγήσει αυτές τις παρατηρήσεις. Αρκετοί συγγραφείς υπογράμμισαν τις αρνητικές επιπτώσεις του οργώματος στην πυκνότητα των γαιοσκωλήκων και στη βιομάζα (Emmerling, 2001). Επιπλέον, με τη βιολογική μετατροπή, η ρηχή άροση αντικαταστάθηκε από ένα βαθύτερο όργωμα από χύτευση. Η βραχυπρόθεσμη μελέτη του Metzke και των συνεργατών του (2007) δεν παρατήρησαν υψηλότερη πυκνότητα γαιοσκωλήκα ή βιομάζα κάτω από ρηχά οργώματα σε σύγκριση με το όργωμα με χύτευση. Ο Villenave και οι συνεργάτες του (2009) απέδειξαν ότι το όργωμα τείνει επίσης να διαταράσσει τα παμφάγα και τα αρπακτικά νηματώδη. Με τον ίδιο τρόπο, δεν υπήρξε καμία τροποποίηση της πυκνότητας αυτών των νηματωδών με τη βιολογική καλλιέργεια και η χαμηλή πυκνότητά τους σε κάθε οικόπεδο έδειξε έναν απλό και κοντό ιστό μικρο-τροφών εδάφους σε όλους αυτούς τους αμπελώνες. Η συμπίεση του εδάφους, όπως αξιολογήθηκε από το μέτρο της πυκνότητας, ήταν υψηλότερη στα βιολογικά οικόπεδα. Αυτό ήταν το αποτέλεσμα της αύξησης της κίνησης για την επεξεργασία οργώματος και της φυτοϋγειονομικής διαχείρισης στη βιολογική διαχείριση. Οι Bouwman και Arts (2000) παρατήρησαν μείωση της πυκνότητας των νηματοειδών ελεύθερης διαβίωσης σε ένα πολύ συμπίεμένο έδαφος σε σύγκριση με ένα ελαφρώς συμπίεμένο έδαφος.

Εξήγησαν ότι τα νηματώδη αντέδρασαν αρνητικά στους μειωμένους χώρους των πόρων λόγω της συμπύκνωσης του εδάφους. Στην περίπτωση της έρευνας, η πυκνότητα των νηματοειδών που τροφοδοτούν τα βακτήρια και τους μύκητες ήταν παγκόσμια υψηλότερη στα βιολογικά επίπεδα παρά την αυξημένη πυκνότητα όγκου. Οι Hansen και Engelstad (1999) έδειξαν ότι η συμπίεση του εδάφους είχε αρνητικές επιπτώσεις στους γαιοσκώληκες. Έτσι, η συμπίεση του εδάφους θα μπορούσε να εξηγήσει τη μείωση της πυκνότητας των γαιοσκωλήκων που παρατηρήθηκε στη βιολογική αμπελουργία. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι γεωργικές πρακτικές στη βιολογική μετατροπή προκαλούν κάποια ζημιά στους οργανισμούς του εδάφους.

Λίπανση

Η λίπανση είναι το θεμέλιο της βιολογικής αμπελουργίας, καθώς καταλαμβάνει τη σημαντικότερη θέση για τη διατήρηση και την αύξηση της γονιμότητας του εδάφους, καθώς και για την εξυγίανση εδαφών με αρρώστιες. Μια προνοητικά εφαρμοσμένη λίπανση αλλάζει με το πέρασ των ετών τη σημασία της κατεργασίας, όπως και της λίπανσης του εδάφους ριζικά. Εάν, δια μέσου της χαλάρωσης και της λίπανσης του εδάφους, επιτευχθεί η δημιουργία μιας γόνιμης και ενεργής ανώτερης στρώσης του εδάφους, η λίπανση καταλαμβάνει δευτερεύουσα θέση. Η δράση των ριζών των φυτών και όλων των ζωντανών οργανισμών του εδάφους μπορεί να εγγηθεί μια υγιή ανάπτυξη του αμπελιού (Zhang, et al., 2012).

Εκτός από τη χλωρή λίπανση, το έδαφος μπορεί να εμπλουτιστεί με θρεπτικά στοιχεία και από «άλλα λιπάσματα», οργανικά ή ανόργανα που κυκλοφορούν στο εμπόριο και επιτρέπεται η χρήση τους στη βιολογική γεωργία. Αυτά είναι (Daniyan, et al., 2017):

- Λιπάσματα ζωικής προέλευσης
- Κοπριά πουλερικών
- Κομποστοποίηση
- Επικάλυψη με άχυρα και ρινίσματα φλοιών
- Ορυκτάλευρα

Στρατηγικές Λίπανσης

Δυστυχώς, οι λιπάνσεις διαρκείας (έως 10 έτη ή και περισσότερο) έχουν σπάνια επιτυχία, επειδή τα μείγματα έχουν μονόπλευρες τάσεις προς τα ποώδη φυτά. Λόγω της φυσικής καθίζησης του εδάφους εξαιτίας των συμπίεσεων του εδάφους που δημιουργούνται επιπρόσθετα, το συχνό πέρασμα των γεωργικών μηχανημάτων μεταξύ

των σειρών με τα αμπέλια μπορεί να χειροτερέψει τη δομή του εδάφους. Στις περισσότερες περιπτώσεις, πραγματοποιείται μια χαλάρωση του εδάφους, η οποία επιτυγχάνεται με νέα σπορά σε μικρά χρονικά διαστήματα (κάθε 5 χρόνια) (Olfati, Khasmakhi-Sabet, Shabani, & Peyvast, 2012).

Για να μπορέσουν οι νέες ρίζες των φυτών της λίπανσης να αναπτυχθούν στο έδαφος γρήγορα και χωρίς την εμφάνιση δυσκολιών, έτσι ώστε να μπορέσουν να διανοίξουν νέους εδαφικούς ορίζοντες, θα πρέπει πριν από κάθε νέα σπορά να προηγείται μια χαλάρωση του εδάφους, όπου μια επιφανειακή κατεργασία του εδάφους θα πρέπει οπωσδήποτε να αποφευχθεί (Ditta, et al., 2018). Σημείο εκκίνησης για την επιλογή της εκάστοτε στρατηγικής, που αφορά τον τρόπο διεξαγωγής της λίπανσης σε ένα αμπελοτεμάχιο, αποτελεί η κατάσταση του εδάφους, η οποία εκτιμάται με τη βοήθεια της διάγνωσης με το πατόφτυαρο, καθώς και η σύνθεση των ειδών στα ήδη υπάρχοντα φυτά. Πρακτικά, διακρίνονται συνήθως οι παρακάτω περιπτώσεις (Yamada & Xu, 2001):

1. Γόνιμο έδαφος

Το έδαφος είναι ήδη σε μια εύθρυπτη κατάσταση (πλούσιο ριζικό σύστημα και καλή σύσταση) και παρουσιάζει μια πολύπλευρη ποικιλότητα φυτικών ειδών. Σε αυτή τη περίπτωση δεν χρειάζονται βελτιωτικά μέτρα, αλλά θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μια ανάλογη συντήρηση στα ήδη υπάρχοντα φυτά, έτσι ώστε να παραμείνει αυτή η ποικιλότητα των ειδών για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

2. Μείγμα εγγείας βελτίωσης

Υπό κανονικές συνθήκες διαπιστώνονται συμπίεσμένες, μη γόνιμες εδαφικές σχέσεις, κακός σχηματισμός συσσωματωμάτων και ελάχιστη εξάπλωση του ριζικού συστήματος, όπου με μια μοναδική χαλάρωση του εδάφους, η οποία ακολουθείται από σπορά με ένα μείγμα ειδικών φυτών για τη λίπανση, δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί η απαιτούμενη εδαφική γονιμότητα, η οποία είναι σε θέση να δημιουργηθεί μόνο μετά από επαναληπτικές χαλαρώσεις του εδάφους και νέες σπορές. Στην προκειμένη περίπτωση απαιτούνται κυρίως μείγματα από σπόρους φυτών, που είναι κατάλληλα για έγγεια βελτίωση και ειδικά για τη δημιουργία εδαφικής γονιμότητας με μικρή χρονική διάρκεια ζωής. Επομένως, η λίπανση εγγείας βελτίωσης αποτελείται αυτόματα από μονοετή, είδη φυτών. Σημαντικό ρόλο παίζει η επιλογή των φυτών, τα οποία θα πρέπει να

παρουσιάζουν έντονη δραστηριότητα του ριζικού συστήματος, με αποτέλεσμα η ταχεία ανάπτυξη αυτού, όπως και η ικανότητά του να εξαπλώνεται σε μη γόνιμο έδαφος να είναι σημαντική προϋπόθεση για τα φυτά αυτής της κατηγορίας.

3. Πολυετή μείγματα

Στην περίπτωση που η φυσική γονιμότητα του εδάφους υφίσταται και πρέπει να σταθεροποιηθεί και να διατηρηθεί, προσφέρονται μείγματα με πολλά πολυετή είδη. Αυτά τα μείγματα πρέπει, εκτός από τα ψυχανθή, να περιέχουν οπωσδήποτε αγριόχορτα και πιθανόν αγρωστώδη ως συμπλήρωμα.

4. Μείγματα μετατροπής:

Ως ενδιάμεση μορφή μεταξύ ενός μείγματος εγγείας βελτίωσης και ενός πολυετούς μείγματος είναι το μείγμα μετατροπής, ένα πολυετές βασικό μείγμα, το οποίο αποτελείται από μονοετή και πολυετή φυτά. Κατά το έτος σποράς εξελίσσονται πρώτα τα γρήγορα αναπτυσσόμενα μονοετή φυτά (βίκος, φακελωτή). Μετά τη νέκρωση αυτών των φυτών, λόγω καταπάτησης ή κοπής, αναπτύσσονται τα πολυετή φυτά, όπως σε μια ενδιάμεση καλλιέργεια.

5. Επισπορά

Σε ορισμένες περιπτώσεις διακρίνεται στο έδαφος μια καλή δομή σε εύθρυπτη κατάσταση, ενώ η ριζοφυΐα είναι κακή και η κάλυψη από τα φυτά αρκετά μονόπλευρη. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί μια επισπορά να καταλήξει επιτυχής, αλλά στην περίπτωση της βιολογικής αμπελουργίας υπάρχουν μόνο λίγες θετικές εμπειρίες που σχετίζονται με τον επιθυμητό συνδυασμό από φυτά, τα οποία είναι κατάλληλα για μια λίπανση.

6. Χαλάρωση κάτω από τη φυτική κάλυψη

Εάν η σύνθεση των ειδών των φυτών της λίπανσης είναι ιδανική, αλλά το έδαφος κάτω από αυτά ανεπαρκώς ριζωμένο, συμπιεσμένο και κακώς δομημένο, υπάρχει η δυνατότητα χαλάρωσης κάτω από τη φυτική κάλυψη με κατάλληλα μηχανήματα (καλλιεργητής με πτερωτά υνιά ή παράροτρο), έτσι ώστε οι ρίζες να αναπτυχθούν καλύτερα και βαθύτερα.

7. Χαμηλά αναπτυσσόμενα φυτά ή φυτά κάλυψης εδάφους

Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε απόκρημνες πλαγιές και κυρίως σε αμπελοτεμάχια, τα οποία δεν είναι σε θέση να καλλιεργηθούν ακόμα και με βοηθητικά μέσα έλξης για τα καλλιεργητικά μηχανήματα, αναζητούνται ιδιαίτερες στρατηγικές. Η μηχανοποίηση είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό

περιορισμένη και το κόψιμο των φυτών πολύ δαπανηρό. Επιπλέον, υπάρχει το πλεονέκτημα μιας απουσιάζουσας εδαφικής συμπίεσης, η οποία προκαλείται από βαριά μηχανήματα. Σε αυτές τις τοποθεσίες, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα φυτά με χαμηλή ανάπτυξη, τα οποία διακρίνονται για τη μεγάλη αντοχή τους στη ξηρασία. Η κοπή της φυτικής κάλυψης μπορεί να περιοριστεί αρκετά, ενώ η κατανάλωση του νερού από αυτά τα φυτά είναι κατά κανόνα πολύ χαμηλή. Αυτή η επιθυμητή κάλυψη του εδάφους μπορεί να επιτευχθεί με μια νέα σπορά ή ακόμα και με ανάλογη συντήρηση της φυτικής κάλυψης.

