

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διαχείριση και
Προστασία Περιβάλλοντος**

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Παραδοσιακές αγροτικές πρακτικές ως προς τη χρήση
φυτοπροστατευτικών στην περιοχή της Μεσογείου**

Γεωργία Κούσκουνου

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Δρ Μαρία Ντούλα**

Οκτώβριος 2022

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διαχείριση και
Προστασία Περιβάλλοντος**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Παραδοσιακές αγροτικές πρακτικές ως προς τη χρήση
φυτοπροστατευτικών στην περιοχή της Μεσογείου**

Γεωργία Κούσκουνου

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Δρ Μαρία Ντούλα**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική
εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού
τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος
από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Οκτώβριος 2022

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή καταγράφει και αξιολογεί τις παραδοσιακές αγροτικές πρακτικές ως προς τη χρήση φυτοπροστατευτικών στην περιοχή της Μεσογείου.

Έγινε ανασκόπηση της σύγχρονης ελληνικής αλλά και της διεθνούς βιβλιογραφίας, σχετικά με την αποτελεσματικότητα αυτών των εφαρμοζόμενων πρακτικών. Επίσης έγινε αναδρομή σε ιστορικά κείμενα για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση παραδοσιακών αγροτικών πρακτικών στη Μεσόγειο. Έγινε προσδιορισμός των πρακτικών φυτοπροστασίας από την αρχαιότητα με τη χρήση φυτικών ειδών και στη συνέχεια έγινε συλλογή και χημική ανάλυση ορισμένων από τα φυτικά είδη τα οποία αναφέρονται σε ιστορικά κείμενα. Στο τελευταίο στάδιο της έρευνας, έγινε χρήση της Ανάλυσης SWOT, η οποία χωρίζεται σε δύο βασικά μέρη, στην ανάλυση του εσωτερικού περιβάλλοντος, που είναι τα Δυνατά (Strengths) και Αδύναμα (Weaknesses) σημεία, και στην ανάλυση του εξωτερικού περιβάλλοντος που είναι οι Ευκαιρίες (Opportunities) και οι Απειλές (Threats).

Η μελέτη αυτή κατέδειξε την δυνατότητα να εφαρμοσθούν στη σημερινή εποχή, κάποιες πρακτικές που έρχονται από την αρχαιότητα. Η προσαρμογή τους όμως και η αναβίωσή τους έχει πολλούς περιορισμούς και μπορεί να συνεισφέρει σε Στόχους Αειφόρου Ανάπτυξης. Στη σημερινή εποχή, με τις απόλυτα οργανωμένες δομές ελέγχου της ποιότητας των προϊόντων και των ουσιών που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο, είτε καταλήξουν σε τροφή είτε σε προϊόντα άλλων χρήσεων, πριν την κυκλοφορία οποιουδήποτε προϊόντος ή ουσίας απαιτείται αυστηρός έλεγχος ασφάλειας, τόσο ως προς τη χρήση, αυτή καθ' αυτή, όσο και ως προς τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Τέλος, η αναβίωση αυτή μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νέων βιο-προϊόντων (bio-pesticides), υψηλής προστιθέμενης αξίας, με ισχυρά φιλικό περιβαλλοντικό προφίλ.

Summary

The present thesis records and assesses traditional agricultural practices regarding the use of plant protection products in the Mediterranean region.

A review of the contemporary Greek and international bibliography on the effectiveness of these practices was conducted. A review of historical texts on the identification and evaluation of traditional agricultural practices in the Mediterranean was also carried out. The identification of plant protection practices since antiquity using plant species was carried out, then the collection and chemical analysis of some of the plant species mentioned in historical texts was carried out and finally the SWOT analysis was used, which is divided into two main parts, the analysis of the internal environment, which are the Strengths and Weaknesses, and the analysis of the external environment, which are the Opportunities and Threats.

This study has shown the possibility of applying in today's world some practices that come from antiquity. However, their adaptation and revival have many limitations and can contribute to Sustainable Development Goals.

In contemporary times, with its fully organized structures for monitoring the quality of products and substances used by humans, whether they end up in food or in products for other uses, strict safety checks are required before any product or substance is released, both in terms of its use as such and its impact on the environment.

Finally, this revival may lead to the creation of new bio-pesticides with high added value and a strong environmental profile.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά την καθηγήτρια μου Δρα Μαρία Ντούλα, υπεύθυνη της μεταπτυχιακής διατριβής μου, για την πολύτιμη βοήθεια της, τις συμβουλές και την καθοδήγηση της που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσαν στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου για την ηθική υποστήριξη που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου μέσα από αρκετές δυσκολίες.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	1
Εισαγωγή	1
1.1 Σημασία και Αναγκαιότητα της Μελέτης	1
1.2 Ανάλυση του προβλήματος	2
1.2.1 Κλιματική Αλλαγή και Γεωργία	3
1.3 Σκοπός, Στόχοι και Ερωτήματα της Έρευνας	4
1.4 Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία	5
1.5 Αειφόρος Ανάπτυξη	8
Κεφάλαιο 2	10
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	10
2.1. Βασικές Γεωργικές Πρακτικές.....	10
2.1.1 Λίπανση	11
2.1.2 Διαχείριση εδάφους-Οργανικής ουσίας.....	13
2.1.3 Φυτοπροστατευτικές ουσίες	17
2.2 Γενικά για τις ασθένειες των φυτών	22
2.2.1 Πρακτικές Διαχείρισης Ασθενειών.....	24
2.3 Γενικά για τα έντομα στη γεωργία	24
2.3.1 Πρακτικές Διαχείρισης Εντόμων.....	25
2.3.2 Πρακτικές Διαχείρισης Εντόμων στην αρχαιότητα	26
2.4 Γενικά για τα ζιζάνια	27
2.4.1 Πρακτικές Διαχείρισης Ζιζανίων.....	28
2.4.2 Πρακτικές Διαχείρισης Ζιζανίων στην αρχαιότητα	29
Κεφάλαιο 3	30
Μεθοδολογία	30
Κεφάλαιο 4	33
Αποτελέσματα.....	33
4.1 Πρακτικές Διαχείρισης Ασθενειών στην αρχαιότητα	33
4.2 Δραστικές ουσίες από φυτικά εκχυλίσματα	35
4.3 Πιθανή φυτοπροστατευτική δράση	39
4.4 Μοντέλο Ανάλυσης SWOT	45
Κεφάλαιο 5	48
Γενική Συζήτηση.....	48
5.1 Περιορισμοί.....	48
5.2 Σχόλια και συμπεράσματα.....	49
5.3 Συνεισφορά στους Στόχους Αειφόρου Ανάπτυξης	50

5.4 Προτάσεις.....	51
5.5 Επίλογος.....	52

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Σημασία και Αναγκαιότητα της Μελέτης

Στη σημερινή εποχή η εντατικοποίηση της γεωργίας και η ανάγκη για παραγωγή περισσότερης τροφής έχει οδηγήσει στην εφαρμογή μη βέλτιστων πρακτικών, εν μέρει και λόγω περιορισμένης ενημέρωσης και εκπαίδευσης των παραγωγών. Αναδιοργάνωση και εκμοντερνοποίηση του αγροτικού τομέα καθώς και στροφή του σε αειφόρες πρακτικές είναι απαραίτητο να συμβούν άμεσα, με στόχο την ευθυγράμμιση της γεωργίας με τις παγκόσμιες και Ευρωπαϊκές δεσμεύσεις και το κλίμα. Στο πνεύμα αυτό, η μελέτη και πιθανόν αναβίωση πρακτικών της αρχαιότητας ή και πρακτικών του πιο πρόσφατου παρελθόντος (πριν το 1950), μπορεί να συνεισφέρει στον εντοπισμό κάποιων εξ αυτών που θα μπορούσαν να αναβιώσουν και μετά από μελέτη και κατάλληλη προσαρμογή να εφαρμοσθούν. Λαμβάνοντας επίσης υπόψη την αρμονική σχέση των ανθρώπων του παρελθόντος με τη φύση και την, σε πολύ μεγάλο βαθμό, κυκλικότητα των κοινωνιών τους, είναι πολύ πιθανόν να προκύψουν πολύ σημαντικά συμπεράσματα, αλλά και πρακτικές που θα συνεισφέρουν στους στόχους της αειφόρου ανάπτυξης του παρόντος και του μέλλοντος.

Επί του παρόντος, έως και το 35 % των απωλειών της γεωργικής απόδοσης οφείλονται σε παράσιτα, επομένως η υπέρβαση αυτού του προβλήματος θα συμβάλει σημαντικά στην ενίσχυση των παγκόσμιων προμηθειών τροφίμων. Από τη δεκαετία του 1930, τα συνθετικά φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται ευρέως για την καταπολέμηση των παρασίτων, αλλά αυτά συνοδεύονται από ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών, οικολογικών και υγειονομικών προβλημάτων. Αυτά κυμαίνονται από ερεθισμούς του δέρματος, έως βλάβες στο νευρικό σύστημα, μαζί με προβλήματα γονιμότητας και, σε ορισμένες σπάνιες περιπτώσεις, ακόμη

και θάνατο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει λάβει κρίσιμα βήματα προς τη βελτίωση της ρύθμισης και της χρήσης των φυτοφαρμάκων, πολλά έχουν απαγορευτεί από την αγορά. Τα βιο-προϊόντα (Biopesticides) θεωρούνται ως νέες και πολλά υποσχόμενες λύσεις¹, καθώς η χρήση τους αποφεύγει την υποβάθμιση του εδάφους, σέβεται τη βοηθητική πανίδα και μειώνει την αντοχή στα παράσιτα, σε αντίθεση με τα συνθετικά φυτοφάρμακα. Ως εκ τούτου, τα βιο-προϊόντα (Biopesticides) συμβάλλουν στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

1.2 Ανάλυση του προβλήματος

Ο αγροτικός τομέας αποτελεί από την αρχαία εποχή ένα δομικό στοιχείο της οικονομίας για την περιοχή της Μεσογείου και ακόμη και σήμερα συμβάλλει σημαντικά στην οικονομία. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η μεταβολή του κλίματος και ειδικότερα οι μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών σε βάθος χρόνου χαρακτηρίζονται ως κλιματική αλλαγή.

Η χημική καταπολέμηση των εχθρών των φυτών, αποτελεί εδώ και χρόνια τη βασική μέθοδο αντιμετώπισης των φυτικών παρασίτων, με σκοπό την προστασία των φυτικών καλλιεργειών και τη διασφάλιση της μέγιστης παραγωγής. Παρά τις ανησυχίες για τη χρήση τους, οι φυτοπροστατευτικές ουσίες αποτελούν ίσως το σημαντικότερο εργαλείο για την αγροτική παραγωγή, οδηγώντας σε αντίστοιχες διερευνήσεις νέων τεχνολογιών και μεθόδων αλλά και νέων δραστικών ουσιών, που επιχειρείται να αποτυπωθούν στην παρούσα εργασία. Οι φυτοπροστατευτικές ουσίες, ή φυτοπροστατευτικά προϊόντα, που είναι ευρύτερα γνωστά ως φυτοφάρμακα αποτελούν βασικό κομμάτι της αγροτικής παραγωγής, ιδίως τα τελευταία 60 χρόνια με την εντατικοποίηση των καλλιεργειών. Είναι χημικές ουσίες ή πιο συγκεκριμένα μείγματα χημικών ουσιών, των οποίων η χρήση έχει σκοπό την προστασία των γεωργικών καλλιεργειών από τους φυσικούς εχθρούς και τις ασθένειες των φυτών, ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο δυνατό οι απώλειες της αγροτικής παραγωγής. Με τον όρο «Φυτοφάρμακο» ή «γεωργικό φάρμακο», νοείται κάθε ουσία ή μείγμα ουσιών που σκοπό έχει την πρόληψη, καταστροφή ή απώθηση κάθε παρασίτου

¹ High performing microgranulated Biopesticides for plants protection, Cordis, EU: <https://cordis.europa.eu/article/id/415443-biopesticides>

των φυτών. Ως παράσιτα έχει καθιερωθεί να θεωρούνται όλοι οι οργανισμοί που είναι επιβλαβείς για τα φυτά, και κατά συνέπεια, μπορεί να είναι έντομα, ποντίκια και άλλα ζώα, ανεπιθύμητα φυτά (ζιζάνια), μύκητες αλλά και μικροοργανισμοί όπως βακτήρια και ιοί. Για τον όρο γεωργικό φάρμακο και φυτοφάρμακο που χρησιμοποιήθηκε παλιότερα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθορίσει και χρησιμοποιεί πλέον τον όρο «φυτοπροστατευτικό προϊόν» ή «φυτοπροστατευτική ουσία» (Μενκίσογλου 1998, Μουρκίδου 1991, European Commission 2009)

1.2.1 Κλιματική Αλλαγή και Γεωργία

Σύμφωνα με τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών (UN Framework Convention on Climate Change) ως κλιματική αλλαγή ορίζεται «η αλλαγή που παρατηρείται στο κλίμα, ως συνέπεια έμμεσων ή άμεσων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που επιφέρουν μεταβολές στη παγκόσμια ατμοσφαιρική σύσταση και αυτό, σε συνδυασμό με τη φυσική μεταβολή του κλίματος, παρατηρείται σε συγκρίσιμες χρονικές περιόδους». Αξίζει επιπλέον να σημειωθεί ότι η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με έναν αριθμό αλλαγών και όχι μόνο με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης όπως συχνά θεωρείται (Σκαρλάτου 2017). Παρατηρήσεις της Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC) μέσω της τέταρτης και της πέμπτης έκθεσης αξιολόγησής τους και της ειδικής έκθεσης για τη διαχείριση των κινδύνων από ακραίες καταστροφές και καταστροφές για την εκ των προτέρων προσαρμογή της αλλαγής του κλίματος (SREX-Special Report on Managing the Risks of Extreme Events), υποδεικνύει ότι υπάρχει σχέση μεταξύ κλιματικής αλλαγής και ακραίων καιρικών και κλιματικών συμβάντων που έχουν επιπτώσεις στην κοινωνία και στην αειφόρο ανάπτυξη (IPCC 2014:151). Οι κλιματικές αλλαγές, που προέρχονται από ανθρωπογενείς παράγοντες είναι μια από τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές απειλές (Gurta 2019).

Σήμερα, όλο και συχνότερα ο πληθυσμός της Μεσογείου πλήττεται από ακραία καιρικά φαινόμενα (κάυσωνες, ξηρασίες κá) αλλά ακόμα και η βόρεια Ευρώπη

έρχεται αντιμέτωπη με ισχυρές βροχοπτώσεις που οδηγούν σε πλημμύρες (Σκαρλάτου 2017).

Γεωργία και κλιματική αλλαγή συνδέονται στενά, με τη γεωργία να συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή και ταυτόχρονα η κλιματική αλλαγή να επηρεάζει σημαντικά τον πρωτογενή, αγροτικό, τομέα. Ειδικότερα στη σύγχρονη εποχή και στο άμεσο μέλλον, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον πρωτογενή τομέα θα είναι σοβαρές και ανησυχητικές, τόσο στην περιοχή της Μεσογείου, όσο και παγκοσμίως. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι αλλαγές στην καλλιεργητική περίοδο, η μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων κ.α. (Βολουδάκη, 2011).

Η ικανότητα των φυσικών ή ανθρώπινων συστημάτων να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα (αποτελέσματα κλιματικής αλλαγής) ώστε να περιοριστούν οι επιπτώσεις ή ακόμα και η εκμετάλλευση των ευεργετικών ευκαιριών ονομάζεται «Προσαρμογή» στην κλιματική αλλαγή (IPCC 2007).

1.3 Σκοπός, Στόχοι και Ερωτήματα της Έρευνας

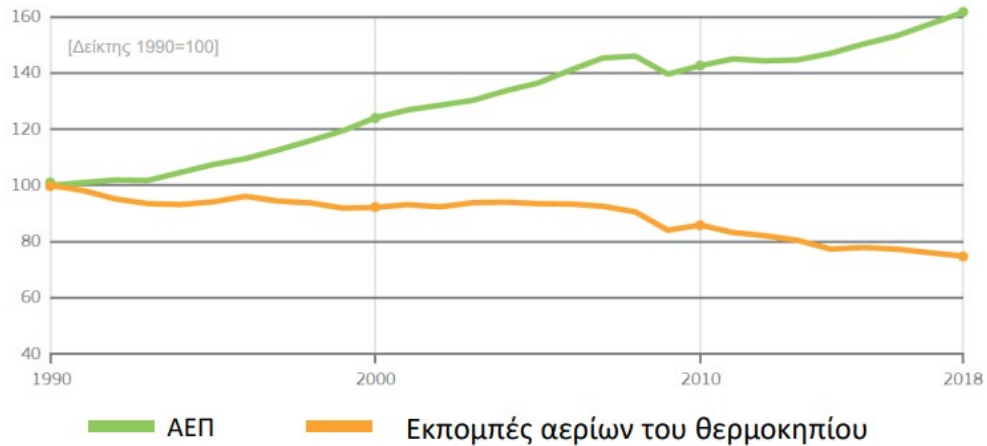
Ο σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η μελέτη πρακτικών που έρχονται από την αρχαιότητα αλλά και παραδοσιακών, κυρίως ως προς την φυτοπροστασία, αλλά και άλλων πρακτικών διαχείρισης του αγροτικού περιβάλλοντος ως προς τη συμβολή τους στη βελτίωση της ασφάλειας των τροφίμων αλλά και στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Παραδοσιακές τεχνικές, όπως για παράδειγμα η δημιουργία αναβαθμίδων, ο συντηρητικός τρόπος κλαδέματος των δένδρων για τη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους, κ.α., που εφαρμόζονται ακόμη ή και έχουν εγκαταλειφθεί, θα μπορούσαν με την εφαρμογή τους σε προσαρμοσμένη στις σημερινές ανάγκες κλίμακα, να συνεισφέρουν στην αειφορία των ευάλωτων Μεσογειακών οικοσυστημάτων και στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται στην παρούσα έρευνα είναι τα εξής:

- 1) Ποιές πρακτικές από την αρχαιότητα αλλά και παραδοσιακές αναπτύχθηκαν στο Μεσογειακό χώρο για τη διαχείριση του εδάφους, του νερού, των γεωργικών αποβλήτων αλλά κυρίως της φυτοπροστασίας
- 2) Ποιες από τις πρακτικές αυτές μπορούν να εφαρμοστούν σήμερα και σε ποια κλίμακα;
- 3) Ποιες οι προϋποθέσεις εφαρμογής τους και ποια τα αναμενόμενα θετικά ή αρνητικά αποτελέσματά τους

1.4 Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αρχίσει εδώ και αρκετά χρόνια να σχεδιάζει και να υιοθετεί μέτρα τα οποία θα βοηθήσουν στον μετριασμό και στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. Ένα από αυτά είναι η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), η οποία εισάγει μεγάλες αλλαγές σε όλους τους οικονομικούς τομείς της Ευρώπης. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει την εισαγωγή καινοτομίας και στροφή σε Πράσινες Πρακτικές, φιλικές προς το περιβάλλον όπως για παράδειγμα η διαφοροποίηση των καλλιεργειών, οικονομικά βιώσιμες και κοινωνικά αποδεκτές. Αναμένεται ότι η Πράσινη Συμφωνία θα μετατρέψει την Ευρωπαϊκή Ένωση σε μια σύγχρονη, αποδοτική ως προς τη χρήση των πόρων και ανταγωνιστική οικονομία, οδηγώντας σε μηδενικές καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050 και σε οικονομική ανάπτυξη αποσυνδεδεμένη από τη χρήση πόρων. Στην Ευρώπη, από το 1990 έως το 2018, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώθηκαν κατά 23% ενώ η οικονομία ενισχύθηκε κατά 61% (Εικόνα 1,) καθιστώντας την Ευρωπαϊκή Ένωση ηγέτιδα στον αγώνα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.



Εικόνα 1. Πρόσδος μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και ενίσχυση της οικονομίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε σχέση με το 1990 (έτος αναφοράς).

Η Πράσινη Συμφωνία εξασφαλίζει ότι κανένας άνθρωπος και καμία περιφέρεια δεν θα μείνουν στο περιθώριο (No one left behind approach), ενώ αναμένεται βελτίωση της ευημερίας και της υγείας των πολιτών και των μελλοντικών γενεών εξασφαλίζοντας καθαρό αέρα, καθαρό νερό, υγιές έδαφος, πλούσια βιοποικιλότητα, ανακαινισμένα και ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, υγιεινά και οικονομικά προσιτά τρόφιμα, βελτίωση των δημόσιων μεταφορών, καθαρότερη ενέργεια και πρωτοποριακή καθαρή τεχνολογική καινοτομία, προϊόντα με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής που μπορούν να επισκευάζονται, να ανακυκλώνονται και να επαναχρησιμοποιούνται. Θα παρέχονται μελλοντικά βιώσιμες θέσεις εργασίας και κατάρτιση σε δεξιότητες για τη μετάβαση και τέλος θα παρέχει ανταγωνιστική και ανθεκτική βιομηχανική σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η σύνδεση που υφίσταται μεταξύ υγιών ανθρώπων, υγιών κοινωνιών και υγιούς πλανήτη θέτει τα βιώσιμα συστήματα τροφίμων στο επίκεντρο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η οποία αποτελεί τη στρατηγική της ΕΕ για βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία έχει σχεδιαστεί για την τόνωση της οικονομίας, τη βελτίωση της υγείας και της ποιότητας ζωής των ανθρώπων και την προστασία της φύσης. Το ευρωπαϊκό σύστημα γεωργίας και τροφίμων, το οποίο στηρίζει η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) έχει ήδη καταστεί παγκόσμιο πρότυπο όσον αφορά στην προστασία, στην ασφάλεια του εφοδιασμού, στη διατροφή και την ποιότητα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή

COM/2008/0641, 2008). Τώρα, πρέπει να καταστεί παγκόσμιο πρότυπο και για την αειφορία. Η μετάβαση σε ένα αειφόρο σύστημα τροφίμων μπορεί να αποφέρει περιβαλλοντικά, υγειονομικά και κοινωνικά οφέλη, καθώς και να προσφέρει πιο δίκαιο οικονομικό κέρδος.

Οι στόχοι της ΕΕ είναι (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2021):

- διασφάλιση επισιτιστικής ασφάλειας ενόψει της κλιματικής αλλαγής και της απώλειας της βιοποικιλότητας
- μείωση του περιβαλλοντικού και κλιματικού αποτυπώματος του συστήματος τροφίμων της ΕΕ
- ενίσχυση της ανθεκτικότητας του συστήματος τροφίμων της ΕΕ
- καθοδήγηση της παγκόσμιας μετάβασης προς την ανταγωνιστική βιωσιμότητα «από το αγρόκτημα στο πιάτο»

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε σειρά προτάσεων με στόχο να προσαρμοστούν οι πολιτικές της ΕΕ για το κλίμα, την ενέργεια, τις μεταφορές και τη φορολογία στον σκοπό της μείωσης των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55 % έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για να επιτευχθούν οι στόχοι που τέθηκαν με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η Επιτροπή έχει δεσμευτεί για την κινητοποίηση τουλάχιστον 1 τρισεκατομμυρίου ευρώ σε βιώσιμες επενδύσεις κατά την επόμενη δεκαετία. Η πολιτική της ΕΕ για τη συνοχή βοηθά τις χώρες, τις περιφέρειες, τις τοπικές κυβερνήσεις και τις πόλεις της ΕΕ να υλοποιούν μεγάλες επενδύσεις που συμβάλλουν στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Οι χώρες πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον το 30 % των ποσών που λαμβάνουν από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης για τις εν λόγω προτεραιότητες. Επιπλέον, το 37% του ποσού του Ταμείου Συνοχής θα συμβάλει, ιδίως, στην επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Η Επιτροπή έχει θέσει σε εφαρμογή το επενδυτικό σχέδιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (EGDIP), το οποίο αναφέρεται επίσης ως επενδυτικό σχέδιο «Βιώσιμη Ευρώπη» (SEIP), στο πλαίσιο της Πράσινης Συμφωνίας. Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει τον Μηχανισμό Δίκαιης Μετάβασης, ο οποίος επικεντρώνεται στη διασφάλιση δίκαιης και ισότιμης μετάβασης προς την πράσινη οικονομία. Επίσης, η Επιτροπή θα κινητοποιήσει σημαντικές επενδύσεις

κατά την περίοδο 2021-2027 για τη στήριξη των πολιτών των περιφερειών που επηρεάζονται περισσότερο από τη μετάβαση.

Οι θάλασσες, οι ωκεανοί και το περιβάλλον της είναι για την Ευρώπη πηγή φυσικού και οικονομικού πλούτου. Στις προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας περιλαμβάνονται:

- η προστασία της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων μας
- η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ρύπανσης των υδάτων και του εδάφους
- η ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας
- η βελτίωση της διαχείριση των αποβλήτων
- η διασφάλιση της βιωσιμότητας των τομέων της γαλαζίας οικονομίας και της αλιείας μας.

1.5 Αειφόρος Ανάπτυξη

Η παγκόσμια κοινότητα επαναβεβαίωσε τη δέσμευση της Βιώσιμης Ανάπτυξης που είναι να διασφλίσει βιώσιμη, χωρίς αποκλεισμούς οικονομική ανάπτυξη, κοινωνική συνοχή και προστασία του περιβάλλοντος και όλα αυτά με συνεργασία και ειρήση. Η Ατζέντα για το 2030 είναι παγκόσμια, φιλοδοξεί να αλλάξει τον κόσμο μας και βασίζεται στα ανθρώπινα δικαιώματα. Είναι ένα φιλόδοξο σχέδιο δράσης για τις χώρες, για το σύστημα των Ηνωμένων Εθνών και όλους τους φορείς ανάπτυξης.

Στην καρδιά της Ατζέντας υπάρχουν πέντε στοιχεία κλειδιά:

- Οι άνθρωποι,
- Η ευημερία,
- Η ειρήνη,
- Η συνεργασία και
- Ο πλανήτης

Αυτά με την σειρά τους στηρίζουν τους 17 Στόχους Αειφόρου Ανάπτυξης (SDG) (Εικόνα 2). Η Αειφόρος Ανάπτυξη είναι αποτέλεσμα τριών κύριων συστατικών, της οικονομικής ανάπτυξης, της κοινωνικής συνοχής και της προστασίας του

περιβάλλοντος. Αυτά συνδέονται μεταξύ τους και έχουν κοινά σημεία επαφής. Για παράδειγμα ένα πρόβλημα υγείας, όπως η φυματίωση, δεν οφείλεται μόνο στον ανθυγιεινό τρόπο ζωής, αλλά και από άλλους παράγοντες, όπως είναι η φτώχεια ή η ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε. Ο κάθε ένας από τους 17 Στόχους στοχεύει σε κάποιο τομέα και έχει σχέση με τον άνθρωπο, την οικονομία και το περιβάλλον.



Εικόνα 2. Οι 17 Στόχοι Αειφόρου Ανάπτυξης

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Στο κεφάλαιο αυτό μελετώνται οι βασικές αγροτικές πρακτικές οι οποίες αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν στο παρελθόν, όπως αυτές συλλέχθηκαν από την υφιστάμενη βιβλιογραφία, δηλαδή:

- η λίπανση
- η κατεργασία/διαχείριση του εδάφους και της οργανικής ουσίας
- η άρδευση, και
- η φυτοπροστασία

Οι παραπάνω πρακτικές σίγουρα δεν είναι οι μόνες που εφαρμόζονται από τους σύγχρονους γεωργούς. Είναι όμως οι βασικές που εφαρμόζονται σε κάθε χωράφι, είτε καλλιεργείται για εμπορικούς είτε για προσωπικούς σκοπούς.

2.1. Βασικές Γεωργικές Πρακτικές

Από την Νεολιθική εποχή, όταν οι άνθρωποι ανακάλυπταν ότι είναι εφικτό να ζήσουν καλλιεργώντας τη γη και να σταματήσουν να μετακινούνται συνεχώς αναζητώντας τροφή μέσω του κυνηγιού και της συλλογής καρπών, διαπίστωσαν ότι υπάρχουν υλικά που αυξάνουν την απόδοση της καλλιέργειας (Τσιτσίας 1996). Τα πρώτα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό ήταν φύλλα σε αποσύνθεση και περιττώματα ζώων. Από τότε έως τον 17^ο αιώνα, οι άνθρωποι συνέχιζαν να καλλιεργούν χρησιμοποιώντας το φυσικό κομπόστ και την κοπριά ως τα μόνα υλικά αύξησης της απόδοσης των καλλιεργειών, δηλαδή ως λιπάσματα (Τσιτσίας 1996).

2.1.1 Λίπανση

Από τις αρχές του 18^{ου} αιώνα κατά τη διάρκεια της αγροτικής επανάστασης, άρχισε σταδιακά η ανακάλυψη νέων φυσικών λιπασμάτων, κυρίως πετρωμάτων, που είχαν τη δυνατότητα να αυξάνουν την παραγωγή πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά, ενώ από τη βιομηχανική επανάσταση και μετά ξεκίνησε η συστηματική μελέτη των χημικών στοιχείων που επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών με συνέπεια την παραγωγή και χρήση τεχνητών λιπασμάτων, δηλαδή ουσιών που παρασκευάζονται από τον άνθρωπο με χημικές μεθόδους (Βογιατζής και Δριτσάκης 1997).

Τα τελευταία 20-30 χρόνια με τη ραγδαία πρόοδο και τις σπουδαίες ανακαλύψεις στο τομέα της βιολογίας έγινε αντιληπτός ο ρόλος των μικροοργανισμών στη θρέψη των φυτών καθώς και οι βιοχημικοί μηχανισμοί πρόσληψης και αφομοίωσης των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Παράλληλα με τη βιοτεχνολογία δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής νέων λιπασμάτων που συνδυάζουν οργανικές και ανόργανες ενώσεις μαζί με ωφέλιμους μικροοργανισμούς επεκτείνοντας τα διαθέσιμα προϊόντα λίπανσης που έχει σήμερα στη διάθεσή του ο άνθρωπος για να επιτύχει τη βελτιστοποίηση της φυτικής παραγωγής (Βογιατζής και Δριτσάκης 1997).

Ο ρόλος των λιπασμάτων είναι να παρέχουν τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά και δεν μπορούν να βρουν και να προσλάβουν από το έδαφος στο οποίο έχουν εγκατασταθεί. Αυτό συνεπάγεται βελτιστοποίηση της παραγωγής, αύξηση των αποδόσεων και αύξηση του οικονομικού οφέλους των παραγωγών.

Τα κύρια μακροθρεπτικά στοιχεία απαραίτητα για τη θρέψη των φυτών είναι το Άζωτο, ο Φώσφορος και το Κάλιο (Ζαλίδης 1999).