Αρδευση

Όπως όλα τα φυτά, έτσι και το αμπέλι έχει ανάγκη από νερό που λαμβάνει από το έδαφος. Το νερό αυτό προέρχεται από τη βροχή ή το πότισμα. Το διαθέσιμο νερό είναι ένα από τα σημαντικότερα σημεία στην καλλιέργεια των αμπελιών. Το ιδανικό αμπέλι δεν έχει ανάγκη από πότισμα. Γενικά, στερώντας από το κλήμα το νερό, αυτό θα κάνει βαθιές ρίζες για να το αναζητήσει, με αποτέλεσμα να έχει τη δυνατότητα, χάρη στις βαθιές του ρίζες, να αντέχει καλύτερα σε περιόδους ξηρασίας. Εάν μπορούν να καλλιεργούνται σταφύλια σε ικανοποιητική και καλή ποσότητα και καλά ώριμα χωρίς να ποτιστούν, θα υπάρξει ένα ιδανικό αμπέλι (Ekinçi, Ors, Sahin, Yildirim, & Dursun, 2015).

Ο Μάρτιος είναι ο πιο κατάλληλος μήνας για πότισμα. Το πότισμα στη βιολογική αμπελοκαλλιέργεια πρέπει να είναι η έσχατη λύση. Στα οινοποιήσιμα σταφύλια, ένα πότισμα την περίοδο της άνοιξης είναι αρκετό. Προκειμένου να επιτευχθεί μεγάλη παραγωγή και ταυτόχρονα μικρές ρώγες, σε περιοχές όπου το πότισμα είναι σταθερή πρακτική, έχει αρχίσει να εμφανίζεται η τεχνική της πρόκλησης του «υδατικού στρες» που επιβάλλεται στο αμπέλι κατά την καρπόδεση (Pasakdee, Banuelos, Shennan, & Cheng, 2007). Στην περίοδο της βλάστησης μεταξύ Μαΐου και Αυγούστου είναι πιθανόν το αμπέλι να χρειαστεί δύο με τρία ποτίσματα. Η ποσότητα του νερού είναι 30-80 κυβικά μέτρα ανά στρέμμα (αντιστοιχεί σε βροχή ύψους 30-80 χιλιοστών). Για το σκοπό αυτό υπάρχει ένα ειδικό μηχανήμα μέτρησης υδατικού στρες, που μετρά την πίεση που πρέπει να ασκηθεί πάνω σε ένα μίσχο φύλλου αμπελιού μέχρι να εμφανιστεί σταγονίδιο νερού στην άκρη του. Η προμήθειά του βέβαια αφορά πολύ μεγάλες καλλιέργειες (Graber & Gerstl, 2011).

Η Ελλαδική φύση προσφέρει απλόχερα νερό το χειμώνα και παρά το στεγνό καλοκαίρι, στις περισσότερες περιοχές οι ανάγκες του φυτού σε νερό καλύπτονται φυσιολογικά από τις βροχοπτώσεις. Εάν οι καλλιέργειες χρειαστούν πότισμα, αυτό θα πρέπει να γίνει την κατάλληλη στιγμή, η οποία είναι τη στιγμή της άνθησης και, έπειτα, την περίοδο της αλλαγής του χρώματος της ρόγας (Leogrande, Lopedota, Vitti, Ventrella, & Montemurro, 2014). Οι μεγαλύτερες ανάγκες των φυτών σε νερό αφορούν την περίοδο από την καρπόδεση μέχρι την έναρξη της ωρίμανσης (τρίμηνο Ιουνίου-Αυγούστου). Η βροχή ή το πότισμα πριν από το τρύγο είναι επιζήμια για την ποιότητα των σταφυλιών, γιατί οδηγούν στη διάγκωση του καρπού με νερό και κατά συνέπεια στην αραίωση όλων των γευστικών και αρωματικών συστατικών. Επιπλέον, το εξαιρετικά υγρό καλοκαίρι δεν είναι ευνοϊκό για το αμπέλι λόγω της ευαισθησίας του στους παθογόνους μικροοργανισμούς. Αντίθετα, όταν τα αποθέματα του νερού πέσουν κάτω από ένα όριο, το κλήμα κινδυνεύει (Leogrande, Lopedota, Vitti, Ventrella, & Montemurro, 2014).

Ένας ιδιαίτερα σημαντικός τομέας για την εδαφική υδατοδιαχείριση της αμπελουργίας είναι η χρήση των υπαρχόντων βροχοπτώσεων δια μέσου κάποιων υδρογραφικών προϋποθέσεων. Έρευνες απέδειξαν τη στενή σχέση μεταξύ του διαθέσιμου νερού για τα φυτά με τα εδαφοφυσικά μεγέθη, όπως η υδατοϊκανότητα, η σταθερότητα συσσωματωμάτων κλπ. Λόγω αρνητικών αλλαγών στα αμπελουργικά εδάφη, η απορροφητικότητα όπως και η διαθεσιμότητα του νερού δεν είναι πλέον σε ικανοποιητικό βαθμό εξασφαλισμένες, εξαιτίας των φυσικών αλλαγών στη δομή του εδάφους σε συνδυασμό με την τροφοδοσία σε νερό, που διατίθεται για τα φυτά. Ειδικά σε αμπελουργικές περιοχές με χαμηλές ολικές ποσότητες βροχοπτώσεων η εκμετάλλευση του εδαφικού νερού αποκτά πολύ μεγάλη σημασία, έτσι ώστε να μπορέσουν να αποφευχθούν ζημιές στα αμπέλια λόγω της ξηρασίας (Badia & Alcaniz, 1993).

Φυτοπροστασία

Η φυτοπροστασία αποτελεί βασική βελτίωση σε όλες τις μορφές με τις οποίες ασκείται η γεωργία. Η οικολογική αντιμετώπιση τόσο των ασθενειών όσο και των ζωικών εχθρών στα φυτά επιδιώκει τον κατάλληλο και οικολογικό συνδυασμό των προφυλακτικών, καλλιεργητικών, βιολογικών, βιοχημικών και βιοτεχνολογικών μεθόδων, ώστε να επιτύχει τη μακροχρόνια βελτιστοποίηση και όχι την βραχυχρόνια αριστοποίηση του παραγωγικού αποτελέσματος, με το μικρότερο περιβαλλοντικό και

οικονομικό κόστος (Rodriguez-Rajo, Jato, Fernandez-Gonzalez, & Aira, 2010). Παράλληλα, ενδιαφέρεται και αναπτύσσει τις στρατηγικές εκείνες, οι οποίες είναι σε θέση να επαναδιορθώσουν τις ζημιές που προκάλεσε στο αγρο-οικοσύστημα η συμβατική φυτοπροστασία. Οι βασικές αρχές που διέπουν την οικολογική αντιμετώπιση των ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών και κατά συνέπεια του αμπελιού μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω (Michoroulos & Solomou, 2019):

- Σύγχρονη και ολιστική αντίληψη της ασθένειας ως προϊόν συν-επίδρασης διαφόρων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων.
- Οικολογική και οικονομική μελέτη των μεθόδων αντιμετώπισης που προσφέρονται για τον έλεγχο της συγκεκριμένης ασθένειας, για να καταστεί δυνατή η επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού.
- Ανάπτυξη και εφαρμογή στρατηγικής αποκατάστασης του επιβαρυσμένου αγρο-οικοσυστήματος από τη συμβατική φυτοπροστασία.
- Αποφυγή χρησιμοποίησης ενεργοβόρων και κεφαλαιοβόρων τοξικών συνθετικών παρασιτοκτόνων, καθώς και προϊόντων της γενετικής μηχανικής με μη ελεγχόμενες συνέπειες.

Η αντιμετώπιση των μυκητολογικών ασθενειών

Η καταπολέμηση των μυκήτων στη βιολογική αμπελουργία αποδεικνύεται ως το πιο δύσκολο βήμα κατά την εφαρμογή των φιλικών προς το περιβάλλον καλλιεργητικών μεθόδων. Οι κυριότεροι μύκητες που προσβάλλουν το αμπέλι είναι:

- Ο περονόσπορος

Ο περονόσπορος προσβάλλει όλα τα πράσινα μέρη των αμπελιών, όπως τις κληματίδες, τους έλικες, τα φύλλα και τους βότρες. Προσβολές μετά την γονιμοποίηση των βοτρυών προσδίδουν σε αυτούς τεφρή απόχρωση και η σήψη χαρακτηρίζεται ως “τεφρή σήψη” περονόσπορου. Όψιμες προσβολές και πριν τον περκασμό προκαλούν στους βότρες συμπτώματα γνωστά ως “καστανή σήψη”. Η έντονη όψιμη προσβολή προκαλεί ολοκληρωτική φυλλόπτωση, με συνέπεια την καθυστέρηση της ωρίμανσης των κληματίδων, την αύξηση της ευαισθησίας τους και σε άλλα παθογόνα και την μείωση της επόμενης ανθοφορίας (Lee, Shin, Lee, & Choi, 2017).

Η οικολογική αντιμετώπιση βασίζεται στη λήψη προφυλακτικών και προληπτικών κυρίως μέτρων, τα οποία μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω (Tate & van der Mespel, 1983):

1. Αποφυγή εγκατάστασης των αμπελώνων σε χωράφια με πολύ υγρό και δροσερό μικρόκλιμα.
2. Κατά την εγκατάσταση του αμπελώνα, οι γραμμές φύτευσης πρέπει να ακολουθούν την φορά του ανέμου. Έτσι, τα πρέμνα αερίζονται καλύτερα και το νερό στεγνώνει γρηγορότερα από ενδεχόμενη βροχή ή δροσιά.
3. Αν χρησιμοποιούνται τα στέμφυλα για οργανική λίπανση, πρέπει να είναι καλά ζυμωμένα, ώστε να αποφευχθούν τυχόν εκβλαστήσεις γιγάρτων, που αποτελούν εστίες ανάπτυξης του παθογόνου. Για τον ίδιο λόγο, ο τρύγος πρέπει να γίνεται με επιμέλεια και να μην αφήνονται σταφύλια στο έδαφος.
4. Τα φύλλα που πέφτουν στο έδαφος αποτελούν σημαντικό υπόστρωμα διαχείμασης του μύκητα. Έτσι, τα φύλλα πρέπει να απομακρύνονται ή να παραχώνονται βαθιά.
5. Καλό είναι να καταστρέφονται οι βλαστοί που αναφύονται από τα χαμηλά σημεία του κορμού των πρεμνών, γιατί αποτελούν γέφυρες μεταφοράς του παθογόνου στις κληματίδες.
6. Κατά το κλάδεμα, πρέπει να ελέγχονται οι κληματίδες αν φέρουν μακροσκοπικά συμπτώματα προσβολής από περονόσπορο. Αν, παραδείγματος χάριν, τα γόνατα παρουσιάζουν διόγκωση των ιστών, τότε πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα παρεμπόδισης της πρώτης προσβολής.
7. Σημαντικό προληπτικό μέτρο είναι η ανάπτυξη συστήματος προειδοποιήσεων για την εξέλιξη της ασθένειας. Έχουν ήδη αναπτυχθεί επιδημιολογικά μοντέλα πρόβλεψης του κινδύνου από τον περονόσπορο, του χρόνου επεμβάσεων και των μέσων που χρησιμοποιούνται. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα μοντέλα Diouys και Milvit. Το δεύτερο μοντέλο είναι περιγραφικό και προσδιοριστικό της ποσότητας της αγενούς αναπαραγωγής του παθογόνου.
8. Κρίνεται επιτακτική η ανάγκη διενέργειας προληπτικών ψεκασμών με βορδιγάλειο πολτό. Οι αμπελουργοί πρέπει να γνωρίζουν ότι τα χαλκούχα προκαλούν φυτοτοξικότητα στη νέα βλάστηση, με ψυχρό και υγρό καιρό. Τα ευαίσθητα στάδια, κατά τα οποία η βλάστηση πρέπει να είναι καλυμμένη με ένα χαλκούχο, είναι όταν βλάστηση έχει 8-10 εκατοστά μήκος. Αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να πραγματοποιούνται όλοι οι ψεκασμοί, αφού χρειάζεται συστηματική παρακολούθηση της εξέλιξης της ασθένειας. Η πρώτη προσβολή πραγματοποιείται όταν η βλάστηση έχει μήκος 8-10 εκατοστά, όταν για 24 ώρες πέσει βροχή 10-12 mm και όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται στους 10-12° C.

- Το ωίδιο

Το ωίδιο προσβάλλει φύλλα, έλικες, βλαστούς και βότρες. Στα προσβεβλημένα μέρη σχηματίζονται οι χαρακτηριστικές λευκές αλευρώδεις καρποφορίες του μύκητα. Οι μεγαλύτερες ζημιές παρατηρούνται στις ρώγες που σχίζονται και προσβάλλονται μεταγενέστερα από διάφορες σήψεις. Στα πρώτα στάδια προσβολής, τα φύλλα παρουσιάζουν χαρακτηριστικό κατσάρωμα προς τα πάνω. Αν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, τα πρέμνα πρέπει να προστατεύονται με την εκτέλεση παρεμβάσεων ανά δεκαήμερο (Brook, 1992).

Η οικολογική αντιμετώπιση βασίζεται (Kiss, Russell, Szentivanyi, Xu, & Jeffries, 2004):

1. στην επιθεώρηση των κληματίδων κατά το κλάδεμα, για την εκτίμηση του διαχειμάζοντος μολυσματικού δυναμικού του παθογόνου, προκειμένου να δημιουργηθεί ολοκληρωμένο πρόγραμμα αντιμετώπισης της ασθένειας. Οι κληματίδες με σκουρόχρωμες δικτυώσεις στην επιφάνεια είναι η απόδειξη της έντονης προσβολής κατά την προηγούμενη καλλιεργητική τεχνική. Στην περίπτωση αυτή, οι ψεκασμοί, όταν ακόμη τα μάτια είναι κλειστά ή με την έκπτυσή τους, περιορίζουν κατά 40% το συνολικό αριθμό των επεμβάσεων και ελέγχουν σε ικανοποιητικό βαθμό την ασθένεια.
2. στο ελαφρό κορυφολόγημα των πρεμνών, στις περιοχές που παρατηρούνται έντονες προσβολές από ωίδιο.
3. στην χρήση ανθεκτικών στην ασθένεια ποικιλιών και ιδιαίτερα στις περιοχές που επικρατούν ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες.
4. στις επεμβάσεις με θείο. Το θείο χρησιμοποιείται με την μορφή επιπάσεων και ψεκασμών και είναι πέντε τύπων:
 - ανθός θείου, που προκύπτει από εξάχνωση και συμπύκνωση των ατμών του θείου.
 - άλευρο θείου, το οποίο προέρχεται από άλεση του ορυκτού θείου.
 - γάλα θείου, το οποίο προκύπτει από κατακρήμνιση του θείου και αποτελείται από κόκκους κρυσταλλικής μορφής.
 - μαύρο θείο, το οποίο είναι παραπροϊόν παρασκευής του φωτιστικού αερίου.

Αντιμετώπιση των ζωικών εχθρών

Ως εχθροί του αμπελιού χαρακτηρίζονται όλοι οι ζωικοί οργανισμοί, οι οποίοι με κάποιον τρόπο βλάπτουν το φυτό. Εάν συγκεντρωθούν όλοι οι «εχθροί» του αμπελιού θα παρατηρηθεί ότι αυτοί περιορίζονται στα φύλα. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρίσκεται στα αρθρόποδα και ακολουθούν οι νηματώδεις, τα σαλιγκάρια και τα σπονδυλωτά. Οι κυριότεροι εχθροί του αμπελιού είναι:

- Η φυλλοξήρα

Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό της φυλλοξήρας ασκούν οι κλιματολογικές συνθήκες. Το έντομο εξαπλώνεται με τις νεαρές κικιδόβιες-ριζόβιες μορφές, ενώ επίσης πολλαπλασιάζεται παρθενογενετικά. Η φυλλοξήρα προκαλεί με τα νύγματα της φυμάτια στα μικρά ριζίδια, ενώ στις μεγαλύτερες ρίζες δημιουργούνται εξογκώματα (καρκινώματα) (Skinner, 2018). Τα προσβεβλημένα μέρη σαπίζουν και καταστρέφονται, ενώ στο υπέργειο μέρος αυτό εκδηλώνεται με καθυστερημένη βλάστηση, χλώρωση, ξήρανση των φύλλων, πρόωρη φυλλόπτωση και τελικά ξήρανση του πρέμνου. Στον πολλαπλασιασμό της διευκολύνεται με την μεταφορά χόματος από τα μηχανήματα, με τον αέρα και το νερό της άρδευσης των αυλακιών.

Για την αντιμετώπιση του εντόμου και ιδιαίτερα στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας πρέπει να εξασφαλιστεί ο συνδυασμός της ευρωπαϊκής ποικιλίας με το κατάλληλο είδος ή το υβρίδιο αμερικάνικου υποκειμένου (Fahrentrapp, Muller, & Schumacher, 2015).

- Η ευδεμίδα

Η ευδεμίδα είναι πεταλούδα μήκους περίπου 12 χιλ.. Πετάει ως επί το πλείστον το δειλινό και την νύκτα. Η πτήση της διαρκεί περίπου 10-30 ημέρες, ανάλογα με την θερμοκρασία. Κάθε θηλυκό τοποθετεί πάνω στο τσαμπί και τις ρόγες μέχρι 100 αυγά μεγέθους 1 χιλιοστό. Ανάλογα με το πόσο ζέστη κάνει, η κάμπια βγαίνει από τα αυγά σε 12 ημέρες (15° C) και σε 6 ημέρες (με 25° C). Η στιγμή που βγαίνει η κάμπια από το αυγό είναι η πιο κατάλληλη για την καταπολέμηση της (Ben-Yehuda, Izhar, Wysoki, & Argaman, 1993). Ειδάλλως, η κάμπια που βγαίνει από 1 χιλ. και αναπτύσσεται μέχρι 12 χιλ. στην ανθοφορία, καταστρέφει τα άνθη και μετέπειτα, στις άλλες γενιές, τρυπάει τα σταφύλια, προκαλώντας το σάπισμα και δημιουργώντας εστίες για να ξεκινήσει ο βοτρυτής. Επομένως, ο αμπελουργός πρέπει να γνωρίζει το βιολογικό κύκλο της ευδεμίδας. Αυτός ο βιολογικός κύκλος της ευδεμίδας διαρκεί 45 ημέρες την άνοιξη και

33 το καλοκαίρι. Αναπτύσσονται 3 γενιές συνήθως ετησίως. Η ακριβής ημερομηνία καταπολέμησης του σκουληκιού της ευδεμίδας, καθορίζεται με βάση τις συλλήψεις του εντόμου στις παγίδες. Η παγίδα στο αμπέλι, πρέπει να τοποθετείται μέσα Απριλίου, όταν ξεκινήσει η πρώτη γενιά της ευδεμίδας. Με την εξέλιξη της γενιάς συλλαμβάνονται καθημερινώς και πιο πολλά άτομα, ενώ μετά από ένα διάστημα, παραδείγματος χάριν 10-12 ημέρες, οι συλλήψεις αρχίζουν να μειώνονται (El-Wakeil, Farghaly, & Ragab, 2009).

Ο καθορισμός της ημερομηνίας παρέμβασης πραγματοποιείται με τον ίδιο τρόπο στη συμβατική και τη βιολογική αμπελουργία. Τα μέσα καταπολέμησης όμως διαφέρουν. Ενώ η χημική αντιμετώπιση χρησιμοποιεί δηλητήρια, η βιολογική αμπελουργία αντιμετωπίζει το σκουλήκι της ευδεμίδας με τον βάκιλο της Θουριγγίας. Ο *B. Thuringiensis* είναι ένα αερόβιο βακτήριο, το οποίο, κατά την σποριοποίηση, παράγει συγχρόνως και μια κρυσταλλική πρωτεΐνη, την προτοξίνη. Με την κατάποση και υπό την επίδραση του αλκαλικού περιβάλλοντος και των πρωτεϊνολυτικών ενζύμων του στομάχου του εντόμου μετατρέπεται σε τοξίνη, την δέλτα-ενδοτοξίνη, η οποία έχει εντομοκτόνο δράση. Οι ενδοτοξίνες προσβάλλουν και καταστρέφουν τα κυτταρικά τοιχώματα του στομαχικοεντερικού επιθηλίου. Οι προνύμφες σταματούν να διατρέφονται και μετά από 2-4 μέρες πεθαίνουν (Choi, et al., 2020).

Επίσης μια άλλη μέθοδος στα πλαίσια της βιολογικής γεωργίας για την αντιμετώπιση του εντόμου είναι αυτή της διατάραξης των συζευξεων με φερομόνες. Πειραματικές εργασίες έδειξαν ότι εφαρμογή 50 εξατμιστήρων φερομόνης, ανά στρέμμα προστάτευσε έκταση 40 στρεμμάτων εξίσου ή και καλύτερα από τα εντομοκτόνα (Shahini, et al., 2010). Για την επιτυχία όμως της μεθόδου αυτής πρέπει να εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση αμπελώνων και να μην υπάρχουν αναμολύνσεις από γειτονικές καλλιέργειες. Επιπλέον υπάρχουν οι λεγόμενοι ρυθμιστές της ανάπτυξης των εντόμων. Πρόκειται για βιοανάλογα της νεανικής ορμόνης γνωστή και ως γοναδοτροπική. Ο ρόλος της στην ανάπτυξη των εντόμων είναι καθοριστικός, καθώς ελέγχει την προνυμφική εξέλιξη και παρεμβαίνει σε σημαντικές βιολογικές λειτουργίες (ωγένεση, σύζευξη, μεταβολισμό). Γνωστό σκεύασμα της κατηγορίας αυτής είναι το Fenoxycarb Εφαρμόζεται λίγο πριν την έναρξη των ωοτοκιών ή το αργότερο σε πρόσφατες ωοτοκίες και διακόπτει την εμβρυϊκή ανάπτυξη. Είναι δυνατόν επίσης, να χρησιμοποιηθούν κατάλληλοι παρεμποδιστές της ανάπτυξης των εντόμων που

αναστέλλουν την βιοσύνθεση της χητίνης. Η προνύμφη αδυνατεί να κατασκευάσει νέο χιτίνινο περίβλημα κατά την έκδυση και θανατώνεται (Moschos, 2006).

- Ο ψευδόκοκκος

Ο ψευδόκοκκος προτιμά σκιαζόμενα μέρη και όπου το σώμα τους έρχεται σε επαφή με τις περιβάλλουσες επιφάνειες του φυτικού οργάνου, όπως, παραδείγματος χάριν, κάτω από τον κάλυκα διαφόρων καρπών, στα σημεία επαφής μεταξύ γειτονικών καρπών ή και φύλλων. Κατά την ανάπτυξή τους, οι λάρβες εκκρίνουν μελιτώδεις εκκρίσεις. Στο αμπέλι η εξέλιξη τους είναι διαφορετική από αυτή των εσπεριδοειδών. Κατά την διάρκεια του χειμώνα, τότε που το πρέμνο στερείται πράσινων φυτικών οργάνων, τα έντομα διαχειμάζουν σε προστατευόμενες θέσεις του κορμού των πρέμνων, όπως και στις ρίζες και μπορούν να κατέβουν μέχρι βάθους 60 εκατοστών ή και περισσότερο (Krishnamorthy, et al., 2020). Την άνοιξη τα έντομα ανέρχονται, εγκαθίστανται στα τρυφερά μέρη και με την απομύζηση εξασθενούν το πρέμνο. Και στα σταφύλια όμως, με την αύξηση του πληθυσμού του εντόμου, αυξάνονται οι ποσότητες των μελιτωδών εκκρίσεων, όπου αναπτύσσονται και μύκητες με την γνωστή καπνιά, η οποία καλύπτει τα φύλλα, τους βλαστούς και τα σταφύλια, επιτείνοντας την εξασθένηση του πρέμνου, αλλά και υποβαθμίζοντας την ποιότητα των σταφυλιών. Η καταστροφή είναι πολύ χειρότερη σε σταφύλια σκεπασμένα με φύλλα, ενώ δεν αναπτύσσεται ο πληθυσμός του ψευδόκοκκου σε θέσεις καλά αεριζόμενες και εκεί όπου εισχωρεί ο ήλιος (Shera, Karmakar, Sharma, & Sangha, 2017).

Για την αντιμετώπισή του συνίσταται (Buzkan, et al., 2012):

- Καθάρισμα των πρέμνων, βλαστών και φύλλων έτσι ώστε να γίνεται καλός αερισμός και έκθεση στον ήλιο.
- Εφαρμογή της βιολογικής καταπολέμησης με ωφέλιμα έντομα και αρπακτικά

Κεφάλαιο 4^ο: Συγκριτική Ανάλυση των δύο Καλλιεργητικών Μεθόδων

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Συμβατικών Αμπελουργιών

Γενικότερα, η συμβατική γεωργία στηρίζεται στην εντατική κατεργασία του εδάφους, τη μονοκαλλιέργεια, στην εφαρμογή των ανόργανων λιπασμάτων, στην άρδευση, στο χημικό έλεγχο των εχθρών, στον γενετικό έλεγχο των καλλιεργούμενων φυτών κ.ά. Η αυξανόμενη παραγωγή των τροφίμων ξεπερνά την αύξηση του πληθυσμού. Οι αποδόσεις των περισσότερων καλλιεργούμενων ειδών έχουν αυξηθεί. Οι τιμές πολλών προϊόντων μειώνονται. Εάν η καλλιεργήσιμη επιφάνεια της γης καλλιεργηθεί με εντατικό ρυθμό, τα αγαθά θα περισσεύουν κατά πολύ. Η χρήση της συμβατικής γεωργίας στοχεύει στη μεγιστοποίηση της παραγωγής και στη μεγιστοποίηση του κέρδους. Συμβάλλει στη βαθμιαία αντικατάσταση των παλαιών καλλιεργητικών μεθόδων για την αντιμετώπιση των ζιζανίων (βοτανίσματα, αρόσεις κ.ά) και διευκολύνει την εφαρμογή των καταπολεμήσεων σε μεγαλύτερες εκτάσεις. Άλλα πλεονεκτήματά της είναι (Davenport, Bair, & Stevens, 2012):

- Υψηλότερες αποδόσεις.
- Χαμηλότερες τιμές.
- Καλύτερη ανταπόκριση στην πληθυσμιακή αύξηση του πλανήτη.