Το άζωτο είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες ανάπτυξης των φυτών και η απουσία του επηρεάζει αρνητικά την απόδοση μιας καλλιέργειας. Το άζωτο υπάρχει στο έδαφος κυρίως ως οργανικό, και σε μικρότερο ποσοστό ως αμμώνιο (NH_4^+) και νιτρικά (NO_3) (Σιδηροπούλου 2012).

Ο φωσφόρος (P) παίζει σημαντικό ρόλο στη φυτική θρέψη λόγω συμμετοχής του σε πολλές βιολογικές διαδικασίες και επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των

φυτών. Πιο συγκεκριμένα συμβάλλει στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σε τέτοιο βαθμό που η ελλιπής ποσότητα φωσφόρου μειώνει την ανάπτυξη των ριζών περισσότερο από ότι η υψηλή αλατότητα (ανεξάρτητα από την ευαισθησία της ποικιλίας στην αλατότητα (Abbas 2018:155). Με τη συγκομιδή, απομακρύνονται από το έδαφος μεγάλες ποσότητες φωσφόρου που αναπληρώνονται μέσω της λίπανσης.

Το συγκεκριμένο στοιχείο έχει σημαντική δράση για την ενεργότητα των ενζύμων, της αναπνοής του φυτού και της φωτοσύνθεσης ενώ ταυτόχρονα αποτελεί σημαντικό ρυθμιστικό παράγοντα για το άνοιγμα των στομάτων μειώνοντας την διαπνοή. Παράλληλα η επάρκεια σε κάλιο συμβάλλει στη βελτίωση της αντοχής σε διαφορετικές συνθήκες στρες όπως στη ξηρασία και στις υψηλές θερμοκρασίες αλλά και της αντοχής σε ασθένειες διότι ενεργοποιεί αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς άμυνας (Hasanuzzaman 2018:31, Dias and Lidon 2010: 412-436, Mann 2004: 653-659, Wei 2013).

Για την ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού προγράμματος λίπανσης είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθούν αναλύσεις εδάφους. Επιπλέον, σημαντικοί παράγοντες για την αποτελεσματικότητα της λίπανσης είναι ο ρυθμός που χρησιμοποιείται το λίπασμα, η τοποθέτησή του και ο χρόνος εφαρμογής.

Η συμβατική γεωργία, η κυρίαρχη μορφή της σύγχρονης γεωργίας, αναφέρεται στην εντατική μορφή γεωργίας, η οποία εφαρμόζει συστήματα υψηλών εισροών, επιδιώκοντας την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Αυτό σημαίνει ότι γίνεται χρήση χημικών εισροών υπερκαλλιεργώντας το έδαφος και επιδιώκοντας την αύξηση των παραγόμενων προϊόντων, χωρίς, όμως συνήθως, την απαιτούμενη περιβαλλοντική ευαισθησία (Κουτσός 2010).

Ενώ αρχικά η συμβατική γεωργία φαινόταν ιδανική για την ικανοποίηση των επισιτιστικών αναγκών, αργότερα δημιούργησε προβλήματα στον αγροτικό πληθυσμό, εκ των οποίων μερικά είναι πολύ σημαντικά όπως, η υποβάθμιση της ασφάλειας και της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι δαπάνες για αποζημιώσεις, επιδοτήσεις ή αποσύρσεις, η αύξηση της παραγωγής και ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων αγροτικών προϊόντων κάτι το οποίο οδήγησε στη μείωση των τιμών τους καθώς και η υποβάθμιση των εδαφών, η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων, υπόγειων και επιφανειακών, και

γενικώς αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Βογιατζής και Δριτσάκης 1997)

2.1.2 Διαχείριση εδάφους-Οργανικής ουσίας

Έχει αποδειχθεί ότι η ορθολογική εφαρμογή κοπριάς και κομπόστ, αυξάνει σημαντικά τα αποθέματα άνθρακα του εδάφους (Jones C, 2015 and Rodale, 2014). Για παράδειγμα, τεράστιο κέρδος σε άνθρακα (1.66 τόνων ανά στρέμμα με μέσο όρο 0.55 τόνους) αποδείχθηκε σε βιολογική καλλιέργεια καλαμποκιού χωρίς καθόλου άροση του εδάφους (Khorramdel S 2013:25-31). Η οργανική ουσία του εδάφους στην επαφή της με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, οξειδώνεται προς διοξείδιο του άνθρακα. Η άροση λοιπόν, όσο πιο βαθιά είναι, φέρνει στην επιφάνεια, και συνεπώς σε επαφή με το οξυγόνο, κατώτερα στρώματα εδάφους, με αποτέλεσμα την οξείδωση της οργανικής ουσίας (Hobbs 2008:543-555). Η διάβρωση είναι ένας ακόμα παράγοντας απώλειας οργανικής ουσίας του εδάφους, και για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να διατηρείται η φυτική κάλυψη. Τέλος, τα φυτά δεν προστατεύουν μονάχα τον εδαφικό άνθρακα, αλλά επίσης προσθέτουν άνθρακα μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Με απλά λόγια, κάθε τετραγωνικό μέτρο εδάφους που μένει γυμνό, είτε είναι μεταξύ σειρών καλλιέργειας, επειδή γίνεται άροση σε ένα χωράφι, είτε έχει μόλις μαζευτεί η σοδειά και έχει μείνει για αγρανάπαυση, μειώνει τα αποθέματά του σε άνθρακα. Πρακτικές όπως η χειμερινή βλάστηση ώστε να καλυφθεί το έδαφος, η σπορά με ψυχανθή και η εδαφοκάλυψη, είναι σημαντικές πρακτικές, ώστε μόλις μαζευτεί η σοδειά να υπάρχει παραγωγική κάλυψη που να αυξάνει τα επίπεδα εδαφικού άνθρακα, να προστατεύει από τη διάβρωση, να προσφέρει θρεπτικά στοιχεία στους μικροοργανισμούς του εδάφους και να αυξάνει τη συσσωμάτωση (Azeez 2009).

Μία από τις δυσκολότερες πρακτικές για την αποκατάσταση του άνθρακα που έχουν να ακολουθήσουν οι βιολογικοί καλλιεργητές είναι αυτή της μείωσης της άροσης. Λόγω του ότι οι βιολογικοί καλλιεργητές δεν χρησιμοποιούν ζιζανιοκτόνα, η άροση του εδάφους είναι το μεγάλο τους όπλο κατά των άγριων χόρτων (Watkiss 2008).

Η άροση όμως προκαλεί αρκετές επιβλαβείς επιπτώσεις όπως:

1) Αφήνει εκτεθειμένα βαθύτερα εδαφικά στρώματα που έρχονται στην επιφάνεια με την άροση στον αέρα, οξειδώνοντας έτσι τον εδαφικό άνθρακα στο συγκεκριμένο σημείο (Azeez 2009).

2) Η άροση καταστρέφει τις υφές των μυκοριζικών μυκήτων, των μικροοργανισμών δηλαδή που είναι υπεύθυνοι για μμεγάλο μέρος της συμβίωσης η οποία είναι τόσο σημαντική για την ανάπτυξη των φυτών και τη δημιουργία άνθρακα (Fileccia 2017).

3) Τα σύνθετα εδαφικά συσσωματώματα που έχουν δημιουργηθεί από μικροβιακές εκκρίσεις για να προστατέψουν σημαντικούς χημικούς μετασχηματισμούς, όπως είναι η δημιουργία αζώτου και η σταθεροποίηση άνθρακα, καταστρέφονται με την άροση (Powlson 2011:42-55).

4) Η άροση τείνει να καταστρέφει το πορώδες του εδάφους, εμποδίζοντας τη συγκράτηση του αέρα και του νερού, προκαλώντας την εξόντωση των μικροοργανισμών (Powlson 2011:42-55).

5) Η άροση γίνεται με χρήση εξοπλισμού και συνεπώς κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων απελευθερώνοντας αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (Todd 2012:35).

Τα βιολογικά συστήματα γεωργίας με τα υψηλότερα επίπεδα αποκατάστασης άνθρακα είναι εκείνα που αποφεύγουν πρακτικές άροσης και προσθέτουν στο έδαφος πολλή οργανική ύλη όπως κοπριά από αγελάδες (Khorramdel 2013:25-31). Ακόμα και μια άροση μετά από αρκετά χρόνια μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια του περισσότερου άνθρακα που βρίσκεται στο έδαφος (Lal 2004: 1-22).

Η χρησιμότητα της κοπριάς για τη λίπανση των καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι γνωστή από τα αρχαία χρόνια και αποτέλεσε μέχρι σήμερα το βασικό τρόπο αναπλήρωσης των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους, παρόλο που τις τελευταίες δεκαετίες, με την ευρεία εξάπλωση των χημικών λιπασμάτων, η σημασία της υποτιμήθηκε (Βλοντάκης, 2003).

Η κοπριά περιέχει σε μεγάλο ποσοστό οργανικά υλικά και αξιοσημείωτες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων ως και αυξητικές ουσίες. Η σημασία της κοπριάς ως πηγή άντλησης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά και ως μέσο βελτίωσης της

φυσικής και βιολογικής γονιμότητας των εδαφών, έχει πλήρως κατανοηθεί στη βιολογική γεωργία. Για τον λόγο αυτό η θρέψη των φυτών βασίζεται στην κοπριά και στις αμειψισπορές και μόνο όταν προκύψει ανάγκη επιτρέπεται η χήση ανόργανων φυσικών στοιχείων.

Η κοπριά πρέπει να εφαρμόζεται αφού προηγουμένως χωνευτεί (βιοχημικό φαινόμενο κατά το οποίο αποσυντίθενται πρώτα οι ευκολοδιάσπαστες ουσίες της, ενώ οι δυσδιάσπαστες μετασχηματίζονται αργότερα σε χουμίνες και χουμικά οξέα).

Επίσης, η κομποστοποίηση είναι μια φυσική διαδικασία η οποία μετατρέπει τα οργανικά υλικά σε μία πλούσια ουσία η οποία ονομάζεται κομπόστ ή χούμους ή εδαφοβελτιωτικό.

Το κομπόστ, είναι ένα σταθεροποιημένο οργανικό υλικό, αποτέλεσμα της αερόβιας αποικοδόμησης οργανικών υπολειμμάτων και της μετατροπής τους σε χούμο, με τη βοήθεια μικροοργανισμών. Η εκμετάλλευση του κομπόστ στη γεωργία είναι γνωστή εδώ και πολλά χρόνια. Προυποθέτει ορισμένες γνώσεις και η ποιότητά του εξαρτάται κυρίως από το είδος και την ποιότητα των υλικών που προστίθενται στη φάση της κομποστοποίησης. Βέβαια, και άλλοι παράγοντες επιδρούν στο ποιοτικό επίπεδο του κομπόστ, όπως ο τρόπος στοίβαξης, ο χώρος παρασκευής, η ταχύτητα αποδόμησης των υλικών, η πορεία της ζύμωσης, η ωρίμανση, η χουμοποίηση, κ.α (Σιδηράς 1997).

Η κομποστοποίηση είναι ένας πολύ άμεσος και σημαντικός τρόπος ανακύκλωσης. Έχει υπολογιστεί ότι το 35% των οικιακών απορριμμάτων μπορούν να κομποστοποιηθούν (Bartelings 1999:73-491). Με την εκτεταμένη χρήση του κομπόστ αντιμετωπίζεται η εντεινόμενη διάβρωση των εδαφών και καταστέλλονται πολλά φυτοπαθογόνα του εδάφους. Υπάρχει μεγάλη ανάγκη ορθολογικής διαχείρισης και προστασίας των διαθέσιμων υδάτων και ιδιαίτερα εξοικονόμησης του με την εφαρμογή της χρήσης του κομπόστ στη γεωργία. Με την κομποστοποίηση μειώνονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών.

Η εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων προσφέρει σημαντικά οφέλη, όπως στην αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους και συνεπώς της γονιμότητάς του, την

βελτίωση της δομής του εδάφους και τον αερισμό του, κ.α (Verhulst 2011:347-356).

Παρ' όλα αυτά, ειδικά στην εντατική γεωργία, δεν είναι εφικτή η πλήρης αντικατάσταση των ανόργανων λιπασμάτων με οργανικά. Αυτό οφείλεται κυρίως στη μικρότερη περιεκτικότητα των οργανικών λιπασμάτων σε άζωτο (μέσος όρος περίπου 3%) και στη μορφή του αζώτου σε αυτά. Το άζωτο στα οργανικά λιπάσματα βρίσκεται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 95% σε οργανική μορφή (Ζαλίδης 1999). Αυτό απαιτεί περισσότερο χρόνο ώστε το άζωτο να ανοργανοποιηθεί μέσω μικροβιακών δραστηριοτήτων, σε NO_3^- και NH_4^+ , μορφές άμεσα διαθέσιμες στα φυτά. Η ετήσια όμως τροφοδοσία του εδάφους με οργανικά πρόσθετα μπορεί να διατηρήσει κανονική ροή παραγωγής ανόργανων μορφών αζώτου. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα αυτής της αργής παραγωγής των ανόργανων μορφών αζώτου είναι η μειωμένη απώλεια αυτών με τις βροχές ή την άρδευση, καθώς αυτά είναι ευδιάλυτα στο νερό (Σιδηροπούλου 2012). Αυτό είναι και το μεγάλο πρόβλημα των ανόργανων-χημικών λιπασμάτων, ότι δηλαδή αν και τροφοδοτούν το έδαφος με άμεσα διαθέσιμο ανόργανο άζωτο, η απώλεια του είναι εύκολη.

Η συνήθης πρακτική των γεωργών που χρησιμοποιούν οργανικά πρόσθετα είναι να αντικαθιστούν τη μισή ή το 1/3 της απαιτούμενης ποσότητας αζώτου με άζωτο από οργανικά πρόσθετα.

Σε αυτήν την περίπτωση, για τους ελαιώνες, το όφελος θα ήταν και περιβαλλοντικό και οικονομικό, καθώς το κόστος των οργανικών πρόσθετων είναι πολύ χαμηλότερο (για παράδειγμα ένα κιλό κομπόστ στοιχίζει περίπου 0,1 ευρώ).

Εκτός όμως από τη μείωση των εκπομπών και του κόστους παραγωγής, η πρακτική της ενσωμάτωσης οργανικής ουσίας στο έδαφος συνδράμει τα μέγιστα στην αποθήκευση και αποτροπή διαφυγής του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Στην περίπτωση αυτή, το όφελος υπολογίζεται ως «Εκπομπές που αποφεύγονται λόγω δέσμευσης άνθρακα στο έδαφος» (Huang 2018:2516-2524).

2.1.3 Φυτοπροστατευτικές ουσίες

Η χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών όπως είναι τα ζιζανιοκτόνα, τα εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, φυτοπροστατευτικά για τους ιούς και τα βακτήρια απαιτείται επίσης να αναθεωρηθεί (Ελευθεροχωρινός 2008). Τα φυτοφάρμακα ενέχουν κίνδυνο στην υγεία των ανθρώπων, των ζώων, των φυτών και του περιβάλλοντος γενικά. Παλαιά, ενδεχομένως να μην υπήρχαν τόσες πολλές ασθένειες ή υπήρχαν σε μικρότερη έκταση, ωστόσο οι πρακτικές που εφαρμόζονταν ήταν εμπειρικές, και κυκλοφορούσαν από στόμα σε στόμα (Αλμπάνης 1991).