Από την άλλη, με την χρήση της βιολογικής αμπελουργίας, οι ποικιλίες αμπελιού (επιτραπέζιες, οινοποιήσιμες, σταφιδοποιήσιμες) που καλλιεργούνται συμβατικά, δέχονται καλλιεργητικές φροντίδες (λίπανση, άρδευση, κλαδέματα, βλαστολογήματα, φυτοπροστασία, κλπ.) με σκοπό τη μέγιστη παραγωγικότητά τους, χωρίς να δίδεται ιδιαίτερη μέριμνα για την ποιότητα της παραγωγής. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, είναι η καταστροφή βιοτόπων με σκοπό την εξασφάλιση γεωργικής γης ή εγκατάστασης εργοστασίων παραγωγής γεωργικών προϊόντων, κ.ά (Reinecke, Albertus, Reinecke, & Larink, 2008). Τα χημικά σκευάσματα (φυτοφάρμακα, λιπάσματα, ορμόνες κλπ.) έχουν προκαλέσει δυσμενείς επιδράσεις στη φύση. Οι οικολογικές καταστροφές δεν περιορίζονται μόνο στις επιζήμιες επιδράσεις των διαφόρων χημικών εισροών ή των διαδικασιών της παραγωγής, αλλά επεκτείνονται και στα παραγόμενα προϊόντα. Επίσης, έρευνες απέδειξαν πως η γεωργική γη χάνει τη γονιμότητα της από τη διάβρωση, την εναλάτωση, την ερημοποίηση και άλλες δυσμενείς επιδράσεις που προέρχονται από εφαρμογή λανθασμένων επεμβάσεων στη

γεωργική εκμετάλλευση. Επίσης η εξαφάνιση των ζιζανίων, ως βασική επιδίωξη της συμβατικής καλλιέργειας, έχει ως αποτέλεσμα, τα διάφορα έντομα, μη βρίσκοντας άλλη τροφή, να τρώνε τα μάτια των αμπελιών. Τέλος, η αλόγιστη χρήση χημικών φαρμάκων έχει ως αποτέλεσμα τόσο την ανάπτυξη ανθεκτικών βιοτύπων ζωικών εχθρών, όσο και την θανάτωση ωφέλιμων οργανισμών και αρπακτικών (Michopoulos & Solomou, 2019).

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Βιολογικών Αμπελουργιών

Η βιολογική καλλιέργεια έχει στόχο την καλλιέργεια του σταφυλιού και κατά συνέπεια την παραγωγή κρασιών χωρίς υπολείμματα από παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των ζιζανίων και των άλλων εχθρών του αμπελιού. Τα ζιζάνια, σύμφωνα με τη βιολογική καλλιέργεια, έχουν θετική επίδραση στο αμπέλι αφού το τροφοδοτούν με χούμο (οργανικά συστατικά), αυξάνοντας τη φυσική γονιμότητά του, μεγαλώνοντας τον πληθυσμό των γαιοσκωλήκων και συμβάλλοντας στη μείωση της διάβρωσης. Οι γαιοσκώληκες συμβάλλουν πολλαπλά στη διατήρηση του πορώδους εδάφους και την επίτευξη της επιθυμητής υγρασίας, στη δημιουργία χούμου και στο σχηματισμό ενώσεων, αφομοιώσιμων από το αμπέλι. Μερικά από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της βιολογικής γεωργίας και της βιολογικής αμπελουργίας είναι (Wheeler & Crisp, 2011):

- Η προστασία της καλλιέργειας χωρίς την χρήση χημικών.
- Η παραγωγή θρεπτικών προϊόντων υψηλής θρεπτικής αξίας.
- Ο σεβασμός των φυσικών οικοσυστημάτων με την διατήρηση της γενετικής τους ποικιλομορφίας.
- Ο σεβασμός στους μικροοργανισμούς του εδάφους, στην χλωρίδα, την πανίδα, στις καλλιέργειες και στα εκτρεφόμενα ζώα.
- Η βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών.
- Η ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων.
- Η εξασφάλιση εκτροφής ζώων με σεβασμό στις συνήθειες διαβίωσής τους.
- Η αποφυγή της ρύπανσης.
- Η εκτίμηση του αποτελέσματος της αλληλεπίδρασης των καλλιεργητικών τεχνικών με το οικολογικό και κοινωνικό περιβάλλον.
- Τα φυτά που καλλιεργούνται βιολογικά περιέχουν λιγότερο νερό και περισσότερα θρεπτικά στοιχεία και βιταμίνες.

- Οι φυσικές μέθοδοι βιολογικής καλλιέργειας δεν ρυπαίνουν τους υδάτινους πόρους και δεν εξοντώνουν ωφέλιμα έντομα και αρπακτικά.

Εκτός από τα πλεονεκτήματα, η βιολογική αμπελουργία έχει και αδυναμίες, οι οποίες είναι αναγκαίο ν' αντιμετωπιστούν. Ένας βιολογικός αμπελώνας χρειάζεται επιμελημένη εργασία, συνεχή παρακολούθηση και αυξημένες καλλιεργητικές φροντίδες (πράσινα κλαδέματα, όπως βλαστολόγημα, ξεφύλλισμα κ.ά.). Τα εγκεκριμένα σκευάσματα φυτοπροστασίας και θρέψης διατίθενται σε υψηλές τιμές με αποτέλεσμα το αυξημένο κόστος παραγωγής. Η παραγωγή και η κατανάλωση βιολογικών προϊόντων αυξάνει συνεχώς σε όλες τις χώρες του κόσμου. Ειδικά στην Ευρώπη, έχει παρατηρηθεί μια απότομη αύξηση στην κατανάλωση προϊόντων βιολογικής καλλιέργειας. Άλλα μειονεκτήματα της βιολογικής καλλιέργειας είναι (Dutel, 1990):

- Προβλήματα που εντοπίζονται στην οργάνωση και στη λειτουργία των παραγωγών και των βιοκαλλιεργειών.
- Προβλήματα των εκμεταλλεύσεων.
- Προβλήματα ένταξης στο πρόγραμμα βιολογικής γεωργίας.
- Προβλήματα εμπορίας και διάθεσης βιολογικών

Μετάβαση από τη Συμβατική σε Βιολογική Καλλιέργεια Αμπέλου

Για την αντιμετώπιση των τρεχουσών κλιματικών, κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών αλλαγών, οι αγρότες πρέπει να τροποποιήσουν τα συστήματα καλλιέργειάς τους για να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, διασφαλίζοντας παράλληλα τη σκοπιμότητα και την αποδοτικότητα σε επίπεδο αγροκτημάτων (Wery & Langeveld, 2010). Για ορισμένες εκμεταλλεύσεις, όπως η τροποποίηση των δόσεων φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, μπορεί να αρκούν για να αντιμετωπίσουν το μεταβαλλόμενο πλαίσιο. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να απαιτηθούν πιο σημαντικές τροποποιήσεις στη δομή της εκμετάλλευσης, στην οργάνωση των γεωργικών εκτάσεων και στη διαχείριση των καλλιεργειών (Darnhofer, Schneeberger, & Freyer, 2005). Για παράδειγμα, η μείωση των περιβαλλοντικών και υγειονομικών επιπτώσεων της ευρωπαϊκής γεωργίας συνεπάγεται σημαντικό περιορισμό των συνθετικών χημικών μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών που απαιτεί πιο διαφοροποιημένα συστήματα καλλιέργειας (σε χώρο και χρόνο) και μια πιο περίπλοκη διαχείριση των

αλληλεπιδράσεων μεταξύ φυτών, εδαφών, παρασίτων και ασθενειών (Barzman, et al., 2015). Τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η συνθετική χημική προστασία μπορεί να αντικατασταθεί από πιο φιλικά προς το περιβάλλον αλλά λιγότερο αποτελεσματικά συστατικά (βιο-έλεγχος) και αυξημένη πρόληψη της επανεμφάνισης παρασίτων (παραδείγματος χάριν σε αμπελώνες) (Lafond, Coulon, Metral, Merot, & Wery, 2013). Αυτά τα μέτρα απαιτούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του φυτού και της ασθένειας σε επίπεδο αγρού και μια βαθύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των διαφόρων συστατικών του συστήματος καλλιέργειας για την κατάλληλη προσαρμογή των παρεμβάσεων (Barzman, et al., 2015). Με τη σειρά του, αυτό πιθανώς θα οδηγήσει σε αύξηση της πολυπλοκότητας του συστήματος καλλιέργειας.

Η πολυπλοκότητα αναφέρεται σε ένα σύστημα με πολλά στοιχεία που είναι δύσκολο να προσδιοριστούν και να κατανοηθούν. Η πολυπλοκότητα ενός συστήματος αυξάνεται με τον αριθμό των στοιχείων (δηλαδή τη δομική πολυπλοκότητα) και τον αριθμό των αλληλεπιδράσεων μεταξύ αυτών των στοιχείων (δηλαδή τη λειτουργική πολυπλοκότητα) (Lamanda, et al., 2012). Μπορεί να υποθεθεί ότι ένα βασικό εμπόριο που πρέπει να διαχειριστούν οι αγρότες είναι η εξισορρόπηση των βιολογικών πλεονεκτημάτων της πολυπλοκότητας που οδηγεί την αγρο-οικολογική αποτελεσματικότητα του αγροτικού συστήματος και την ανάγκη απλούστευσης της δομής του συστήματος (παραδείγματος χάριν αριθμός πεδίων και αριθμός φυτών που καλλιεργούνται) και διαχείριση (αριθμός επιτόπιων παρεμβάσεων) για τη βελτιστοποίηση των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων όπως η εργασία και το κόστος. Πολλές μελέτες δείχνουν ότι η διαφοροποίηση των φυτών με μεγάλες και διαφοροποιημένες περιστροφές είναι υποχρεωτική για τη μείωση της εξάρτησης από τα φυτοφάρμακα και τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των γεωργικών συστημάτων (Aoudi, 2015). Όπως σημειώνεται από τον Altieri (1995), οι εναλλαγές καλλιέργειών, οι πολυκαλλιέργειες, η αγροδοασική, η καλλιέργεια κάλυψης και η ενσωμάτωση των ζώων είναι απαραίτητες για τη βιώσιμη μετάβαση στην αγρο-οικολογία. Αυτές οι αλλαγές οδηγούν σε αυξημένο αριθμό βιοφυσικών συστατικών (αριθμός δραστηριοτήτων, αριθμός καλλιέργειών) και τεχνικά στοιχεία (ακολουθίες διαχείρισης καλλιέργειών, τεχνικές λειτουργίες) που σχετίζονται με αυτές τις δραστηριότητες και καλλιέργειες. Κατά συνέπεια, η πολυπλοκότητα ενός γεωργικού συστήματος αναμένεται να αυξηθεί κατά τη μεταβατική φάση στην αγρο-οικολογία.