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν φυτοπροστατευτικά για την προστασία των καλλιεργειών τους πριν από 2000 π.Χ. Η πρώτη γνωστή μέθοδος φυτοπροστασίας ήταν το ράντισμα με στοιχειακό θείο στην αρχαία Σουμερία Μεσοποταμίας πριν 4.500 χρόνια. Στο Ριγκ Βέδε, που χρονολογείται 4,000 ετών, αναφέρεται η χρήση δηλητηριωδών φυτών (Δάφνη-Laurus nobilis και Μαύρο ελλέβορο-Helleborus niger) για την καταπολέμηση των παρασίτων (Ritter 2009). Από τον 15^ο αιώνα, χρησιμοποιούνταν στις καλλιέργειες για να σκοτώσουν τα παράσιτα, τοξικές ουσίες όπως ο υδράργυρος, το αρσενικό και ο μόλυβδος (Whitford 2006). Τον 17^ο αιώνα χρησιμοποιήθηκε η θεϊκή νικοτίνη που εξάγεται από φύλλα καπνού και τον 19^ο αιώνα παρουσιάστηκαν δύο πιο φυσικά φυτοφάρμακα, το πύρεθρο (Pyrethrum) (Εικόνα 3), που προέρχεται από τα χρυσάνθεμα (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), και η ροτενόνη (Rotenone), που προέρχεται από τις ρίζες τροπικών λαχανικών (Kaushik P., Kaushik G., 2006: 102-111). Μέχρι τη δεκαετία του 1950, κυριαρχούσαν τα φυτοφάρμακα με αρσενικό. Ο Paul Muller, το 1939 στην Ελβετία (Matolcsy 1988: 108-164) ανακάλυψε ότι το DDT, που ήταν πολύ αποτελεσματικό εντομοκτόνο, πρόκειται για χλωριωμένο υδρογονάνθρακα, με μικρή τοξικότητα στον άνθρωπο και στα θερμόαιμα ζώα. Η αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) απαγόρευσε την χρήση του DDT το 1973 με απόφαση του εφετείου της περιφέρειας της Κολούμπια (District of Columbia) (WHO, 1979:169). Η γεωργική χρήση του DDT σήμερα απαγορεύεται βάσει της Σύμβασης της Στοκχόλμης για τους Επίμονους Οργανικούς Ρύπους στο περιβάλλον, αλλά εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε

ορισμένες χώρες (π.χ. Βιετνάμ), για την πρόληψη της ελονοσίας και άλλων τροπικών ασθενειών για τη δράση του κατά των κουνουπιών (Lobe 2006).

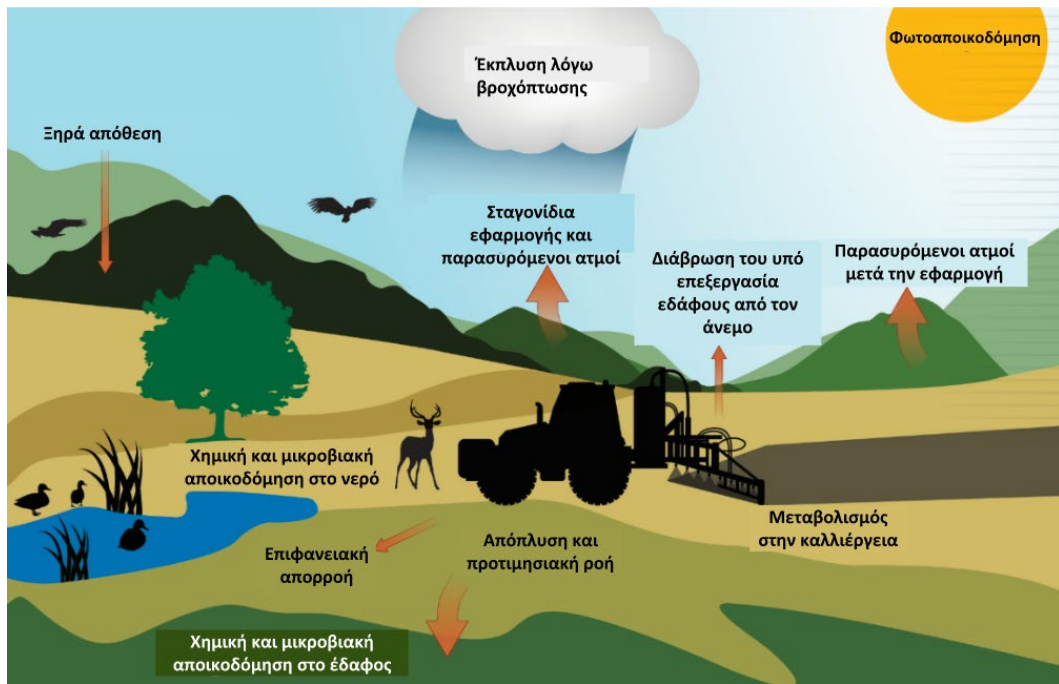
Η ΕΕ θεσμοθέτησε το 2021 τη μείωση της χρήσης των χημικών φυτοφαρμάκων μέχρι το 2030 κατά 50%. Η ΕΕ σκοπεύει να αντικαταστήσει αυτή τη μείωση των φυτοφαρμάκων με βιολογικά προϊόντα και με την χρήση οφέλιμων εντόμων. Βέβαια αυτοί οι τρόποι δεν έχουν την ίδια αποτελεσματικότητα, μπορούν όμως να εφαρμοσθούν σε μεγαλύτερες ποσότητες ή και εκτάσεις. Ένα παράδειγμα είναι ο βάκιλος Θουριγγίας (*Bacillus thuringensis*), ένα οικολογικό φυσικό εντομοκτόνο που χρησιμοποιείται για την προστασία των φυτών από έντομα (Vachon 2012). Αν και καταπολεμά αποτελεσματικά τις κάμπιες αρκετών εντόμων, ο βάκιλος Θουριγγίας (*Bacillus thuringensis*) διαθέτει εκλεκτική δράση και δεν δημιουργεί προβλήματα στα ωφέλιμα έντομα. Είναι ακίνδυνος για τα φυτά και ασφαλής για τον άνθρωπο και για τα ζώα καθώς αποσυντίθεται πλήρως στην τροφική αλυσίδα χωρίς να αφήνει επιβλαβή υπολείμματα στο περιβάλλον. Ο βάκιλος Θουριγγίας (*Bacillus thuringensis*) έχει εκτεταμένη εφαρμογή τόσο σε βιολογικές καλλιέργειες όσο και σε συμβατικές καλλιέργειες για την αντιμετώπιση διαφορετικών ειδών κάμπιας σε κηπευτικά, σε καλλωπιστικά φυτά και σε καρποφόρα δέντρα (Σιδηράς 2005).



Εικόνα 3. Πύρεθρο (*Pyrethrum*)

Από το 1991, η Ευρωπαϊκή Ένωση διαθέτει νομοθετικό πλαίσιο για την έγκριση των Φυτοπροστατευτικών προϊόντων, την προώθηση της ορθολογικής χρήσης τους και τη μείωση του κινδύνου που ενέχει η χρήση Φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Η Επιτροπή εγκρίνει τις δραστικές ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιούνται στα εγκεκριμένα κράτη μέλη Φυτοπροστατευτικών προϊόντων, και ελέγχει εάν τα κράτη μέλη εφαρμόζουν τη σχετική νομοθεσία της ΕΕ (Εθνική Νομοθεσία για την εναρμόνιση της Οδηγίας 91/414 /ΕΟΚ).

Προωθεί επίσης την ολοκληρωμένη φυτοπροστασία ώστε να ενθαρρύνει τη χρήση προληπτικών, φυσικών ή άλλων μη χημικών μεθόδων ελέγχου των επιβλαβών οργανισμών πριν την προσφυγή σε Φυτοπροστατευτικά προϊόντα. Στην Ευρώπη ο έλεγχος για υπολείμματα φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα είναι πάρα πολύ αυστηρός ωστόσο δεν είναι επαρκής. Το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ) δίνει εγκρίσεις για τη χρήση συγκεκριμένων ουσιών, τα οποία είναι και αυτά που κυκλοφορούν νόμιμα στην αγορά. Το ΥΠΑΑΤ επιλέγει και εγκρίνει ήπιες μορφές ουσιών, οι οποίες όμως πολλές φορές δεν είναι ικανοποιητικά δραστικές ώστε να καταπολεμήσουν τους εχθρούς των καλλιεργειών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, αρκετοί αγρότες στρέφονται στη χρήση μη νόμιμων σκευασμάτων (Aspelin 2003). Η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων ασκεί πίεση στο περιβάλλον και θέτει σε κίνδυνο την ποιότητα των υπόγειων και των επιφανειακών υδάτων, την ποιότητα του εδάφους, τη βιοποικιλότητα, τα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία λόγω ύπαρξης υπολειμμάτων τους στα τρόφιμα. Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα που εφαρμόζονται στα χωράφια διεισδύουν στο έδαφος και τα ύδατα της ευρύτερης περιοχής (Εικόνα 4) (Clearwater 2016).



Εικόνα 4. Πώς τα ΦΠΠ μπορούν να ασκήσουν πίεση στο περιβάλλον

Η τοξικότητα και τα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων είναι οι ιδιότητες που τα καθιστούν επικίνδυνα για τη βιοποικιλότητα, ειδικά όταν η χρήση τους είναι αλόγιστη. Η ρύπανση του εδάφους και των υδάτων έχει ως αποτέλεσμα τη θανάτωση ειδών. Την ίδια στιγμή, με τη βιοσυσσώρευση και βιομεγέθυνση, ο κίνδυνος αυτός επεκτείνεται και στους ανώτερους κρίκους της τροφικής αλυσίδας (Harris 2004:857-864).

Σε παγκόσμιο επίπεδο το μοντέλο της συμβατικής γεωργίας εμφανίζει δυσλειτουργίες τόσο στον τομέα της διατροφής όσο και στην διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Έτσι, καθώς μια νέα μερίδα ευαισθητοποιημένων καταναλωτών απαιτεί πλέον ασφαλή τρόφιμα, απαλλαγμένα από χημικά κατάλοιπα, ένα καινούργιο σύστημα γεωργικής παραγωγής που σέβεται το περιβάλλον έρχεται στο κέντρο των εξελίξεων, η βιολογική γεωργία. Ο βιολογικός τρόπος παραγωγής των αγροτικών προϊόντων αποτελεί μια ικανοποιητική εναλλακτική λύση στα προβλήματα του αγροτικού τομέα, καθώς τα βιολογικά προϊόντα αφενός ταυτίζονται στην κοινή αντίληψη με την έννοια των φυσικών προϊόντων διατροφής, λόγω του ότι είναι απαλλαγμένα από χημικά κατάλοιπα, και αφετέρου συμπλέουν χάρη στη φιλική προς το περιβάλλον παραγωγική τους διαδικασία, με το γενικότερο ρεύμα υπέρ της διατήρησης και προστασίας του περιβάλλοντος. Στο συνολικό πλαίσιο της αειφορικής γεωργίας, η βιολογική

αποτελεί μια μορφή αειφορικής γεωργίας. Η Βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα διαχείρισης και παραγωγής αγροτικών προϊόντων που στηρίζεται σε φυσικές διεργασίες, στη μη χρησιμοποίηση χημικών συνθετικών λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων (Πολυράκης 2003). Χαρακτηρίζεται από τη χρήση μη χημικών μεθόδων στην αντιμετώπιση εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων καθώς και στη χρησιμοποίηση τεχνικών παραγωγής (όπως αμειψισποράς) και ανακύκλωσης φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων που διατηρούν τη φυσική ισορροπία και γονιμότητα του εδάφους. Η Βιολογική γεωργία προωθεί τη φιλοπεριβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική παραγωγή προϊόντων και ινών. Σεβόμενη τη φυσική ικανότητα των φυτών, των ζώων και του τοπίου, στοχεύει στη βελτιστοποίηση της ποιότητας σε όλες τις πλευρές της γεωργίας και του περιβάλλοντος. Σημαντικό στοιχείο είναι το γεγονός ότι μειώνει σημαντικά τις εισροές της εκμετάλλευσης αποφεύγοντας τη χρήση αγροχημικών, ενώ αντίθετα επιτρέπει στη φύση να αυξάνει της αποδόσεις και την αντίσταση των φυτών στις ασθένειες. Καθώς λοιπόν η βιολογική γεωργία άρχισε σταδιακά να αναπτύσσεται σε όλο και περισσότερες χώρες, αποτέλεσε επιτακτική ανάγκη ο εννοιολογικός προσδιορισμός της. Στην προσπάθεια να συμπεριληφθούν οι διαφορετικές πτυχές, οι στόχοι και οι αρχές που υπηρετεί η βιολογική γεωργία αναπτύχθηκε ποικιλία ορισμών από διάφορους φορείς (διεθνείς οργανισμοί, μη κυβερνητικές οργανώσεις κ.λ.π.). Σύμφωνα με τον διεθνή οργανισμό I.F.O.A.M. (International Federation of Organic Agriculture Movements) «Βιολογική γεωργία είναι ένας οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά μακροπρόθεσμα βιώσιμος τρόπος άσκησης της γεωργίας, που ελαχιστοποιεί την επιβάρυνση του περιβάλλοντος και τη χρήση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων». Από την άλλη πλευρά η Ευρωπαϊκή Ένωση, μέσω του κανονισμού 2078/92 προσδιορίζει τη βιολογική γεωργία ως μία πρακτική, κατά την οποία απαγορεύεται η χρήση συνθετικών χημικών λιπασμάτων, καθώς και κάθε άλλου είδους αβιοτικών φυτοπροστατευτικών μέσων. Βάσει της Ελληνικής νομοθεσίας, ως βιολογική γεωργία προσδιορίζεται η μετατροπή συμβατικών καλλιεργειών σε βιολογικές, με τη χρήση μεθόδων φιλικών προς το περιβάλλον, όπως καθορίζονται από τον Καν ΕΕ 2092/91 και τις μετέπειτα τροποποιήσεις του (834/07 και 889/08). Σε μία άλλη λίγο διαφορετική προσέγγιση (Morris 2001), η βιολογική γεωργία έχει οριστεί ως η γεωργία, της οποίας ο στόχος είναι να δημιουργεί ολοκληρωμένα, ανθρώπινα,

περιβαλλοντικά και οικονομικά αειφόρα γεωργικά συστήματα παραγωγής, τα οποία μεγιστοποιούν αφενός την εξάρτηση από ανανεώσιμους πόρους που προκύπτουν εντός της γεωργικής εκμετάλλευσης, αφετέρου τη διαχείριση των οικολογικών και βιολογικών διαδικασιών και αλληλεπιδράσεων, έτσι ώστε να παρέχουν αποδεκτά επίπεδα φυτικής, ζωικής και ανθρώπινης διατροφής, προστασία από εχθρούς και ασθένειες και κατάλληλες ανταποδοτικές αποδοχές στους ανθρώπινους και άλλους πόρους που χρησιμοποιούνται. Στη βάση της βρίσκεται η σύλληψη του αγροκτήματος ως ενός οργανισμού του οποίου όλα τα συστατικά μέρη, τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, η οργανική ουσία, οι μικροοργανισμοί, τα έντομα, τα φυτά, τα ζώα και οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν για να δημιουργήσουν ένα συνεκτικό σύνολο. Στον κοινωνικό τομέα αναγνωρίζεται ο ρόλος της βιολογικής γεωργίας ως ασφαλής μέθοδος παραγωγής τροφίμων που ανταποκρίνεται στις ανησυχίες του καταναλωτή και ως υπεύθυνης για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και για την προστασία του περιβάλλοντος τόσο σε τοπικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο. Όσον αφορά την ορολογία, οι όροι οικολογική γεωργία, βιολογική γεωργία και οργανική γεωργία αποτελούν συνώνυμες έννοιες.