Η βιολογική γεωργία θεωρείται όλο και περισσότερο από τους καταναλωτές, τους υπευθύνους λήψης αποφάσεων και τους αγρότες ως ένας τρόπος για την προώθηση της υιοθέτησης φιλικών προς το περιβάλλον συστημάτων καλλιέργειας και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της γεωργίας στην Ευρώπη (Darnhofer, Schneeberger, & Freyer, 2005). Η μετάβαση σε βιολογική γεωργία μπορεί να είναι μια πλήρης απομάκρυνση από τις εκμεταλλεύσεις ή μια συνεχή διαδικασία προσαρμογής ανάλογα με το αγρόκτημα και τα κίνητρα για μετάβαση. Κατά τη μετάβαση, οι αγρότες πρέπει να σταματήσουν να χρησιμοποιούν συνθετικά χημικά και λίπανση ορυκτών για να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις πιστοποίησης της βιολογικής γεωργίας. Ως αντικατάσταση εισροών που επιτρέπονται στη βιολογική καλλιέργεια (παραδείγματος χάριν ο χαλκός αντί συστημικών μυκητοκτόνων) για συνθετικά μπορεί να θεωρηθεί μικρή αλλαγή, αλλά στην πράξη απαιτούνται σημαντικές αλλαγές στη διαχείριση των καλλιεργειών για να αποφευχθεί η μείωση της απόδοσης και / ή της ποιότητας των σταφυλιών (Fermaud, et al., 2016). Στους αμπελώνες, τα μεγάλα κρούσματα ορισμένων ασθενειών μπορούν να προκύψουν από μία μόνο κακή εφαρμογή μυκητοκτόνου και να οδηγήσουν σε σχεδόν απώλεια της συνολικής απόδοσης (Caffi, Rossi, & Bugiani, 2010). Ενώ η μετάβαση στη βιολογική γεωργία για ετήσιες καλλιέργειες συνεπάγεται συχνά πιο περίπλοκες εναλλαγές, η εναλλαγή είναι σπάνια μια επιλογή για πολυετείς καλλιέργειες υψηλής αξίας, όπως τα σταφύλια. Στην πραγματικότητα, εκτός από τη συμμόρφωση με τους βιολογικούς κανονισμούς, οι αγρότες πρέπει επίσης να συνδυάσουν πολλαπλές προληπτικές πρακτικές για τον έλεγχο παρασίτων και ασθενειών. Ως εκ τούτου, η μετάβαση σε βιολογική γεωργία μπορεί να θεωρηθεί ένα τυπικό παράδειγμα μιας μετάβασης σε σύστημα που είναι πιθανό να οδηγήσει σε αυξημένη πολυπλοκότητα του αμπελώνα, ειδικά εάν ο στόχος είναι η διατήρηση της παραγωγικότητας της γης ή της εργασίας και της ποιότητας του προϊόντος.

Όντας αντιμέτωποι με τη μειωμένη οικονομική κερδοφορία και την κοινωνική ανησυχία που προκαλείται από τη χρήση φυτοφαρμάκων, πολλοί Γάλλοι αμπελουργοί αναζητούν τη μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο σύστημα και βλέπουν τη μετάβαση στη βιολογική αμπελουργία ως λύση (Lamine & Bellon, 2009). Ο αριθμός των αμπελώνων που ασχολούνται με τη διαδικασία βιολογικής μετάβασης αυξήθηκε απότομα σε λίγα μόλις χρόνια. Από το 1995 έως το 2007, η έκταση του βιολογικού αμπελώνα στη Γαλλία αυξήθηκε κατά 4,6 και τώρα αντιπροσωπεύει το 9% της έκτασης των

αμπελώνων της χώρας. Το Languedoc-Roussillon έχει τη μεγαλύτερη έκταση οργανικών αμπελώνων στη Γαλλία, με το 31% της εθνικής έκτασης βιολογικών αμπελώνων (Agence Bio, 2011).

Συνολικά, έχει διαπιστωθεί ότι οι βιολογικές εκμεταλλεύσεις έχουν χαμηλότερο συνολικό κόστος εισροών, με την ανασκόπηση των Offermann και Nieberg (2000) να εκτιμάται ότι οι βιολογικές εκμεταλλεύσεις έχουν περίπου 20% χαμηλότερο συνολικό κόστος εισροών (κυρίως λόγω λιγότερης ποσότητας λιπασμάτων, χημικών, ενέργειας και εξαιτίας του σταθερού κόστους, αν και έχουν υψηλότερο κόστος εργασίας). Ο Madge (2005) διαπίστωσε χαμηλότερο κόστος διαχείρισης και συγκομιδής ζιζανίων και μεταβλητού κόστους για βιολογικές καλλιέργειες αμπελοργιάς από τις συμβατικές εκμεταλλεύσεις, αν και το μεταβλητό κόστος κλαδέματος ήταν σημαντικά υψηλότερο. Λόγω του χαμηλότερου κόστους εισροών που λαμβάνονται, οι μελέτες συνήθως διαπιστώνουν ότι οι βιολογικές εκμεταλλεύσεις έχουν παρόμοιες ή υψηλότερες οικονομικές αποδόσεις (Offermann & Nieberg, 2000). Εάν δεν ληφθούν ασφάλιστρα τιμών, τότε οι βιολογικές εκμεταλλεύσεις έχουν γενικά χαμηλότερες οικονομικές αποδόσεις. Εκτιμάται ότι στην Αυστραλία το 35% των προϊόντων από πιστοποιημένες βιολογικές εκμεταλλεύσεις πωλείται συμβατικά (Halpin, 2004).

Η εκτεταμένη βιβλιογραφία σχετικά με τις διαφορές ποιότητας των τροφίμων μεταξύ βιολογικών και συμβατικών προϊόντων παρέχει κάποιες ενδείξεις ότι τα βιολογικά προϊόντα είναι υψηλότερης ποιότητας. Συγκεκριμένα, τα εμπειρικά στοιχεία δείχνουν ότι τα βιολογικά παραγόμενα τρόφιμα έχουν χαμηλότερα επίπεδα ρύπων, υψηλότερα επίπεδα ασκορβικού οξέος, υψηλότερα επίπεδα δευτερογενών μεταβολιτών, υψηλότερα επίπεδα αντιοξειδωτικών, αυξημένους φαινολικούς μεταβολίτες και χαμηλότερα επίπεδα νιτρικού αμμωνίου (Woese, LangBoess, & Bogl, 1997). Ο Hassall και οι συνεργάτες του (2005) βρήκαν υψηλότερα επίπεδα ζάχαρης σε βιολογικά καλλιεργούμενες ποικιλίες από τις συμβατικές ποικιλίες αμπελών.

Τα στοιχεία της έρευνας δείχνουν ότι οι βιοκαλλιεργητές θεωρούν ότι η δουλειά τους είναι πιο ικανοποιητική από τους συμβατικούς αγρότες (Rickson, Saffigna, & Sanders, 1999), ενώ ο Trewavas (2004) υποστηρίζει ότι η εργασία σε μια βιολογική φάρμα είναι πιο δύσκολη και λιγότερο καινοτόμα από την εργασία σε συμβατικό αγρόκτημα. Ως εκ τούτου, η εργασία σε μια βιολογική φάρμα δεν προτιμάται συνήθως από την εργασία σε μια συμβατική φάρμα.

Μελέτες συνήθως διαπιστώνουν ότι, σε σύγκριση με τη συμβατική καλλιέργεια, οι οργανικές καλλιέργειες καταδεικνύουν αυξημένη αφθονία και πλούτο ειδών εδαφικής πανίδας, ειδικά για είδη που έχουν υποστεί μείωση ζήτησης (Kasperczyk & Knickel, 2006). Η βιολογική γεωργία έχει αποδειχθεί ότι έχει υψηλότερη μικροβιακή δραστηριότητα, βιομάζα και ποικιλομορφία, μεγαλύτερη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και της σταθερότητας της δομής του συστήματος και αυξημένη περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα στο έδαφος (Pimental, Hepperly, Hanson, Douds, & Seidel, 2005).

Υπάρχουν κάποια στοιχεία στη βιβλιογραφία ότι υπάρχουν επιπτώσεις της γνώσης και της μάθησης που προκύπτουν από βιολογικές εκμεταλλεύσεις. Ο Gabriel και οι συνεργάτες του (2009) διαπίστωσαν ότι η διανομή αγγλικών βιολογικών εκμεταλλεύσεων συσχετίστηκε με περιβαλλοντικές συνθήκες, αγροτικοποίηση και κοινωνιολογικούς παράγοντες (ένας αγρότης είναι πιο πιθανό να κάνει μετάβαση από το ένα είδος καλλιέργειας σε ένα άλλο εάν άλλοι στην περιοχή του έχουν ήδη κάνει την ίδια μετάβαση). Οι κοινωνιολογικοί παράγοντες ήταν πολύ σημαντικοί, καθώς η γνώση για τις συμβατικές καλλιέργειες είναι συγκεκριμένη για τη θέση και μεταδίδεται μέσω της «σιωπηρής γνώσης» παρά μέσω επίσημων συμβουλευτικών συστημάτων, καθιστώντας ευκολότερο για τους αγρότες να υιοθετούν οργανικές πρακτικές σε περιοχές όπου μπορούν να έχουν πρόσβαση σε συμβουλές και ηθική υποστήριξη (Wheeler S. , 2008). Στις ΗΠΑ, ο Lohr (2005) συνέκρινε 36 οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες περιφερειών με βιολογικά αγροκτήματα και περιφέρειες χωρίς βιολογικές εκμεταλλεύσεις. Οι περιοχές με βιολογικές εκμεταλλεύσεις παρουσίασαν καλύτερα αποτελέσματα σε 26 από τους 36 δείκτες, ενώ οι περιφέρειες χωρίς βιολογικές εκμεταλλεύσεις παρουσίασαν καλύτερα αποτελέσματα μόνο σε τρεις δείκτες (επτά ήταν ουδέτερα). Αυτές οι μελέτες παρέχουν κάποιες ενδείξεις ότι τα βιολογικά αγροκτήματα επηρεάζουν τις πρακτικές των συμβατικών καλλιεργειών γύρω τους.

Συμπεράσματα

Η ανησυχία για την αρνητική περιβαλλοντική επίδραση των σύγχρονων γεωργικών πρακτικών, η αυξανόμενη χρήση των μη ανανεώσιμων πόρων, και η μακροπρόθεσμη παραγωγικότητα των υψηλών εξωτερικών εισροών των γεωργικών συστημάτων, οδήγησε σε διάφορες πρωτοβουλίες τόσο από κυβερνητικούς όσο και μη κυβερνητικούς οργανισμούς, έτσι ώστε να προωθηθεί η υιοθέτηση και η διάδοση περισσότερων αειφόρων γεωργικών τεχνολογιών. Το αυξημένο ενδιαφέρον για τη βιολογική γεωργία τα τελευταία χρόνια, οδήγησε σε μια σειρά διαφορετικών ερευνών ως προς τα κίνητρα των παραγωγών σχετικά με την υιοθέτηση συστημάτων βιολογικής παραγωγής.

Στην εφαρμοσμένη οικονομική έρευνα, οι παράγοντες οι οποίοι προσδιορίζουν την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και καινοτομιών, περιλαμβάνουν τα δημογραφικά και οικονομικά χαρακτηριστικά του παραγωγού (ηλικία, εκπαίδευση κτλ.), τις δυνατότητες και τους τρόπους πληροφόρησης του και τα διαρθρωτικά χαρακτηριστικά της εκμετάλλευσης (μέγεθος, παραγωγικός προσανατολισμός κτλ.). Αποτελέσματα αρκετών ερευνών έχουν δείξει ότι, οι βιολογικές εκμεταλλεύσεις είναι συνήθως μικρότερες σε έκταση από τις συμβατικές, οι βιοκαλλιεργητές είναι υψηλότερου μορφωτικού επιπέδου και μικρότερης ηλικίας από τους συμβατικούς παραγωγούς, ενώ οι περισσότεροι προέρχονται από αστικές περιοχές και έχουν μικρή γεωργική εμπειρία.

Αυτό οφείλεται στο ότι οι γεωργοί που δεν έχουν εύκολη πρόσβαση σε υπηρεσίες, και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι χαμηλού μορφωτικού επιπέδου, παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία στο να κατανοήσουν τις νέες τεχνολογίες και να υιοθετήσουν βιολογικές τεχνικές καλλιέργειας. Παραγωγοί υψηλότερου μορφωτικού επιπέδου τείνουν να υιοθετούν περισσότερο ή πιο εύκολα νέες τεχνολογίες, όπως επίσης και γεωργοί οι οποίοι ανήκουν σε ομάδες παραγωγών και μπορούν να έχουν διαρκή πληροφόρηση. Οι παραγωγοί θεωρούν ως σημαντικότερη πηγή γεωργικής πληροφόρησης τους άλλους παραγωγούς. Βέβαια, όσο αυξάνεται η πολυπλοκότητα του μηνύματος ή της πληροφορίας, προτιμώνται περισσότερο ειδικές πηγές.

Η βιολογική γεωργία δημιουργεί περισσότερες θέσεις εργασίας, παρέχει βιώσιμο εισόδημα για τους αγρότες και μπορεί να αποκαταστήσει την εμπιστοσύνη της χώρας εφαρμογής στην αγροτική κοινότητα και το σύστημα διατροφής.

Η βιολογική γεωργία δεν έχει ως αποτέλεσμα ο παραγωγός να χάσει χρήματα, δεν οδηγεί σε χαμηλότερη απόδοση, ή πιο ακριβές πρακτικές διαχείρισης, Το επόμενο βήμα είναι να εκπαιδεύσει τους καλλιεργητές, συμβατικούς ή βιολογικούς, για να εξασφαλιστεί ίση ή καλύτερη απόδοση από γεωργικές πρακτικές που δεν βλάπτουν το περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

- Agence Bio. (2011). *L'agriculture biologique - Chiffres clés*. Paris: La Documentation Française.
- Allen, M. (2010). Max Allen's guide to choosing organic and biodynamic wine. *Clean Food Organic*, 9, σσ. 85-90.
- Altieri, M. (1995). *Agroecology :the science of sustainable agriculture*. London: Intermediate Technology Publications LTD.
- Anderson, T. H., & Domsch, K. H. (1989). Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biol Biochem*, 21, σσ. 471-479.
- Aoudi, N. (2015). *Evaluation ex ante des conséquences de l'adoption de la production intégrée en grandes cultures à l'échelle de la Bourgogne*. Santé (Dijon): École doctorale Environnements.
- Badia, D., & Alcaniz, J. M. (1993). Basal and specific microbial respiration in semiarid agricultural soils: Organic amendment and irrigation management effects. *Geomicrobiology Journal*, 11(3-4), σσ. 261-274.
- Bakšienė, E., Fullen, M. A., & Booth, C. A. (2006). Agricultural soil properties and crop production on Lithuanian sandy and loamy Cambisols after the application of calcareous saptopel fertilizer. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 52(2), σσ. 201-206.
- Barzman, M., Barberi, P., Nicholas, A., Birch, E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., . . . Sattin, M. (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agron Sustain Dev*, 35, σσ. 1199-1215.
- Bell, M. C., & Raczowski, C. W. (2008). Soil property indices for assessing short-term changes in soil quality. *Renew Agric Food Syst*, 23, σσ. 70-79.
- Benbrook, C. (2009). The impacts of yield on nutritional quality: lessons from organic farming. *Hortic Sci*, 44, σσ. 12-14.
- Beni, C., & Rossi, G. (2009). Conventional and organic farming: estimation of some effects on soil, copper accumulation and wine in a Central Italy vineyard. *Agrochimica*, 53, σσ. 145-159.

- Ben-Yehuda, S., Izhar, Y., Wysoki, M., & Argaman, Q. (1993). The grape berry moth, *Lobesia botrana* Denis & Schiffermueller (Lepidoptera: Tortricidae), in pear orchards in Israel. *International Journal of Pest Management*, 39(2), σσ. 149-151.
- Borges, D. F., Preising, S., Ambrosio, M. M., & da Silva, W. L. (2020). Detection of multiple grapevine viruses in New England vineyards. *Crop Protection*, 132.
- Bouwman, L. A., & Arts, W. B. (2000). Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. *Appl. Soil Ecol.*, 14, σσ. 213-222.
- Brook, P. J. (1992). Epidemiology of grapevine anthracnose and downy mildew in an Auckland, New Zealand vineyard. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 20(1), σσ. 37-49.
- Brun, L. A., Maillet, J., Hinsinger, P., & Pepin, M. (2001). Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils. *Environ. Pollut.*, 111, σσ. 293-302.
- Buzkan, N., Karadag, S., Kaya, A., Baloglu, S., Minafra, A., & Ben-Dov, Y. (2012). Investigating the presence of mealybug species as vectors for viruses in grape-growing areas in Turkey. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 34(2), σσ. 298-305.
- Caffi, T., Rossi, V., & Bugiani, R. (2010). Evaluation of a warning system for controlling primary infections of grapevine downy mildew. *Plant Dis*, 94, σσ. 709-716.
- Castillo, X., & Joergensen, R. G. (2001). Impact of ecological and conventional arable management systems on chemical and biological soil quality indices in Nicaragua. *Soil Biol Biochem*, 33(12-13), σσ. 1591-1597.
- Choi, T. G., Maung, C. E., Lee, D. R., Henry, A. B., Lee, Y. S., & Kim, K. Y. (2020). Role of bacterial antagonists of fungal pathogens, *Bacillus thuringiensis* KYC and *Bacillus velezensis* CE 100 in control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* and subsequent growth promotion of tomato. *Biocontrol Science and Technology*, 30(7), σσ. 685-700.

- Choi, Y.-J., Shin, H.-D., & Thines, M. (2009). Two novel *Peronospora* species are associated with recent reports of downy mildew on sages. *Mycological Research*, *113*(12), σσ. 1340-1350.
- Cieniewicz, E. J., Pethybridge, S. J., Gorny, A., Madden, L. V., McLane, H., Perry, K. L., & Fuchs, M. (2017). Spatiotemporal spread of grapevine red blotch-associated virus in a California vineyard. *Virus Research*, *241*, σσ. 156-162.
- Coll, P., Cadre, E. L., Blanchart, E., Hinsinger, P., & Villenave, C. (2011). Organic viticulture and soil quality: a long-term study in Southern France. *Appl Soil Ecol*, *50*, σσ. 37-44.
- Cortés, A., Oliveira, L. F., Ferrari, V., Taffarel, S. R., Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2020). Environmental assessment of viticulture waste valorisation through composting as a biofertilisation strategy for cereal and fruit crops☆. *Environmental Pollution*, *264*.
- Corti, G., Cuniglio, R., Agnelli, A., & Ricci, F. (2007). Influence of Soil Factors on Esca Infection in a Vineyard Soil on Pliocene Deposits. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *38*(5-6), σσ. 661-678.
- Crisp, P., Wicks, T., Bruer, D., & Scott, E. (2006). An evaluation of biological and abiotic controls for grapevine powdery mildew. 2. Vineyard trials?. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, *12*, σσ. 203-211.
- Daniyan, I. A., Omokhuale, A. M., Aderoba, A. A., Ikumapayi, O. M., Adaramola, B. A., & Chen, K. (2017). Development and performance evaluation of organic fertilizer machinery. *Cogent Engineering*, *4*(1).
- Darnhofer, I., Schneeberger, W., & Freyer, B. (2005). Converting or not converting to organic farming in Austria: farmer types and their rationale. *Agric Human Values*, *22*(1), σσ. 39-52.
- Davenport, J. R., Bair, K. E., & Stevens, R. G. (2012). Relationship between Soil Temperature and N Release in Organic and Conventionally Managed Vineyards. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *43*(1-2), σσ. 464-470.

- de Orduna, R. M. (2010). Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*, 43, σσ. 1844-1855.
- Demir, Z. (2019). Effects of Vermicompost on Soil Physicochemical Properties and Lettuce (*Lactuca sativa* Var. Crispa) Yield in Greenhouse under Different Soil Water Regimes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(17), σσ. 2151-2168.
- Ditta, A., Imtiaz, M., Mehmood, S., Rizwan, M. S., Mubeen, F., Aziz, O., . . . Tu, S. (2018). Rock phosphate-enriched organic fertilizer with phosphate-solubilizing microorganisms improves nodulation, growth, and yield of legumes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(21), σσ. 2715-2725.
- Dong, H., Tan, J., Li, M., Yu, Y., Jia, S., Zhang, C., . . . Liu, Y. (2019). Transcriptome analysis of soybean WRKY TFs in response to *Peronospora manshurica* infection. *Genomics*, 111(6), σσ. 1412-1422.
- Duchene, E., & Schneider, C. (2005). Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace. *Agronomy for Sustainable Development*, 25, σσ. 93-99.
- Duso, C., Pozzebon, A., Capuzzo, C., Bisol, P. M., & Otto, S. (2003). Grape downy mildew spread and mite seasonal abundance in vineyards: evidence for the predatory mites *Amblyseius andersoni* and *Typhlodromus pyri*. *Biological Control*, 27(3), σσ. 229-241.
- Duso, C., Pozzebon, A., Capuzzo, C., Malagnini, V., Otto, S., & Borgo, M. (2005). Grape downy mildew spread and mite seasonal abundance in vineyards: effects on *Tydeus caudatus* and its predators. *Biological Control*, 32(1), σσ. 143-154.
- Dutel, G.-H. (1990). The viticultural and oenological aspects of organic wine production. *Journal of Wine Research*, 1(3), σσ. 225-230.
- Easterling, D. R., Horton, B., Jones, P. D., Peterson, T. C., Karl, T. R., Parker, D. E., . . . Folland, C. K. (1997). Maximum and minimum temperatures for the globe. *Science*, 277, σσ. 364-366.
- Ekinci, M., Ors, S., Sahin, U., Yildirim, E., & Dursun, A. (2015). Responses to the Irrigation Water Amount of Spinach Supplemented with Organic Amendment

- in Greenhouse Conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(3), σσ. 327-342.
- El-Wakeil, N. E., Farghaly, H. T., & Ragab, Z. A. (2009). Efficacy of *Trichogramma evanescens* in controlling the grape berry moth *Lobesia botrana* in grape farms in Egypt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 42(8), σσ. 705-714.
- Emmerling, C. (2001). Response of earthworm communities to different types of soil tillage. *Appl. Soil Ecol*, 17, σσ. 91-96.
- Essling, M., McKay, S., & Petrie, P. R. (2020). Fungicide programs used to manage powdery mildew (*Erysiphe necator*) in Australian vineyards. *Crop Protection*, 139.
- Fahrentrapp, J., Muller, L., & Schumacher, P. (2015). Is there need for leaf-galling grape phylloxera control? Presence and distribution of *Dactulosphaira vitifoliae* in Swiss vineyards. *International Journal of Pest Management*, 61(4), σσ. 340-345.
- Fermaud, M., Smits, N., Merot, A., Roudet, J., Thiery, D., Wery, J., & Delbac, L. (2016). A new multipest damage indicator to assess protection strategies in grapevine cropping systems. *Austral J Grape Wine Res*, 22(3), σσ. 450-461.
- Fujiwara, K., Fujikawa, T., Kawakami, A., Sonoda, R., & Miyasaka, A. (2019). RNA sequence analysis data of *Peronospora destructor* maintained on onions. *Data in Brief*, 22, σσ. 693-696.
- Gabriel, D., Carver, S., Durham, H., Kunin, W., Palmer, R., Sait, S., . . . Benton, T. (2009). The Spatial aggregation of organic farming in England and its underlying environmental correlates. *Journal of Applied Ecology*, 46, σσ. 323-333.
- Gahukar, R. T. (1995). Plant Protection Projects in Developing Countries: The Present Situation. *Outlook on Agriculture*, 24(2), σσ. 97-102.
- Geneva, M., Zehirov, G., Stancheva, I., Iliev, L., & Georgiev, G. (2007). Effect of Soil Fertilizer, Foliar Fertilizer, and Growth Regulator Application on Milk Thistle Development, Seed Yield, and Silymarin Content. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39(1-2), σσ. 17-24.

- Graber, E. R., & Gerstl, Z. (2011). Organic micro-contaminant sorption, transport, accumulation, and root uptake in the soil-plant continuum as a result of irrigation with treated wastewater. *Israel Journal of Plant Sciences*, 59(2-4), σσ. 105-114.
- Grainger, C., Yeh, A., Byer, S., Hjelmeland, A., Lima, M. M., & Runnebaum, R. C. (2020). Vineyard site impact on the elemental composition of Pinot noir wines. *Food Chemistry*, 334.
- Halpin, D. (2004). *The Australian organic industry: a profile*. DAFF.
- Hansen, S., & Engelstad, F. (1999). Earthworm populations in a cool and wet district as affected by tractor traffic and fertilisation. *Appl. Soil Ecol*, 13, σσ. 237-250.
- Hao, X., Qiu, Y., Fan, Y., Li, T., Leng, D., Li, S., & Kang, S. (2020). Applicability of temporal stability analysis in predicting field mean of soil moisture in multiple soil depths and different seasons in an irrigated vineyard. *Journal of Hydrology*, 588.
- Hassall, A., Kristiansen, P., & Taji, A. (2005). Investigation of management practices and economic viability of vineyards for organic wine production. *8th International IFOAM Viticulture & Wine Conference*. Adelaide Australia.
- Hazzar, L., Karray, M., & Pasic, A. (2019). Simplified approach for soil-spring stiffness prediction of pile group. *International Journal of Geotechnical Engineering*.
- Hinojosa, M., Garcia-Ruiz, R., & Carreira, J. A. (2010). Utilizing microbial community structure and function to evaluate the health of heavy metal polluted soils. Στο I. Sherameti, & A. Varna, *Soil Biology: Soil Heavy Metals* (σσ. 184-224). Berlin: Springer.
- Hui, W., Wenjing, S., Long, W., Chuankun, Z., Zhengjun, P., Guoliang, C., & Nan, W. (2019). Optimal ammonia concentration for fertilization success in *Pinctada martensii* (Dunker) under the simultaneous influence of temperature and salinity. *Aquaculture*, 505, σσ. 496-501.
- Jagdale, S., Ahiwale, S., Gajbhiye, M., & Kapadnis, B. (2019). Green approach to phytopathogen: Characterization of lytic bacteriophages of *Pseudomonas* sp.,

- an etiology of the bacterial blight of pomegranate. *Microbiological Research*, 228.
- Jiang, G., Liu, D., Yin, D., Zhou, Z., Shi, Y., Li, C., . . . Zhai, W. (2020). A Rice NBS-ARC Gene Conferring Quantitative Resistance to Bacterial Blight Is Regulated by A Pathogen Effector-Induced miRNA. *Molecular Plant*.
- Jones, G. V., & Davis, R. E. (2000). Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51(3), σσ. 249-261.
- Jones, G. V., Duchene, E., Tomasi, D., Yuste, J., Braslavksa, O., Schultz, H. R., . . . Guimberteau, G. (2005). Changes in European winegrape phenology and relationships with climate. *XIV International GESCO-Viticulture-Congress, 1*, σσ. 55-61.
- Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R., & Storchmann, K. (2005). Climate change and global wine quality. *Climate Change*, 73, σσ. 319-343.
- Kasperczyk, N., & Knickel, K. (2006). Environmental impacts of organic farming. Στο P. Kristiansen, A. Taji, & J. Reganold, *Organic agriculture: a global perspective* (σσ. 259-294). Collingwood: CSIRO Publishing.
- Kibblewhite, M. G., Ritz, K., & Swift, M. J. (2008). Soil health in agricultural systems. *Philos Trans R Soc B*, 363, σσ. 685-701.
- Kinnell, P. I. (2020). The influence of time and other factors on soil loss produced by rain-impacted flow under artificial rainfall. *Journal of Hydrology*, 587.
- Kiss, L., Russell, J. C., Szentivanyi, O., Xu, X., & Jeffries, P. (2004). Biology and biocontrol potential of *Ampelomyces* mycoparasites, natural antagonists of powdery mildew fungi. *Biocontrol Science and Technology*, 14(7), σσ. 635-651.
- Koufos, G., Mavromatis, T., Koundouras, S., Fyllas, N. M., & Jones, G. V. (2014). Viticulture–climate relationships in Greece: the impacts of recent climate trends on harvest date variation. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*, 34, σσ. 1445-1459.