2.2 Γενικά για τις ασθένειες των φυτών

Οι ασθένειες επηρεάζουν την απόδοση σε μεγάλο βαθμό σε όλες τις καλλιέργειες και υπολογίζεται ότι περίπου το 10% της παγκόσμιας παραγωγής χάνεται λόγω αυτών (Strange and Scott 2005:83-116). Για να αναπτυχθεί μία ασθένεια στα φυτά, είναι αναγκαίο το παθογόνο και ο ξενιστής να έρθουν σε επαφή, να αλληλεπιδράσουν και να υπάρχουν ταυτόχρονα οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες (Garrett 2006:489-509). Οι τρεις αυτοί οι παράγοντες δημιουργούν το επονομαζόμενο «τρίγωνο της ασθένειας των φυτών» και κάθε πλευρά του τριγώνου είναι ανάλογη της σημασίας του παράγοντα. Επομένως αν κάποιος από αυτούς τους παράγοντες είναι μηδενικός, δεν υφίσταται ασθένεια (Agrios 2005). Οι κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση των ασθενειών στα φυτά είναι η θερμοκρασία, η κατακρήμνιση, η ξηρασία, το διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια θερμοκηπίου (υποξείδιο του αζώτου, μεθάνιο, όζον) και τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Συμπερασματικά, η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τις ασθένειες των φυτών καθώς επηρεάζει τους κλιματικούς παράγοντες (Newton

2012:89-132). Η επιρροή αφορά τη διάρκεια των επιδημιών, την εξέλιξη κατά την καλλιεργητική περίοδο, τη φυσιολογία και την ανάπτυξη των φυτών αλλά και την αντοχή ή την ευαισθησία σε άλλες ασθένειες. Ενώ υπάρχει πιθανότητα μέσω της κλιματικής αλλαγής να επηρεαστεί η μόλυνση και η επιθετικότητα των παθογόνων, υπάρχει ταυτόχρονα και η πιθανότητα για αντιστάθμιση αυτής μέσω αύξησης της αντίστασης του ξενιστή (Garrett 2006:489-509). Ειδικότερα για ασθένειες που σχετίζονται με το διοξείδιο του άνθρακα κάποιες από αυτές οξύνονται και άλλες αμβλύνονται αλλά και ασθένειες που σχετίζονται με τη θερμοκρασία αντίστοιχα μπορεί να επηρεάζουν τον ξενιστή και το παθογόνο. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι πολλές ασθένειες των φυτών είναι πιο σοβαρές μετά από ήπιους χειμώνες ή σε θερμότερες συνθήκες συνεπώς η κλιματική αλλαγή μπορεί να επιφέρει επιπτώσεις στην εξάπλωση μολυσματικών ασθενειών και στην επιβίωση τους μεταξύ των εποχών (Petzoldt and Seaman 2006:6-16, Gautam 2013:1685-1691, Harvell 2002:2158-2162).

Η αύξηση των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα μπορεί να αυξήσουν την αναλογία άνθρακα προς άζωτο των υπολειμμάτων με συνέπεια τη μειωμένη αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων στο χωράφι όπου τα παθογόνα διαχειμάζουν και μπορεί να οδηγήσει σε πρώιμες και ταχύτερες επιδημίες (Manning and von Tiedemann 1995:219-245). Η αλλοιωμένη χημεία των φύλλων των φυτών, σε συνδυασμό με το μειωμένο άνοιγμα των στομάτων είναι πιθανό να οδηγήσει σε μείωση της επίπτωσης της σοβαρότητας των ασθενειών που οφείλεται σε παθογόνα που στοχεύουν τα στόματα. Ορισμένες έρευνες υποστηρίζουν ότι η επίδραση των αυξημένων επιπέδων του όζοντος θα έχει αντίθετα αποτελέσματα από αυτά που προκαλούνται από την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα διότι τα παθογόνα σπάνια επηρεάζονται άμεσα από τα αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα και όζοντος αλλά αυτά επηρεάζονται έμμεσα μέσω των αντιδράσεων του φυτού ξενιστή στα αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα και O₃. Το όζον φαίνεται να έχει αρνητικά αποτελέσματα λόγω επίδρασης σε διαφορετικές φυτικές διεργασίες όπως είναι η φωτοσύνθεση (Garrett 2006:489-509).

2.2.1 Πρακτικές Διαχείρισης Ασθενειών

Για τη διαχείριση των ασθενειών θα απαιτηθούν στρατηγικές για την ανάπτυξη μεθόδων ελέγχου ώστε να μειωθεί η εξάπλωσή τους. Επιπλέον, θα ήταν ωφέλιμο να καλλιεργηθούν νέες ανθεκτικές ή ανεκτικές ποικιλίες, οι οποίες σε συνδυασμό με αποτελεσματικά φυτοπροστατευτικά προϊόντα και στοχευμένη εφαρμογή, θα διατηρήσουν την ποιότητα και απόδοση στις καλλιέργειες. Ποικιλίες που κυκλοφόρησαν, πρέπει να έχουν επαρκή επίπεδα αντοχής όχι μόνο για την αποφυγή απώλειας της καλλιέργειας αλλά και για τη μείωση του πληθυσμού των παθογόνων (McIntosh 1995). Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να διασφαλιστεί ότι τα συστήματα προειδοποίησης θα είναι ακριβή για να καθοδηγήσουν με τη σειρά τους τις εφαρμογές φυτοπροστατευτικών προϊόντων για έλεγχο ασθενειών σε περιόδους υψηλού κινδύνου ή/και σε τοποθεσίες υψηλού κινδύνου και να αποφευχθεί η χρήση περιττής ποσότητας σε περιόδους και τοποθεσίες χαμηλού κινδύνου.

Τα συστήματα παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης για πρόβλεψη επιδημιών αποτελούν έναν ραγδαία αναπτυσσόμενο και υποσχόμενο κλάδο για τη διαχείριση ασθενειών στις καλλιέργειες. Παράλληλα θα πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για το εισερχόμενο γονιδιακό υλικό σε χώρες που θέλουν να αποτρέψουν την είσοδο νέων παθογόνων μικροοργανισμών, σε συνδυασμό με σπορά υγιών σπόρων. Προτείνεται ακόμη και η χρήση εναλλακτικών βιολογικών μέτρων για τον έλεγχο των ασθενειών και εφαρμογή κατάλληλων πρακτικών αμειψισποράς, λίπανσης, καλλιέργειας και χρήσης ζιζανιοκτόνων (Σπυρίδωνος 1848).

2.3 Γενικά για τα έντομα στη γεωργία

Η κλιματική αλλαγή εκτιμάται ότι θα αλλάξει τη γεωγραφική κατανομή των εντόμων διότι επηρεάζει σημαντικά το εύρος της θερμοκρασίας αλλά και της διαθεσιμότητας τροφής για τα παράσιτα και τους εχθρούς τους. Οι πληθυσμοί των εντόμων μπορεί να είναι ασταθείς με αποτέλεσμα σε ορισμένες περιοχές να παρατηρούνται μεγαλύτερες απώλειες καλλιεργειών ενώ σε άλλες οι απώλειες να μειωθούν (Riehl 2009:93-114).

Όταν υπάρχουν διαθέσιμα φυτά ξενιστές υπάρχουν αβιοτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή, το ξεχειμώνιασμα, την ανάπτυξη, τον αριθμό και τις αλληλεπιδράσεις των γενεών και πληθυσμών των εντόμων. Ταυτόχρονα οι παράγοντες αυτοί επηρεάζονται με τη σειρά τους από τις κλιματικές συνθήκες όπως είναι το εύρος της θερμοκρασίας, η διάρκεια της ημέρας, η σύσταση του αέρα της ατμόσφαιρας και άλλα. Ιδιαίτερα η αναπαραγωγή και ανάπτυξη των εντόμων επηρεάζονται από την έκθεσή τους σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες (Lamichhane 2015).

Στην περίπτωση των φυτοφάγων εντόμων, η θερμοκρασία είναι ο κύριος παράγοντας επιρροής διότι η άνοδος της αυξάνει τον ρυθμό με τον οποίο τα έντομα αφομοιώνουν την τροφή προκαλώντας συνεπώς ζημιά στις καλλιέργειες με ταχύτερο ρυθμό. Ειδικότερα στις εύκρατες περιοχές η αύξηση της θερμοκρασίας θα μπορούσε να κάνει τα έντομα πιο δραστήρια και αναπαραγωγικά ενώ έρευνες έδειξαν ότι ταυτόχρονα μειώνονται τα ποσοστά αποικισμού AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungi) στις ρίζες και αυξάνεται ο πληθυσμός των αφίδων προκαλώντας μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας (Deutsch 2018:916-919, Tian 2019:446-475).

Σχετικά με τις βροχοπτώσεις μερικά έντομα μπορεί να απομακρύνονται από τις καλλιέργειες όταν οι βροχοπτώσεις είναι έντονες και συχνότερες ενώ άλλα να είναι ευαίσθητα στην ξηρασία (Petzoldt and Seaman 2006:6-16).

Συμπερασματικά, ορισμένα είδη εντόμων μπορεί να αφανιστούν και ταυτόχρονα να επικρατήσουν άλλα είδη τα οποία σήμερα είναι δευτερεύοντα. Η επικράτηση ή ο αφανισμός εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες και την ικανότητα των ειδών να προσαρμοστούν στο περιβάλλον (Wag 2016:16-29).

2.3.1 Πρακτικές Διαχείρισης Εντόμων

Η σύγχρονη γεωργία χρησιμοποιεί πολλά μέσα αντιμετώπισης των εντόμων, τα οποία σε μεγάλο βαθμό στηρίζονται στη χρήση εντομοκτόνων. Η ορθολογική χρήση των ουσιών αυτών, χρήζει σημαντικής βελτίωσης όσον αφορά στην παρακολούθηση και στον εντοπισμό της προσβολής αλλά και στην ενημέρωση των αγροτών σχετικά με τις μεταβολές στην κατανομή των εντόμων, της

εκτίμησης των ζημιών ή/και καταστροφών, τις μειώσεις στην απόδοση (War 2016:16-29).

Εξαιτίας της ενημέρωσης σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις της αλόγιστης χρήσης εντομοκτόνων στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον, κρίνεται αναγκαίο να υιοθετηθούν νέες στρατηγικές για τη διαχείριση των εντόμων όπως είναι ο βιολογικός έλεγχος. Ο βιολογικός έλεγχος των πληθυσμών αφορά στην απελευθέρωση και εγκατάσταση φυσικών εχθρών των επιβλαβών εντόμων. Παρ' όλα αυτά απαιτείται περαιτέρω έρευνα, όπως για παράδειγμα για την ενδοκαλλιέργεια η οποία είναι μία ορθή πρακτική για τη μείωση της χρήσης εντομοκτόνων στα συστήματα παραγωγής σίτου (Forster 2017:2040). Επίσης ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα περιστροφής μπορεί να παρέχει βιότοπο και τροφή στους φυσικούς εχθρούς των εντόμων όπως τα παρασιτοειδή και τα αρπακτικά ενώ παράλληλα ένας άλλος παράγοντας είναι οι ημερομηνίες σποράς της καλλιέργειας καθώς έχει διαπιστωθεί για παράδειγμα, ότι η αφθονία στις αφίδες μειώθηκε σημαντικά με την όψιμη σπορά (Karadjova and Krusteva 2016: 619-626, Lopes, 2016: 2193-2202).

2.3.2 Πρακτικές Διαχείρισης Εντόμων στην αρχαιότητα

Από τα κείμενα που έχουν μελετηθεί, πιστεύεται ότι τα έντομα που απειλούσαν τις καλλιέργειες στην αρχαιότητα είναι ίδια με αυτά που τις απειλούν και σήμερα. Η βασική πηγή εντομοκτόνων εκείνη την εποχή ήταν τα φυσικά προϊόντα, όπως π.χ. σπόροι οι οποίοι έχουν αναμιχθεί με φύλλα κυπαρισσιού και φυτεύθηκαν λίγο πριν το νέο φεγγάρι ώστε να μείνουν καθαροί από σκουλήκια (Σαλβάνου, 1929). Επιπλέον για την πρόληψη από τις κάμπιες, γινόταν χρήση σπόρων οι οποίοι είχαν μουλιάσει σε νερό με καραβίδες. Μια ακόμη πρακτική για την προστασία από τις κάμπιες, ήταν το ψέκασμα των δέντρων και των φύλλων τους με διάλυμα νερού και κοπριάς από αγελάδες πριν τις βροχές.

Άλλες αναφορές, (Σπυρίδωνος 1848), αποκαλύπτουν ότι ένας τρόπος για την απομάκρυνση των τέλειων ατόμων εντόμων και των νυμφών από τα αμπέλια και τα δέντρα, ήταν η επάλειψη μαχαιριών κλαδέματος με αίμα ή λίπος ζώων (όπως από αρκούδες και βατράχους).

Αξίζει επίσης να αναφερθεί, ότι το ελαιόλαδο φαίνεται να είχε αποτελεσματική δράση στο να κρατάει μακριά από τα σταφύλια και τα αμπέλια γενικότερα, τις σφήκες.

2.4 Γενικά για τα ζιζάνια

Όπως αναφέρθηκε στην Ενότητα 2.3 για τα έντομα, έτσι και η γεωγραφική επέκταση των ζιζανίων μπορεί να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή. Πιο συγκεκριμένα, είναι πιθανή η μετανάστευση ζιζανίων, η οποία θα οδηγήσει σε διαφορετική δομή και σύνθεση των κοινοτήτων τους σε φυσικά αλλά και ελεγχόμενα οικοσυστήματα (Ramesh, 2017:95).

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα φυτά για χώρο, φως, νερό αλλά και θρεπτικές ουσίες. Καθώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει όλα τα παραπάνω, είναι πιθανό να οδηγήσει σε αυξημένη ανταγωνιστικότητα μεταξύ ζιζανίων και καλλιέργειας για την εκμετάλλευση των εναπομείναντων περιβαλλοντικών πόρων (Jepson 2007: 509-522). Οι αυξημένες θερμοκρασίες και τα αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να ωθήσουν τα ζιζάνια σε διαφορετικές αποκρίσεις μέσω διαφορετικών φωτοσυνθετικών μονοπατιών. Η διαφορετική απόκριση των ζιζανίων στους στρεσογόνους παράγοντες λόγω κλιματικής αλλαγής θα επηρεάσει και τις στρατηγικές διαχείρισης τους (Patterson, 1995: 483-490, Varanasi, 2016: 107-146).

Όπως όλα τα φυτά, έτσι και τα ζιζάνια, εξαρτώνται για την ανάπτυξή τους και την επιβίωσή τους από την υγρασία για τη βλάστηση των σπόρων και το τελικό μέγεθος του φυτού. Επομένως για τη διαχείριση και παραγωγή σπόρου η υγρασία και οι βροχοπτώσεις αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες (Hatfield 2011: 351-370). Αλλαγές που σχετίζονται με τον χρόνο και την ποσότητα των βροχοπτώσεων, προκαλούν αλλαγές στη βλάστηση, στο μέγεθος των φυτών, στην παραγωγή των σπόρων αλλά και σε άλλες βιολογικές πτυχές των ζιζανίων. Μεταβολές του ανέμου μπορεί να αυξήσουν τη διασπορά των σπόρων των ζιζανίων. Ταυτόχρονα η άνοδος της θερμοκρασίας καθιστά πιθανή την εξάπλωση των κατακτητικών ζιζανίων και σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη (Ziska 2011:13-42).

Τα ζιζανιοκτόνα και η διείδυση ή/και μετατόπισή τους μέσα στο φυτό ή έμμεσα επεμβαίνοντας στην ανάπτυξη και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά τους επηρεάζονται από περιβαλλοντικούς παράγοντες (διοξείδιο του άνθρακα, θερμοκρασία, υγρασία εδάφους, σχετική υγρασία, βροχόπτωση, άνεμος). Τα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται στα φύλλα των φυτών δέχονται περισσότερες εξωτερικές επιρροές σε σχέση με αυτά που εφαρμόζονται στο έδαφος και επηρεάζονται κυρίως από την υγρασία και τη θερμοκρασία του εδάφους (Varanasi 2016:107-146). Υψηλά επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα φαίνεται να μειώνουν την αποτελεσματικότητα των διαφυλλικών ζιζανιοκτόνων εξαιτίας του μειωμένου αριθμού ή ανοίγματος των στομάτων ή αλλαγής στο πάχος και μέγεθος των φύλλων. Από την άλλη πλευρά στα ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται στο έδαφος, η αποτελεσματικότητά τους μειώνεται επειδή μεταβάλλεται η διαπνοή που επάγεται από το διοξείδιο του άνθρακα.

2.4.1 Πρακτικές Διαχείρισης Ζιζανίων

Σε ένα αβέβαιο κλίμα είναι πάρα πολύ σημαντικό να προσδιοριστεί η ευπάθεια της καλλιέργειας στα χωροκατακτητικά ζιζάνια, άρα πρέπει να επενδύσουμε στην ανάπτυξη μοντέλων που προσομοιάζουν τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες και τα κύρια τοπικά ζιζάνια όπως και τους πιο πιθανούς εισβολείς και το πως αυτά αλληλεπιδρούν με την καλλιέργεια. Τα ζιζάνια παρουσιάζουν μεγαλύτερη ελαστικότητα ως απόκριση στην αύξηση των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα συγκριτικά με άλλες καλλιέργειες εξαιτίας του στενότερου γενετικού υποβάθρου των καλλιεργούμενων φυτών. Η αναγνώριση συγκεκριμένων γενετικών, μορφολογικών ή φαινοτυπικών χαρακτηριστικών όμως, είτε στα σχετικά ζιζάνια είτε στους λιγότερο εκτρεφόμενους καλλιεργούμενους συγγενείς και μεταφορά τους με κατάλληλες τεχνικές στις καλλιέργειες, θα μπορούσε να αποτελέσει το επίκεντρο μελλοντικών ερευνών για τη βελτίωση των καλλιεργειών σε συνθήκες αυξημένου ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα ή στα κλιματικά άκρα (Hatfield 2011:351-370, Ziska 2008:1259-1263).

Για την διατήρηση υψηλής απόδοσης στην καλλιέργεια, η ορθολογική διαχείριση των ζιζανίων είναι απαραίτητη. Σήμερα υπάρχουν πολλές επιλογές για τον έλεγχο τους μέσω μηχανικών, χημικών και βιολογικών μεθόδων. Η χρήση των

ζιζανιοκτόνων αποτελεί την πιο οικονομική και ευρέως χρησιμοποιούμενη λύση για τις πιο ανεπτυγμένες χώρες. Εάν η κλιματική αλλαγή όμως επηρεάζει αρνητικά τον έλεγχο των ζιζανίων με τη χρήση ζιζανιοκτόνων, υπάρχει η υπόθεση ότι ο έλεγχος αυτός θα συνεχίσει να είναι αποτελεσματικός αυξάνοντας τις συγκεντρώσεις των ζιζανιοκτόνων στα παρασκευάσματα και τον αριθμό των ψεκασμών. Η πρακτική αυτή όμως θα άλλαζε το περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος της χρήσης φυτοφαρμάκων (Hatfield 2011:351-370).

Ο παραδοσιακός τρόπος διαχείρισης των ζιζανίων πριν τα ζιζανιοκτόνα θα μπορούσε να βοηθήσει συνδυάζοντας διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης με ταυτόχρονη εναλλαγή καλλιεργειών οι οποίες δεν θα ανταγωνίζονται μεταξύ τους (Ware 1994: 3-22).

2.4.2 Πρακτικές Διαχείρισης Ζιζανίων στην αρχαιότητα

Από τα αρχαία χρόνια, οι αγρότες, είχαν αντιληφθεί τη σημασία οι σπόροι να είναι καλής ποιότητας και το έδαφος να μην έχει ήδη ζιζάνια. Επιπλέον, είχε παρατηρηθεί ότι σε ορισμένες καλλιέργειες, εμφανίζονται συγκεκριμένοι τύποι ζιζανίων. Η αντιμετώπιση τους γινόταν κυρίως με τα χέρια ή με άροτρα. Μια άλλη πρακτική ήταν να ψεκάζονται οι ρίζες των δέντρων με χυμό από λουλούδια λούπινο (*Lupinus mutabilis*) και κώνειο (*Conium maculatum*). Για τον περιορισμό των ζιζανίων γινόταν χρήση μείγματος χρώματος με κατσίγαρο, το οποίο όταν στέγνωσε αποκτούσε πλαστική υφή. Στην πορεία, συνειδητοποίησαν ότι ο κατσίγαρος εξόντωνε όχι μόνο τα ζιζάνια αλλά ήταν αποτελεσματικός για τα μυρμήγκια και τους τυφλοπόντικες. Επιπλέον, ο κατσίγαρος χρησιμοποιήθηκε και ως λίπασμα για τα δέντρα ελιάς αλλά και για τα αμπέλια (Marston 2015:585-605).

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την προσέγγιση των ερευνητικών ζητημάτων της διατριβής περιλαμβάνει τα παρακάτω πέντε στάδια:

- 1) Μελέτη ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με την αποτελεσματικότητα των εφαρμοζόμενων πρακτικών ως προς τη χρήση φυτοπροστατευτικών στην περιοχή της Μεσογείου. Για τον σκοπό αυτό αναζητήθηκαν ερευνητικές εργασίες δημοσιευμένες, δημοσιευμένες από διεθνείς εκδοτικούς οίκους, όπως Elsevier, Springer, Taylor και Francis.
- 2) Αναδρομή σε ιστορικά κείμενα για τον εντοπισμό και αξιολόγηση αγροτικών και κυρίως της χρήσης φυτοπροστατευτικών στην περιοχή της Μεσογείου και αξιολόγησης της αποτελεσματικότητάς τους σε σχέση με τις απαιτήσεις των παλαιότερων αλλά και των σύγχρονων κοινωνιών.

Οι Έλληνες είναι οι πρώτοι συγγραφείς που έγραψαν γεωργικά βιβλία και κατόπιν οι Ρωμαίοι. Από τους πρώτους Έλληνες συγγραφείς ήταν ο Δημόκριτος τον 5ο π.Χ αιώνα., και ο Ξενοφών και ο Θεόφραστος έναν αιώνα αργότερα.

Οι Ρωμαίους συγγραφείς οι οποίοι αναφέρθηκαν σε γεωργικά θέματα ήταν ο Κάτων (234-149 π.Χ.), ο Βάρρων (116-17 π.Χ.), ο Βιργίλιος (70-19 π.Χ.), ο Πλίνιος (23-79 μ.Χ.), ο Κολουμέλλας (1ος αιώνας μ.Χ.), και ο Παλλάδιος (4ος αιώνας μ.Χ.). Εκτός των παραπάνω, υπήρξαν και άλλοι συγγραφείς οι οποίοι αναφέρθηκαν στα γεωργικά ζητήματα, αλλά το έργο τους δεν έχει διασωθεί. Υπάρχουν όμως αναφορές στα γραπτά τους στο βιβλίο «Γεωπονικά».

Τα «Γεωπονικά» είναι μια συλλογή από γραπτά σχετικά με τη γεωργία τα οποία συλλέχτηκαν τον 6ο με 7ο αιώνα μ.Χ. από τον Κασσιανό Βάσσο (Cassianus Bassus). Κι ενώ δεν είναι γνωστοί οι συγγραφείς των διαφόρων κειμένων, εν τούτοις είναι γνωστό ότι έζησαν από τον 2ο π.Χ. έως τον 2ο μ.Χ. αιώνα.

- 3) Προσδιορισμός πρακτικών φυτοπροστασίας κατά την αρχαιότητα και κατά το πρόσφατο παρελθόν (πριν από τη χρήση συνθετικών φυτοπροστατευτικών ουσιών). Τα φυτά για τα οποία βρέθηκε σχετική πληροφορία είναι το πράσο (*Allium porum*), το λούπινο (*Lupinus mutabilis*), το αγγούρι (*Cucumis sativus*), ο κέδρος (*Cedrus*), το κύμινο (*Cuminum cyminum*), το σκόρδο (*Allium sativum*), το ρόδι (*Punica granatum*), το σύκο (*Ficus carica*), το θυμάρι (*Thymus atticus*), ο κατιφές (*Tagetes patula*), το κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens* var. *Horizontalis*), ο κισσός (*Hedera helix*), το κώνιο (*Conium maculatum*), το δενδρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*), η δάφνη (*Laurus nobilis*), ο δυόσμος (*Mentha spicata*) και ο ύσσωπος (*Hyssopus officinalis*).
- 4) Συλλογή και χημική ανάλυση ορισμένων από τα φυτικά είδη τα οποία αναφέρονται σε ιστορικά κείμενα και αξιολόγηση χρήσης τους στη σύγχρονη φυτοπροστασία. Τα φυτικά είδη που συλλέχθηκαν είναι: το δενδρολίβανο (*Rosmarinus officinalis*), η δάφνη (*Laurus nobilis*), το κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens* var. *Horizontalis*), ο δυόσμος (*Mentha spicata*), το θυμάρι (*Thymus atticus*), ο ύσσωπος (*Hyssopus officinalis*), ο κισσός (*Hedera helix*) και το πράσο (*Allium porum*).
- 5) Διενέργεια ανάλυσης SWOT προκειμένου να αξιολογηθούν συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, με καταγραφή των Δυνατών (*Strengths*) και Αδύναμων παραμέτρων (*Weaknesses*) της χρήσης των φυτών που μελετήθηκαν, καθώς και οι Ευκαιρίες (*Opportunities*) και Απειλές (*Threats*) από τη χρήση και την εμπορευματοποίηση των εκχυλισμάτων τους για φυτοπροστατευτικούς σκοπούς.
- 6) Ανάπτυξη προτάσεων σχετικά με τη μελλοντική χρήση φυσικών φυτοπροστατευτικών.

3.2 Χρωματογραφία

Οι χημικές αναλύσεις των φυτικών ειδών πραγματοποιήθηκαν στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο.

Προκατεργασία και χημική ανάλυση

Τα δείγματα των φυτικών ειδών συλλέχθηκαν από αγρούς ή αγοράστηκαν από το εμπόριο. Μετά τη μεταφορά τους στο εργαστήριο, αλέστηκαν με ελάχιστη προσθήκη νερού και αποθηκεύτηκαν στους -40°C μέχρι τη διαδικασία εκχύλισής τους. Η εκχύλιση πραγματοποιήθηκε σε σταθερή θερμοκρασία δωματίου 25°C . Ζυγίστηκαν 5g νωπού φυτικού υποστρώματος σε πλαστικό σωλήνα φυγοκέντρου και ακολούθησε προσθήκη 10 ml ακετόνης, έντονη ανακίνηση και λουτρό υπερήχων. Στη συνέχεια τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν και το υπερκείμενο διηθήθηκε από φίλτρο $0,22\mu\text{m}$ και ακολούθησε ποιοτική ανάλυση σε αέριο χρωματογράφο (Sun 2020:177-189).

Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της αέριας χρωματογραφίας συνδεδεμένης με φασματομετρία μαζών GCMS-TQ8040 NX SHIMADZU. Το χρωματογραφικό πρόγραμμα στον αέριο χρωματογράφο ξεκίνησε από τους 40°C και με αργό βήμα έφτασε στους 300°C . Στη φασματομετρία μαζών χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία της πλήρους σάρωσης καθ όλη τη διάρκεια της χρωματογραφικής ανάλυσης.

Η παραπάνω διαδικασία αφορά ποιοτική μέθοδο προσδιορισμού ουσιών με πιθανή φυτοπροστατευτική δράση με βάση τη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία. Για το λόγο αυτό δεν πραγματοποιήθηκαν πειράματα ανάπτυξης και επικύρωσης μεθόδου, εφόσον δεν ήταν διαθέσιμα αναλυτικά πρότυπα για τις προσδιορισθείσες ουσίες. Πρόκειται για μια ποιοτική μέθοδο χημικής ανάλυσης. Οι ουσίες που ανιχνεύθηκαν σε καμία περίπτωση δεν αφορούν ξεκάθαρα σε φυτοπροστατευτικές ενώσεις. Ανήκουν σε χημικές ομάδες, όπου σύμφωνα με πειράματα άλλων ερευνητών της επιστημονικής βιβλιογραφίας, δύναται να έχουν φυτοπροστατευτική δράση. Ωστόσο απαιτούνται περαιτέρω πειράματα αποτελεσματικότητας σε πραγματικές συνθήκες *in vitro* & *in vivo*.

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

4.1 Πρακτικές Διαχείρισης Ασθενειών στην αρχαιότητα

Στη σύγχρονη εποχή, η χρήση παρασιτοκτόνων στις καλλιέργειες όπως και άλλες πρακτικές μοντέρνες πρακτικές, στην πραγματικότητα είναι απόρροια μεθόδων που εφαρμόζονταν από τα αρχαία χρόνια, σύμφωνα με δημοσίευση σχετική με τη γεωργία στην αρχαία Ελληνική και Ρωμαϊκή εποχή (Smith and Secoy 1975:1050-5).

Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούσαν καπνό, καλύμματα σπόρων για την προστασία τους, ζιζανιοκτόνα, παρασιτοκτόνα και τρωκτικοκτόνα στις καλλιέργειές τους. Οι ουσίες που περιέρχονταν σε αυτά ήταν συνδυασμός χημικών και ορυκτών ουσιών που υπήρχαν στο έδαφος, στα φυτά, τα δέντρα ακόμα και στα ζώα (Smith and Secoy 1975:1050-5).

Για την καταπολέμηση μυκητιακών ασθενειών στα φυτά (πχ ερυσίβη και μούχλα), χρησιμοποιούσαν κυρίως δύο μεθόδους. Κατά τον Δημόκριτο, οι σπόροι έπρεπε να μουλιάσουν σε χυμό πράσου πριν τη φύτευσή τους. Σε άλλες πηγές (Σπυρίδωνος 1848), προτείνεται στα φυτά που ασθενούν να απλωθεί καπνός ή κέρατο από βόδι ή κοπριά. Σχετικά με τα ζιζάνια, εκτός από την αντιμετώπιση με το ξερίζωμα, εφαρμόζονταν στο έδαφος το απόβλητο κατεργασίας του ελαιόκαρπου, γνωστό σήμερα ως κατσίγαρος ή μούργα (amucra) (Marston 2015:585-605). Η καταπολέμηση των εντόμων, θυμίζει σημερινές τεχνικές διότι βασίζεται στη χρήση φυσικών προϊόντων και παρασκευασμάτων που δημιουργούνται από αυτά. Πιο συγκεκριμένα, εκχυλίσματα λουλουδιών, λούπινο (*Lupinus mutabilis*) ή αγγουριών (*Cucumis sativus*) (Θεόφραστος 1915).

Ακόμα και η χρήση κατσίγαρου σε φυτά νεαρής ηλικίας (κυρίως λάχανα) συνέβαλλε στη διατήρηση των καλλιεργειών καθαρών από μυρμήγκια και σκαθάρια.