- Krishnammorthy, R., Jose, P. A., Janahiraman, V., Gandhi, P. I., Gracy, R. G., Jalali, S. K., . . . Anandham, R. (2020). Function and insecticidal activity of bacteria associated with papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). *Biocontrol Science and Technology*, *30*(8), σσ. 762-778.
- Lafond, D., Coulon, T., Metral, R., Merot, A., & Wery, J. (2013). Eco Viti: a systemic approach to design low pesticide vineyards. *IOBC-WPRS Bulletin*, *85*, σσ. 77-86.
- Lagomarsino, A., Grego, S., Marhan, S., Moscatelli, M. C., & Kandeler, E. (2009). Soil management modifies micro-scale abundance and function of soil microorganisms in a Mediterranean ecosystem. *Eur J Soil Sci*, *60*, σσ. 2-12.
- Lamanda, N., Roux, S., Delmotte, S., Merot, A., Rapidel, B., Adam, M., & Wery, J. (2012). A protocol for the conceptualisation of an agro-ecosystem to guide data acquisition and analysis and expert knowledge integration. *Eur J Agron*, *34*, σσ. 104-116.
- Lamine, C., & Bellon, S. (2009). Conversion to organic farming: a multidimensional research object at the crossroads of agricultural and social sciences. A review. *Agron Sustain Dev*, *29*(1), σσ. 97-112.
- Lange, M., Eisenhauer, N., Sierra, C. A., Bessler, H., Engels, C., Griffiths, R. I., . . . Gleixner, G. (2015). Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nat. Commun.*, *6*.
- Lazcano, C., Deniston-Sheets, H. M., Stubler, C., Hodson, A. K., Watts, K. R., Afriyie, P., . . . Peterson, J. C. (2020). Soil management induced shifts in nematode food webs within a Mediterranean vineyard in the Central Coast of California (USA). *Applied Soil Ecology*, *157*.
- Lebon, E. (2002). Changements climatiques: quelles cons'equences pour la viticulture. Στο *6emes Recontres Rhodaniennes* (σσ. 31-36). Orange, France: Institut Rhodanien.
- Lee, J. S., Shin, H.-D., Lee, H. B., & Choi, Y.-J. (2017). Taxonomy and Phylogeny of *Peronospora* Species (Oomycota) Parasitic to *Stellaria* and *Pseudostellaria* in

- Korea, with the Introduction of *Peronospora casparyi* sp. nov. *Mycobiology*, 45(4), σσ. 263-269.
- Lei, F., Crow, W. T., Kustas, W. P., Dong, J., Yang, Y., Knipper, K. R., . . . Dokoozlian, N. (2020). Data assimilation of high-resolution thermal and radar remote sensing retrievals for soil moisture monitoring in a drip-irrigated vineyard. *Remote Sensing of Environment*, 239.
- Leogrande, R., Lopodota, O., Vitti, C., Ventrella, D., & Montemurro, F. (2014). Effects of irrigation volumes and organic fertilizers on eggplant grown in Mediterranean environment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 64(6), σσ. 518-528.
- Li, T., & Zhang, J. (2017). Effect of pit irrigation on soil water content, vigor, and water use efficiency within vineyards in extremely arid regions. *Scientia Horticulturae*, 218, σσ. 30-37.
- Li, X., Wang, Y., Zhang, Y., Lang, M., Christie, P., Bei, S., & Zhang, J. (2020). Dynamics of ammonia oxidizers in response to different fertilization inputs in intensively managed agricultural soils. *Applied Soil Ecology*, 157.
- Likar, M., Vogel-Mikus, K., Potisek, M., Hancevic, K., Radic, T., Necemer, M., & Regvar, M. (2015). Importance of soil and vineyard management in the determination of grapevine mineral composition. *Sci. Total Environ.*, 505, σσ. 724-731.
- Linderman, R. G., & Davis, E. A. (2001). Comparative response of selected grapevine rootstocks and cultivars to inoculation with different mycorrhizal fungi. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52, σσ. 8-11.
- Liu, B., Tu, C., Hu, S., Gumpertz, M., & Ristaino, J. B. (2007). Effect of organic, sustainable, and conventional management strategies in grower fields on physical, chemical, and biological factors and the incidence of Southern blight. *Appl Soil Ecol*, 37, σσ. 202-214.
- Liu, J., Cao, T., Chang, K.-F., Hwang, S.-F., & Strelkov, S. E. (2013). Virulence and diversity of *Peronospora viciae* f. sp. pisi in Alberta, Canada. *Crop Protection*, 43, σσ. 18-26.

- Lobell, D. B., Field, C. B., & Cahill, K. N. (2007). Historical effects of temperature and precipitation on California crop yields. *Climatic Change*, 81, σσ. 187-203.
- Lohr, L. (2005). Economic, social and environmental benefits associated with US organic agriculture. *First Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research*, (σσ. 446-449). Adelaide, Australia.
- Lopez-Urrea, R., Sanchez, J. M., Montoro, A., Manas, F., & Intrigliolo, D. S. (2020). Effect of using pruning waste as an organic mulching on a drip-irrigated vineyard evapotranspiration under a semi-arid climate. *Agricultural and Forest Meteorology*, 291.
- Lopez-Urrea, R., Sanchez, J. M., Montoro, A., Manas, F., & Intrigliolo, D. S. (2020). Effect of using pruning waste as an organic mulching on a drip-irrigated vineyard evapotranspiration under a semi-arid climate. *Agricultural and Forest Meteorology*, 291.
- MacRae, R. J., Hill, S. B., Mehuys, G. R., & Henning, J. (1990). Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. *Adv Agron*, 43, σσ. 155-198.
- Mader, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296, σσ. 1694-1697.
- Mader, P., Fliessbach, A., Wiemken, A., & Niggli, U. (1995). Assessment of soil microbial status under longterm low input (biological) and high input (conventional) agriculture. Στο *Proceedings of the concerted action air 3-CT94 fertilization systems in organic farming* (σσ. 24-38). Darmstadt.
- Madge, D. (2005). *Best practices for organic wine grape production*. Canberra: DNR 01/02.
- Madge, D. (2005). *Best practices for organic wine grape production*. Canberra.
- Marè, C., Aprile, A., Roncaglia, E., Tocci, E., Corino, L. G., De Bellis, L., & Cattivelli, L. (2013). Rootstock and soil induce transcriptome modulation of phenylpropanoid pathway in grape leaves. *Journal of Plant Interactions*, 8(4), σσ. 334-349.

- Marinari, S., Mancinelli, R., Campiglia, E., & Grego, S. (2006). Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in central Italy. *Ecol Indic*, 6, σσ. 701-711.
- Martens, D. A., Johanson, J. B., & Frankenberger Jr., W. T. (1992). Production and persistence of soil enzymes with repeated addition of organic residues. *Soil Sci*, 153, σσ. 53-61.
- Melero, S., Porras, J. C., Herencia, J. F., & Madejon, E. (2006). Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil Tillage Res*, 90(1-2), σσ. 162-170.
- Mendoza-Espinosa, L. G., Burgess, J. E., Daessle, L., & Villada-Canela, M. (2019). Reclaimed water for the irrigation of vineyards: Mexico and South Africa as case studies. *Sustainable Cities and Society*, 51.
- Merkl, N., Schultze-Kraft, R., & Arias, M. (2005). Influence of fertilizer levels on phytoremediation of crude oil-contaminated soils with the tropical pasture grass *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. *International Journal of Phytoremediation*, 7(3), σσ. 217-230.
- Metzke, M., Potthoff, M., Quintern, M., Hess, J., & Joergensen, R. G. (2007). Effect of reduced tillage systems on earthworm communities in a 6-year organic rotation. *Eur. J. Soil Biol*, 43, σσ. 209-215.
- Michaud, A. M., Bravin, M. N., Galleguillos, M., & Hinsinger, P. (2007). Copper uptake and phytotoxicity as assessed in situ for durum wheat (*Triticum turgidum durum* L.) cultivated in Cu-contaminated, former vineyard soils. *Plant Soil*, 298, σσ. 99-111.
- Michopoulos, P., & Solomou, A. (2019). Effects of conventional and organic (manure) fertilization on soil, plant tissue nutrients and berry yields in vineyards. The use of the original native soil as a control. *Journal of Plant Nutrition*, 42(18), σσ. 2287-2298.
- Monaci, E., Coppola, L., Casucci, C., & Vischetti, C. (2011). Losses and dissipation of penconazole in vineyard soil as affected by mid-row management system. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 46(6), σσ. 461-468.

- Moschos, T. (2006). Yield loss quantification and economic injury level estimation for the carpophagous generations of the European grapevine moth *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). *International Journal of Pest Management*, 52(2), σσ. 141-147.
- Mthembu, B. E., Everson, C. S., & Everson, T. M. (2018). Tree legumes-temperate grass agroforestry system effects on inorganic soil nitrogen as ecosystem services provision for smallholder farming systems in South Africa. *Journal of Crop Improvement*, 32(2), σσ. 141-155.
- Muñoz-Leoz, B., Garbisu, C., Antigüedad, I., & Ruiz-Romera, E. (2012). Fertilization can modify the non-target effects of pesticides on soil microbial communities. *Soil Biol. Biochem.*, 48, σσ. 125-134.
- Myburgh, P. A., & Moolman, J. H. (1993). Effect of ridging on the temperature regime of a waterlogged vineyard soil. *South African Journal of Plant and Soil*, 10(1), σσ. 17-21.
- Myrbeck, Å., Arvidsson, J., & Keller, T. (2014). Effect of time of autumn primary tillage on soil structure, grain yield and risk of nitrogen leaching in two Swedish clay soils. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 64(1), σσ. 33-44.
- Narayanamoorthy, A., Devika, N., & Bhattarai, M. (2016). More Crop and Profit per Drop of Water: Drip Irrigation for Empowering Distressed Small Farmers. *IIM Kozhikode Society & Management Review*, 5(1), σσ. 83-90.
- Nastos, P. T., Philandras, C. M., Founda, D., & Zerefos, C. S. (2011). Air temperature trends related to changes in atmospheric circulation in the wider area of Greece. *International Journal of Remote Sensing*, 32, σσ. 737-750.
- Offermann, F., & Nieberg, H. (2000). *Economic performance of organic farms in Europe, organic farming in Europe: economics and policy*. Stuttgart: University of Hohenheim.
- Okur, N., Altindisli, A., Cengel, M., Gocmez, S., & Kayikcioglu, H. H. (2009). Microbial biomass and enzyme activity in vineyard soils under organic and conventional farming systems. *Turk J Agric For*, 33, σσ. 413-423.