Για την απώθηση των εχθρών των καλλιεργειών, προτεινόταν επίσης και η τοποθέτηση άλλων φυτών, σε συγκεκριμένες θέσεις κατά μήκος της καλλιέργειας. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιούνταν κυρίως σε αμπέλια με τη χρήση κέδρου (*Cedrus*), κύμινου (*Cuminum cyminum*), σκόρδων (*Allium sativum*), ροδιών (*Punica granatum*) και σύκων (*Ficus carica*) (Ξενοφώντας, και Θεόφραστος).

Πολλές από τις παραδοσιακές-αρχαίες πρακτικές στη γεωργία, αξιοποιούνται ακόμα και σήμερα από πολλούς γεωργούς που θέλουν να αποφύγουν τις συνθετικές χημικές ουσίες. Ο κατιφές (*Tagetes patula*) είναι πολύ διαδεδομένος στην Αμερική ως μέσο παρεμπόδισης αερομεταφερόμενων και προσκολλημένων στο έδαφος εχθρών. Επίσης η χρήση φυκιών για την απομάκρυνση σκαθαριών της πατάτας και η φύτευση λαχάνων σε χώμα το οποίο είναι πλούσιο με πεσμένα φύλλα για την απώθηση σκουληκιών των ριζών. Επιτυχημένες μέθοδοι, είναι επίσης η φύτευση κρεμμυδιών (*Allium cepa*), σκόρδων (*Allium sativum*) αλλά και βοτάνων (όπως το θυμάρι-*thymus vulgaris*) δίπλα στις βασικές καλλιέργειες. Από την αρχαιότητα, είχε παρατηρηθεί ότι αμπέλια και σιτηρά που εμφανίζουν μούχλα, ήταν εκτεθειμένα σε πάχνη αλλά επιπλέον μπορούσε να προκληθεί και από πάγο (Κασσιανός 1895). Για την πρόληψη και αντιμετώπιση των ασθενειών που πιθανότατα οφείλονταν σε μύκητες, υπήρχαν δυο βασικές τεχνικές. Η πρώτη ήταν κυρίως προληπτική και αφορούσε στην επεξεργασία των σπόρων πριν τη σπορά ενώ η άλλη σχετιζόταν με τον καπνισμό με διάφορα είδη καπνών. Ειδικά η τεχνική επεξεργασίας των σπόρων, θεωρείται ότι χρησιμοποιούνταν και για προστασία από έντομα και άλλα ζώα εχθρούς. Για τον έλεγχο της μούχλας στα αμπέλια, ψεκάζονταν τα φύλλα με νερό από αγγούρια (*Cucumis sativus*) ή κατσίγαρο. Μείγμα από στάχτες απλώνονταν στους καρπούς των αμπελιών, ώστε να προφυλάξει τα σταφύλια από το να χαλάσουν. Το ίδιο συνέβαινε και στις ρίζες των συκιών (Κασσιανός 1895).

Στην αρχαία εποχή, πολλές από τις επικρατέστερες μεθόδους προστασίας των καλλιεργειών βασίζονταν και σε θρησκευτικές πεποιθήσεις αλλά και τη λαϊκή μαγεία. Οι πρακτικές αυτές αναπτύχθηκαν πολύ νωρίς. Ο Ξενοφώντας αναφέρει ότι οι άντρες προσεύχονταν και ζητούσαν ευλογίες από τους θεούς για τα φρούτα και τις σοδειές. Πολλοί κλασικοί αναφέρουν στα κείμενά τους ονόματα θεών στους οποίους προσέφεραν θυσίες και θεωρούσαν προστάτες των καλλιεργειών από ασθένειες και εχθρούς. Ένα παράδειγμα είναι ο Απόλλωνας που εκτός από θεός του ήλιου, λέγεται ότι κατέστρεφε τα ποντίκια που επιτίθονταν τις καλλιέργειες. Ακόμη, υπήρχε ο εορτασμός Robigalia στη Ρώμη, στις 25 Απριλίου, στη διάρκεια του οποίου πραγματοποιούνταν πομπή και θυσία ενός σκύλου στον θεό Robigus για να αποφευχθεί η μάστιγα στα χωράφια, καθώς είχε παρατηρηθεί ότι τα φυτά είναι πιο ευπαθή στη μούχλα την εποχή αυτή (Cato 2004). Όταν οι θεοί δεν προστάτευαν τις καλλιέργειες, τότε ο λαός στρεφόταν σε γιατροσόφια και ξόρκια τα οποία αναφέρονται στα Γεωπονικά (Κασσιανός 1895). Μια τεχνική προστασίας των δέντρων από τις κάμπιες, ήταν να ακουμπούν στην κορυφή του δέντρου μια πράσινη σαύρα ή να κρεμάνε στη μέση του κήπου μια καραβίδα ή ακόμα και να έχουν σε ένα πάσαλο κρανίο από θηλυκό άλογο. Αντίστοιχα, ασθένειες στο κεχρί, αντιμετωπίζονταν κουβαλώντας μια χελώνα γύρω από το χωράφι κατά τη διάρκεια της νύχτας και έπειτα θάβοντάς τη στη μέση του χωραφιού σε γλάστρα. Με τη μέθοδο αυτή, θεωρούνταν ότι περιορίζονται η ζημιές από κοράκια και σκουλήκια. Ένας τρόπος για την καταπολέμηση των ζιζανίων ήταν επίσης να ζωγραφίζουν με λευκή κιμωλία σε κελύφη, τον Ηρακλή να στραγγαλίζει το λιοντάρι (Κασσιανός 1895).

4.2 Δραστικές ουσίες από φυτικά εκχυλίσματα

Από την ανάλυση των ευρημάτων της βιβλιογραφίας σχετικά με τις πρακτικές αντιμετώπισης των εχθρών της καλλιέργειας, προσδιορίστηκαν κάποια φυτικά είδη τα οποία αναφέρονται σε αρχαία κείμενα, τα οποία συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακα 1. Φυτικά είδη που προσδιορίστηκαν από τη βιβλιογραφία και η χρήση τους κατά την αρχαιότητα.

Φυτικό είδος	Χρήση
Πράσο- <i>Allium porum</i>	Για την καταπολέμηση μυκητιακών ασθενειών στα φυτά (πχ ερυσίβη και μούχλα). Οι σπόροι έπρεπε να μουλιάσουν σε χυμό πράσου πριν τη φύτευσή τους.
Λούπινο – <i>Lupinus mutabilis</i>	Για καταπολέμηση των εντόμων: Εκχυλίσματα λουλουδιών λουπίνου. Για τον περιορισμό των ζιζανίων: Ψεκάζονταν οι ρίζες των δέντρων με χυμό από λουλούδια λουπίνου και κώνειο.
Αγγούρι – <i>Cucumis sativus</i>	Για τον έλεγχο της μούχλας στα αμπέλια. Ψεκάζονταν τα φύλλα με νερό από αγγούρια.
Κέδρος - <i>Cedrus</i>	Για την απώθηση των εχθρών των καλλιεργειών. Τοποθέτηση άλλων φυτών, σε συγκεκριμένες θέσεις κατά μήκος της καλλιέργειας με τη χρήση κέδρου.
Κύμινο - <i>Cuminum cyminum</i>	Για την απώθηση των εχθρών των καλλιεργειών. Τοποθέτηση άλλων φυτών, σε συγκεκριμένες θέσεις κατά μήκος της καλλιέργειας με τη χρήση κύμινου.
Σκόρδο – <i>Allium sativum</i>	Για την απώθηση των εχθρών των καλλιεργειών. Τοποθέτηση άλλων φυτών, σε συγκεκριμένες θέσεις κατά μήκος της καλλιέργειας με τη χρήση σκόρδου.
Ρόδι – <i>Punica granatum</i>	Για την απώθηση των εχθρών των καλλιεργειών. Τοποθέτηση άλλων φυτών, σε συγκεκριμένες θέσεις κατά μήκος της καλλιέργειας με τη χρήση ροδιού.
Σύκο – <i>Ficus carica</i>	Για την απώθηση των εχθρών των καλλιεργειών. Τοποθέτηση άλλων φυτών, σε συγκεκριμένες θέσεις κατά μήκος της καλλιέργειας με τη χρήση σύκων.
Θυμάρι- <i>Thymus atticus</i>	Για την απώθηση σκουληκιών των ριζών. Γινόταν φύτευση θυμαριού δίπλα στις βασικές καλλιέργειες.
Κατιφές – <i>Tagetes patula</i>	Για παρεμπόδιση αερομεταφερόμενων και προσκολλημένων στο έδαφος εχθρών.
Κυπαρίσι- <i>Cupressus</i>	Για την πρόληψη από τις κάμπιες. Γινόταν χρήση σπόρων οι οποίοι είχαν μουλιάσει σε νερό με καραβίδες.


<i>sempervirens</i> <i>var.</i> <i>horizontalis</i>	
Κισσός - <i>Hedera helix</i>	Για την προστασία των φυτών από τα έντομα. Μπορούσε να αναμιχθεί με το ελαιόλαδο πριν από την εφαρμογή.
Κώνιο - <i>Conium maculatum</i>	Για τον περιορισμό των ζιζανίων. Ψεκάζονταν οι ρίζες των δέντρων με χυμό από λουλούδια λουπίνου και κώνιο.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στο πλαίσιο της Πράσινης Συμφωνίας και της Νέας ΚΑΠ, η χρήση φυτοπροστατευτικών θα πρέπει να μειωθεί κατά 50% μέχρι το 2030.

Ήδη η επιστημονική κοινότητα αναζητά φυσικά προϊόντα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως φυτοπροστατευτικά, ενώ και η EFSA²-Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων διεξάγει εντατικές μελέτες για τον χαρακτηρισμό τέτοιων φυσικών προϊόντων ως ασφαλή, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυτοπροστατευτικά στην παραγωγή τροφίμων.

Ως συνεισφορά σε αυτήν την προσπάθεια, και στο πλαίσιο της διατριβής αυτής αναζητήθηκαν, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν ως προς την οργανική σύστασή τους τα φυτά του Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Τα φυτά, τα εκχυλίσματα των οποίων αναλύθηκαν και αξιολογήθηκαν για τη φυτοπροστατευτική τους δράση.

Είδος	Φαινότυπος
Δενδρολίβανο- <i>Rosmarinus officinalis</i>	

² <https://www.efsa.europa.eu/el>

Δάφνη- *Laurus nobilis*



Κυπαρίσσι- *Cupressus sempervirens var. horizontalis*






Δυόσμος- *Mentha spicata*



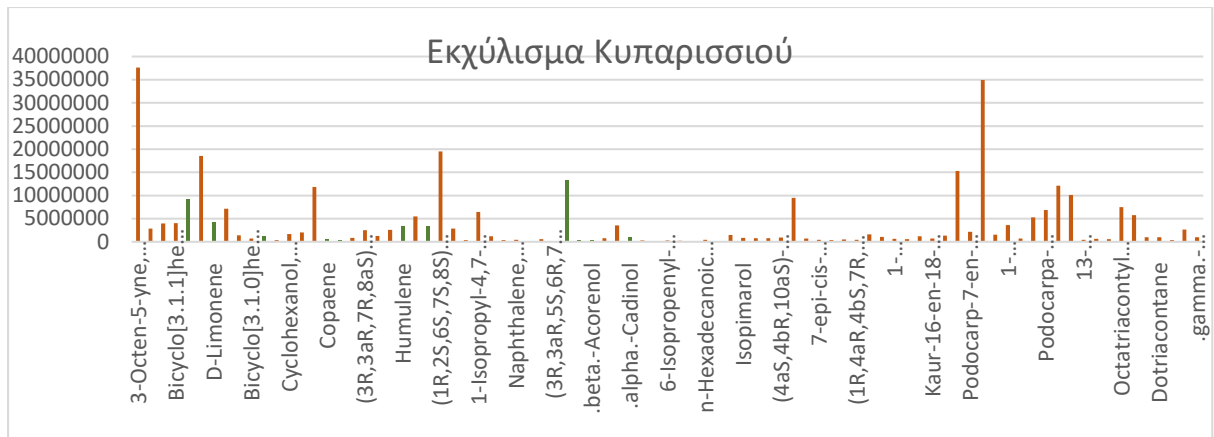
Θυμάρι- *Thymus atticus*



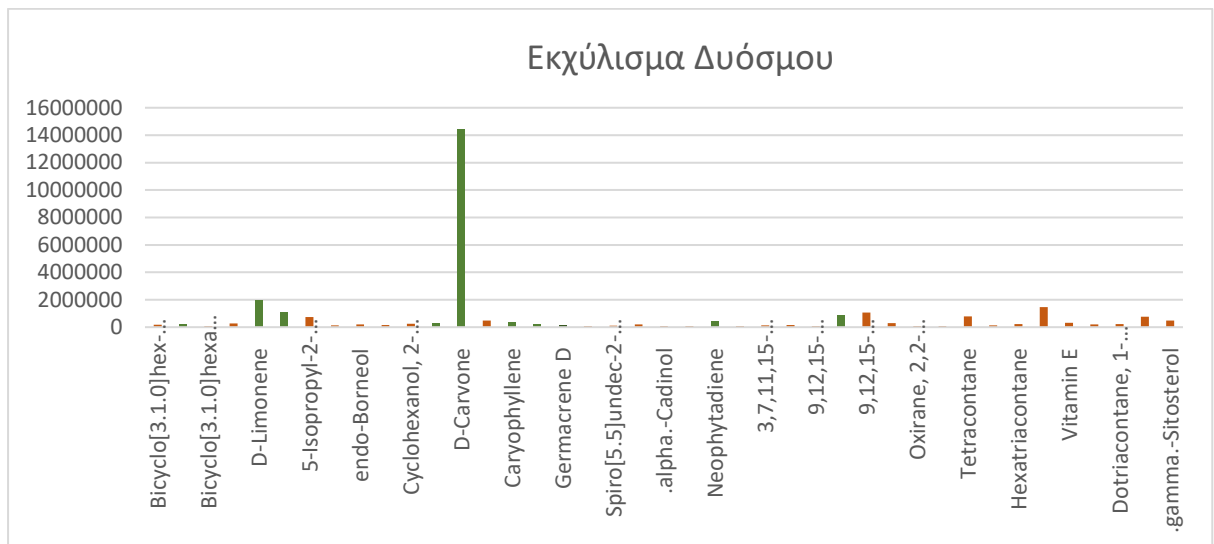
<p>Υσσωπος- <i>Hyssopus officinalis</i></p>	
<p>Κισσός- <i>Hedera helix</i></p>	
<p>Πράσο- <i>Allium porum</i></p>	