- Okur, N., Kayikcioglu, H. H., Ates, F., & Yagmur, B. (2015). A comparison of soil quality and yield parameters under organic and conventional vineyard systems in Mediterranean conditions (West Turkey). *Biological Agriculture & Horticulture*, 32(2), σσ. 1-13.
- Olfati, J. A., Khasmakhi-Sabet, S. A., Shabani, H., & Peyvast, G. (2012). Alternative Organic Fertilizer to Cow Manure for French Dwarf Bean Production. *International Journal of Vegetable Science*, 18(2), σσ. 190-198.
- Organic Research Centre. (2008). *Australian organic market report 2008*. Chermside, Queensland: Biological Farmers of Australia.
- Pankhurst, C. E., Hawke, B. G., McDonald, H. J., Kirkby, C. A., Buckerfield, J. C., Michelsen, P., . . . Doube, B. M. (1995). Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Aust J Exp Agric*, 35, σσ. 1015-1028.
- Pasakdee, S., Banuelos, G., Shennan, C., & Cheng, W. (2007). Organic N Fertilizers and Irrigation Influence Organic Broccoli Production in Two Regions of California. *Journal of Vegetable Science*, 12(4), σσ. 27-46.
- Páscoa, R. N. (2018). Chapter Ten - In Situ Visible and Near-Infrared Spectroscopy Applied to Vineyards as a Tool for Precision Viticulture. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 80, σσ. 253-279.
- Pimental, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., & Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55, σσ. 573-582.
- Qin, S., He, X., Hu, C., Zhang, Y., & Dong, W. (2010). Responses of soil chemical and microbial indicators to conservational tillage versus traditional tillage in the North China Plain. *Eur J Soil Sci*, 46, σσ. 243-247.
- Ramirez, M., Lopez-Pineiro, A., Velazquez, R., Munoz, A., & Regodon, J. A. (2020). Analysing the vineyard soil as a natural reservoir for wine yeasts. *Food Research International*, 129.
- Ramos, M. C., Jones, G. V., & Martinez-Casasnovas, J. A. (2008). Structure and trends in climate parameters affecting winegrape production in northeast Spain. *Climate Research*, 38, σσ. 1-15.

- Reig, M., Vecino, X., Gibert, O., Valderrama, C., & Cortina, J. L. (2020). Study of the operational parameters in the hollow fibre liquid-liquid membrane contactors process for ammonia valorisation as liquid fertiliser. *Separation and Purification Technology*, 255.
- Reinecke, A. J., Albertus, R. M., Reinecke, S. A., & Larink, O. (2008). The effects of organic and conventional management practices on feeding activity of soil organisms in vineyards. *African Zoology*, 43(1), σσ. 66-74.
- Rickson, R., Saffigna, P., & Sanders, R. (1999). Farm work satisfaction and acceptance of sustainability goals by Australian organic and conventional farmers. *Rural Sociology*, 64, σσ. 266-283.
- Rodríguez-Rajo, F. J., Jato, V., Fernández-Gonzalez, M., & Aira, M. J. (2010). The use of aerobiological methods for forecasting Botrytis spore concentrations in a vineyard. *Grana*, 49(1), σσ. 56-65.
- Rodríguez-Salgado, I., Pérez-Rodríguez, P., Campillo-Cora, C., Gómez-Armesto, A., Arias-Estévez, M., Díaz-Raviña, M., . . . Fernández-Calviño, D. (2018). Nitrogen mineralization dynamics in acid vineyard soils amended with bentonite winery waste. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(6), σσ. 805-818.
- Romar-Gasalla, A., Rivas-Perez, I. M., Paradelo-Nunez, R., Novoa-Munoz, J. C., Arias-Estevez, M., Fernandez-Sanjurjo, M. J., . . . Nunez-Delgado, A. (2016). Phosphorus retention on forest and vineyard soil samples, mussel shell, pine-sawdust, and on pyritic, granitic and waste materials. *Geoderma*, 280, σσ. 8-13.
- Romero, M., Luo, Y., Su, B., & Fuentes, S. (2018). Vineyard water status estimation using multispectral imagery from an UAV platform and machine learning algorithms for irrigation scheduling management. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147, σσ. 109-117.
- Rudic, Z., Nikolic, G., Stevic, D., Bozic, M., Mackic, K., & Potkonjak, S. (2019). Achieving sustainable irrigation development in agricultural areas of Serbia with limited water resources. *Outlook on Agriculture*, 48(2), σσ. 126-135.

- Santesteban, L. G. (2019). Precision viticulture and advanced analytics. A short review. *Food Chemistry*, 279, σσ. 58-62.
- Savi, T., Petruzzellis, F., Martellos, S., Stenni, B., Borgo, A. D., Zini, L., . . . Nardini, A. (2018). Vineyard water relations in a karstic area: deep roots and irrigation management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 263, σσ. 53-59.
- Sawant, I. S., Wadkar, P. N., Ghule, S. B., Rajguru, Y. R., Salunkhe, V. P., & Sawant, S. D. (2017). Enhanced biological control of powdery mildew in vineyards by integrating a strain of *Trichoderma afroharzianum* with sulphur. *Biological Control*, 114, σσ. 133-143.
- Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, σσ. 229-232.
- Shahini, S., Kullaj, E., Cakalli, A., Cakalli, M., Lazarevska, S., Pfeiffer, D. G., & Gumeni, F. (2010). Population dynamics and biological control of European grapevine moth (*Lobesia botrana*: Lepidoptera: Tortricidae) in Albania using different strains of *Bacillus thuringiensis*. *International Journal of Pest Management*, 56(3), σσ. 281-286.
- Shao, D., & Tian, M. (2018). A qPCR approach to quantify the growth of basil downy mildew pathogen *Peronospora belbahrii* during infection. *Current Plant Biology*, 15, σσ. 2-7.
- Sharma, R., & Sood, K. (2020). Characterization of Spatial Variability of Soil Parameters in Apple Orchards of Himalayan Region Using Geostatistical Analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(8), σσ. 1065-1077.
- Shera, P. S., Karmakar, P., Sharma, S., & Sangha, K. S. (2017). Suitability of different mealybug species as hosts to solitary endoparasitoid, *Aenasius arizonensis* (Girault) (= *Aenasius bambawalei* Hayat). *International Journal of Pest Management*, 63(4), σσ. 280-288.
- Sidhu, A. S., Sekhon, N. K., Thind, S. S., & Hira, G. S. (2003). Residue Management for Sustainable Crop Production in Summer Moong-Maize-Wheat Sequence. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22(2), σσ. 43-54.

- Skinner, W. (2018). Presence Through Absence: Phylloxera and the Viticultural Imagination in McLaren Vale, South Australia. *The Asia Pacific Journal of Anthropology*, 19(3), σσ. 245-263.
- Stakheyev, Y. I., Vul'fson, Y. K., Ivanov, A. V., Tarasov, L. S., & Florenskiy, K. P. (1973). Granulometric composition of a sample of lunar soil from the Sea of Fertility. *International Geology Review*, 15(2), σσ. 125-128.
- Taksonyi, P., Kocsis, L., Matyas, K. K., & Taller, J. (2013). The effect of quinone outside inhibitor fungicides on powdery mildew in a grape vineyard in Hungary. *Scientia Horticulturae*, 161, σσ. 233-238.
- Tate, K. G., & van der Mespel, J. (1983). Control of dryberry disease (*Peronospora sparsa*) in boysenberry with fungicides. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 11(2), σσ. 141-146.
- Terribile, F., Bonfante, A., D' Antonio, A., De Mascellis, R., De Michele, C., Langella, G., . . . Basile, A. (2017). A geospatial decision support system for supporting quality viticulture at the landscape scale. *Computers and Electronics in Agriculture*, 140, σσ. 88-102.
- Tomasi, D., Jones, G. V., Giust, M., Lovat, L., & Gaiotti, F. (2011). Grapevine phenology and climate change: relationships and trends in the Veneto Region of Italy for 1964–2009. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62(3), σσ. 329-339.
- Trewavas, A. (2004). A critical assessment of organic farming and food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. *Crop Protection*, 23, σσ. 757-781.
- Trilles, S., Torres-Sospedra, J., Belmonte, O., Zarazaga-Soria, F. J., Gonzalez-Perez, A., & Huerta, J. (2019). Development of an open sensorized platform in a smart agriculture context: A vineyard support system for monitoring mildew disease. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*.
- Tripathi, S., Chakraborty, A., Chakrabarti, K., & Bandyopadhyay, B. K. (2007). Enzyme activities and microbial biomass in coastal soils of India. *Soil Biol Biochem*, 39, σσ. 2840-2848.

- Turek, M., Korolewicz, T., & Ciba, J. (2005). Removal of Heavy Metals from Sewage Sludge Used as Soil Fertilizer. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 14(2), σσ. 143-154.
- Van Geel, M., Verbruggen, E., De Beenhouwer, M., van Rennes, G., Lievens, B., & Honnay, O. (2017). High soil phosphorus levels overrule the potential benefits of organic farming on arbuscular mycorrhizal diversity in northern vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 248, σσ. 144-152.
- Van Leeuwen, C., Bois, B., Pieri, P., & Gaudillere, J.-P. (2007). Climate as Terroir Component. . *Congress on climate and viticulture*, (σσ. 1-12). Zaragoza.
- Villanueva-Rey, P., Vázquez-Rowe, I., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2014). Comparative life cycle assessment in the wine sector: biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain. *Journal of Cleaner Production*, 65, σσ. 330-341.
- Villenave, C., Ba, A. O., & Rabary, B. (2009). Diagnostic du fonctionnement biologique du sol par l'analyse de la nématofaune: semis direct versus labour sur les hautes terres près d'Antsirabé (Madagascar). *E.G.S.*, 16, σσ. 369-378.
- Virto, I., Imaz, M. J., Fernandez-Ugalde, O., Urrutia, I., Enrique, A., & Bescansa, P. (2012). Soil quality evaluation following the implementation of permanent cover crops in semi-arid vineyards. Organic matter, physical and biological soil properties. *Span J Agric Res*, 10, σσ. 1121-1132.
- Vishakha, K., Das, S., Banerjee, S., Mondal, S., & Ganguli, A. (2020). Allelochemical catechol comprehensively impedes bacterial blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Microbial Pathogenesis*, 149.
- Wang, L., Wang, Y., Yang, X.-l., & Jiang, X. (2013). Amelioration Effects of Crop Residues with Different Chemical Components on an Acidic Tea Garden Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44(8), σσ. 1310-1321.
- Wang, S., Zhu, G., Xia, D., Ma, J., Han, T., Ma, T., . . . Shang, S. (2019). The characteristics of evapotranspiration and crop coefficients of an irrigated vineyard in arid Northwest China. *Agricultural Water Management*, 212, σσ. 388-398.

- Wery, J., & Langeveld, W. A. (2010). Introduction to the EJA special issue on cropping systems design: new methods for new challenges. *Eur J Agron*, 32, σσ. 1-2.
- Wheeler, S. (2008). What influences agricultural professionals' views towards organic agriculture? *Ecological Economics*, 65, σσ. 145-154.
- Wheeler, S. A., & Crisp, P. (2011). Going organic in viticulture: a case-study comparison in Clare Valley, South Australia. *Australasian Journal of Environmental Management*, 18(3), σσ. 182-198.
- Willer, H., Rohwedder, M., & Wynen, E. (2009). Organic agriculture worldwide: Current statistics. Στο H. Willer, & L. Kilcher, *The world of organic agriculture: statistics & emerging trends 2009, FIBL-IFOAM report*. FiBL, Bonn: IFOAM.
- Wilson, T. G., Kustas, W. P., Alfieri, J. G., Anderson, M. C., Gao, F., Prueger, J. H., . . . Alstad, K. P. (2020). Relationships between soil water content, evapotranspiration, and irrigation measurements in a California drip-irrigated Pinot noir vineyard. *Agricultural Water Management*, 237.
- Woese, K., Lange, D., Boess, C., & Bogl, K. (1997). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74, σσ. 281-293.
- Xie, X., Machikowa, T., & Wonprasaid, S. (2020). Fertigation based on a nutrient balance model for cassava production in two different textured soils. *Plant Production Science*, 23(4), σσ. 407-416.
- Yamada, K., & Xu, H.-L. (2001). Properties and Applications of an Organic Fertilizer Inoculated with Effective Microorganisms. *Journal of Crop Production*, 3(1), σσ. 255-268.
- Zhang, G. Y., Ran, W., Zhang, L. P., Huang, Q. W., Wie, M. F., Fan, Q. L., . . . Xu, G. H. (2012). EFFECT OF GLOMUS MOSSEAE ON MAIZE GROWTH AT DIFFERENT ORGANIC FERTILIZER APPLICATION RATES. *Journal of Plant Nutrition*, 35(2), σσ. 165-175.
- Zhang, G., Thompson, A., Schisler, D., & Johnson, E. T. (2019). Characterization of the infection process by *Peronospora belbahrii* on basil by scanning electron microscopy. *Heliyon*, 5(1).

- Zhao, P., Pumpanen, J., & Kang, S. (2020). Spatio-temporal variability and controls of soil respiration in a furrow-irrigated vineyard. *Soil and Tillage Research*, 196.
- Zuokaite, E., & Ščupakas, D. (2007). Utilization of sewage sludge from acid casein production for soil fertilization. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 15(3), σσ. 166-172.