4.3 Πιθανή φυτοπροστατευτική δράση

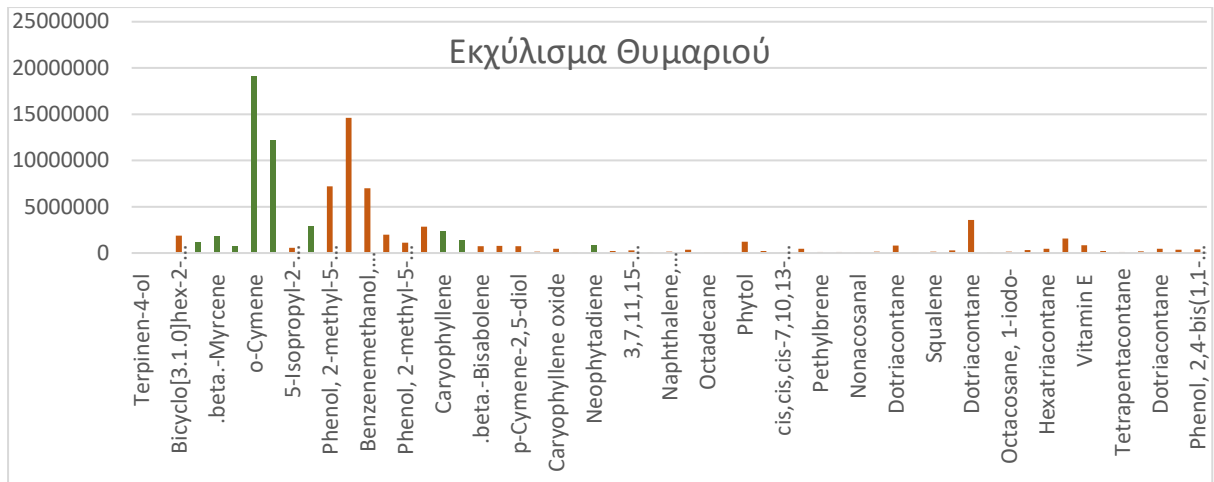
Στα παρακάτω διαγράμματα 1-7 φαίνεται το σύνολο των οργανικών ουσιών που ανιχνεύτηκαν στα εκχυλίσματα των φυτών κατόπιν εκχύλισης με ακετόνη. Με πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι ουσίες που έχουν φυτοπροστατευτική δράση. Εκτός του πράσου, όλα τα εκχυλίσματα των υπολοίπων φυτών σε ακετόνη, διαπιστώθηκε ότι περιείχαν φυτοπροστατευτικές ουσίες. Συγκεκριμένα για το πράσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ουσίες που ανιχνεύτηκαν δεν έχουν αποδεδειγμένη φυτοπροστατευτική δράση. Αυτό όμως ισχύει για το εκχύλισμα



Διάγραμμα 3. Χημική σύσταση εκχυλίσματος κυπαρισσιού σε ακετόνη. Ο κάθετος άξονας παριστάνει το εμβαδόν του χρωματογραφήματος,



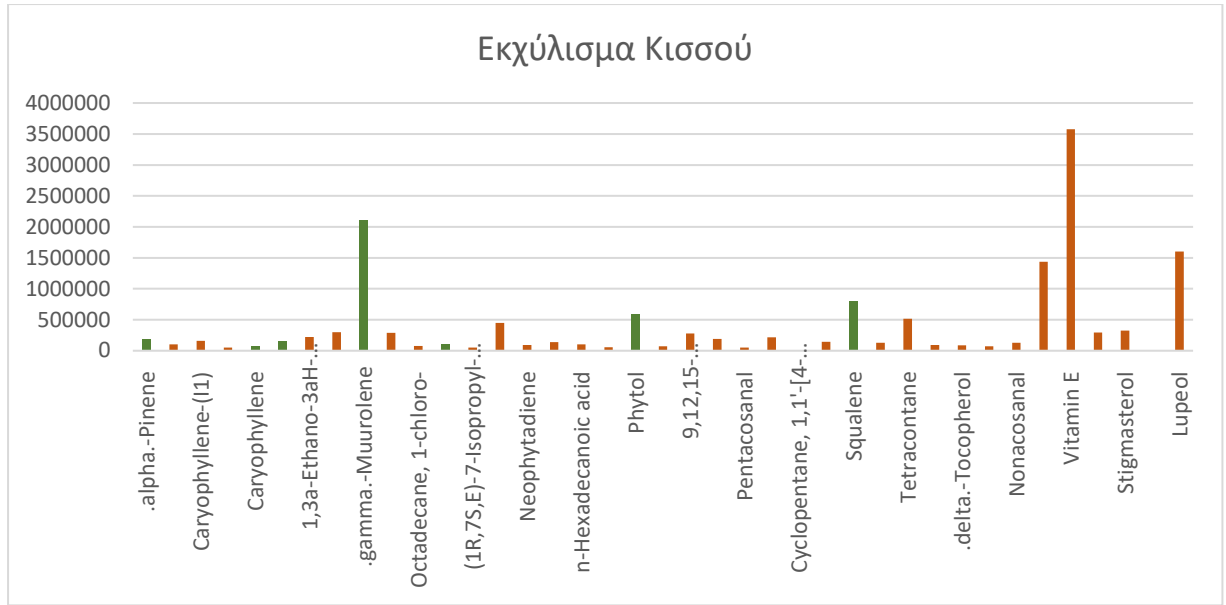
Διάγραμμα 4. Χημική σύσταση εκχυλίσματος δυόσμου σε ακετόνη. Ο κάθετος άξονας παριστάνει το εμβαδόν του χρωματογραφήματος,



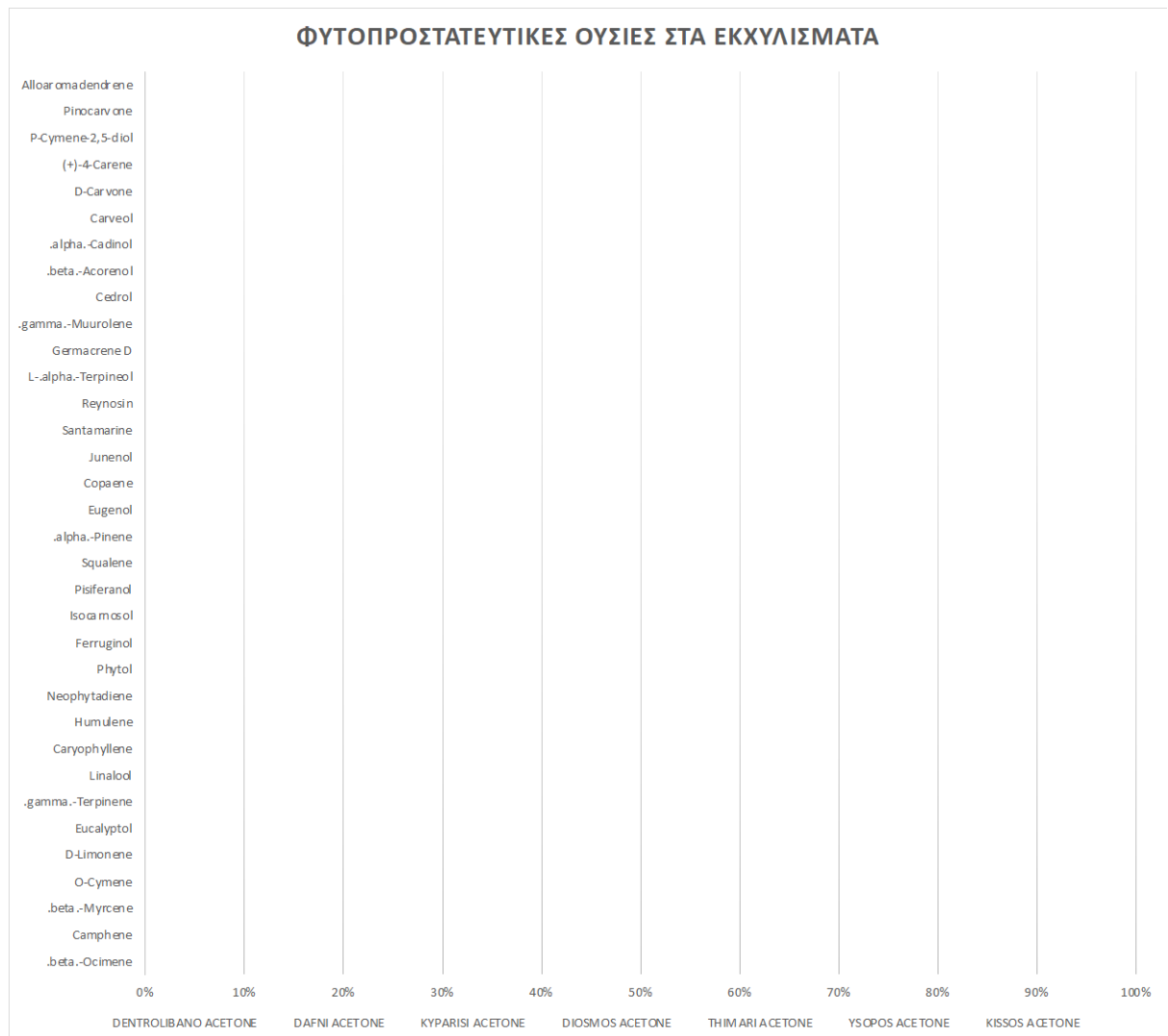
Διάγραμμα 5. Χημική σύσταση εκχυλίσματος θυμαριού σε ακετόνη. Ο κάθετος άξονας παριστάνει το εμβαδόν του χρωματογραφήματος,



Διάγραμμα 6. Χημική σύσταση εκχυλίσματος ύσσωπου σε ακετόνη. Ο κάθετος άξονας παριστάνει το εμβαδόν του χρωματογραφήματος,



Διάγραμμα 7. Χημική σύσταση εκχυλίσματος κισσού σε ακετόνη. Ο κάθετος άξονας παριστάνει το εμβαδόν του χρωματογραφήματος,



Διάγραμμα 8. Συγκεντρωτικό διάγραμμα περιεκτικότητας φυτοπροστατευτικών ουσιών για κάθε εξεταζόμενο φυτικό εκχύλισμα.

Οι ουσίες που ανιχνεύθηκαν σε όλα τα παραπάνω είδη παρουσιάζουν φυτοπροστατευτική δράση, η οποία φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 3.

Πίνακας 3. Φυτοπροστατευτική δράση ορισμένων ουσιών που ανιχνεύτηκαν στα φυτά που μελετήθηκαν.

Ουσία	Δράση	Παραπομπή
Pinocarvone	αντιπολλαπλασιαστική, αντιοξειδωτική και αντιβακτηριδιακή δράση	https://www.wikidata.org/wiki/Q27104017
Carveol, Cymene	Έντομοκτόνο εντομοαπωθητικό	Yeom et al., 2012

Squalene	Αντιοξειδωτική δράση	https://www.elsevier.com/books/T/A/9780128245927
Phytol	Αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτική και αντιαλλεργική δράση	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3879229/
Isocarnosol	Αντιδιαβητική, αντιοξειδωτική, κυτταροτοξική και αντιφλεγμονώδη δράση	https://www.sciencedirect-com
Eucalyptol	Ισχυρή αντιβακτηριδιακή δράση	Hendry et al., 2009
Santamarine	Μυκοβακτηριοκτόνο δράση	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22564506/
Humulene	Εντομοαπωθητική δράση	https://en.wikipedia.org/wiki/Humulene
Ferruginol	Αντιβακτηριακή και γαστροπροστατευτική δράση	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300908408000291
Neophytadiene	Αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτική και καρδιοπροστατευτική δράση	https://www.medchemexpress.com/neophytadiene.html
Linalool	Νευροπροστατευτική δράση	Cooke et al., 2000
Caryophyllene	Μυκητοκτόνο	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7828715/
Eugenol	Αντιοξειδωτική δράση	https://www.solvay.com/en/brands/eugenol-synth?utm_source
Reynosin	Βακτηριοκτόνο δράση και μυκητοκτόνο	https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/27180996/

4.4 Μοντέλο Ανάλυσης SWOT

Προκειμένου να αξιολογηθούν συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, διενεργήθηκε SWOT ανάλυση με καταγραφή και αξιολόγηση των δυνατών και αδύναμων παραμέτρων της χρήσης των φυτών που μελετήθηκαν ή και άλλων παρόμοιων, καθώς και οι ευκαιρίες και απειλές από τη χρήση και την εμπορευματοποίηση των εκχυλισμάτων τους για φυτοπροστατευτικούς σκοπούς. Παρακάτω δίνεται το σχετικό SWOT διάγραμμα:

Δυνατά σημεία (Strengths)	Ευκαιρίες (Opportunities)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Φυσικά προϊόντα με μικρό κίνδυνο πρόκλησης περιβαλλοντικών προβλημάτων. 2. Πολλαπλές χρήσεις καθώς τα φυτά εμφανίζουν δραστικότητα σε πολλούς εχθρούς. 3. Ελάχιστες απαιτήσεις κατά την καλλιέργεια καθώς είναι φυτά προσαρμοσμένα στα περιβάλλοντα που φύονται και αναπτύσσονται χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. 4. Τα φυτά, εκτός από τη χρήση ως φυτοπροστατευτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλους σκοπούς, όπως στην κοσμετολογία, τη φαρμακευτική. 5. Συνεισφορά στην πολιτική της ΕΕ για την κλιματική αλλαγή, στην Πράσινη Συμφωνία και στους Στόχους Αειφόρου Ανάπτυξης. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Δημιουργία νέων προϊόντων με ισχυρό περιβαλλοντικό προφίλ. 2. Νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες, και κυρίως για τους, οικονομικά ασθενέστερους παραγωγούς, οι οποίοι με μικρό κόστος θα μπορούν να καλλιεργούν και να κατευθύνουν στο εμπόριο φυτικά είδη από τα οποία μπορούν να παραχθούν βιο-προστατευτικά. 3. Βελτίωση του εμπορικού προφίλ των αγροτικών προϊόντων τα οποία παράγονται με τη χρήση τέτοιου είδους φυτοπροστατευτικών ουσιών και αύξηση της αξίας τους.
Αδύνατα σημεία (Weaknesses)	Απειλές (Threats)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Απαιτούνται μεγάλες ποσότητες για την παρασκευή ικανών ποσοτήτων ώστε να καλύψουν την αγορά 2. Ασταθείς ενώσεις-απαίτηση για εφαρμογή τεχνολογίας διατήρησής του κατά την κατεργασία και τη μεταφορά 3. Συνήθως οι αποδόσεις κατά την απομόνωση και παραλαβή των δραστικών ουσιών είναι μικρές. 4. Απαιτείται εξημέρωση κάποιων εξ'α υτών των φυτών, γεγονός που 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Αυξημένη τιμή όταν διατεθούν στην αγορά, λόγω της κατεργασίας που απαιτείται 2. Κίνδυνος αποψίλωσης εκτάσεων φυσικής βλάστησης, εάν δεν καλλιεργηθούν οργανωμένα 3. Συναγωνισμός με συμβατικά φυτοφάρμακα, η δράση των οποίων είναι γνωστή και αξιολογημένη.

<p>συνεπάγεται χρόνο, με αμφιεγόμενο αποτέλεσμα (μπορεί να μην εξημερωθούν τα φυτά)</p>	
---	--

Κεφάλαιο 5

Γενική Συζήτηση

Παρά τα θετικά αποτελέσματα της παρούσης έρευνας αλλά και των ερευνών που γενικά διεξάγονται στο θέμα αυτό, προκειμένου να γίνει αποδεκτή μια ουσία προς χρήση στη φυτοπροστασία, απαιτούνται έλεγχοι σε πολλά επίπεδα, όπως για παράδειγμα, της οικοτοξικότητας, της υπολειμματικότητας, της σταθερότητάς της, της δραστηρότητάς της, κλπ. Συνεπώς είναι πιθανόν να περάσουν αρκετά χρόνια πριν ένα σκεύασμα κυκλοφορήσει προς ευρεία χρήση έχοντας άδεια που εγγυάται την ασφάλειά του.

5.1 Περιορισμοί

Ένα σημαντικό επίσης σημείο είναι ότι πολλά από τα φυτικά είδη που έχουν χρησιμοποιηθεί σε τέτοιες μελέτες, καθώς και στη συγκεκριμένη, περιέχονται στη λίστα της EFSA λόγω περιεκτικότητας τοξικών, ψυχοτρόπων ή και εθιστικών ουσιών (EFSA 2009:281).

Αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη φυτοπροστασία. Θα πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη η δράση τους αυτή και ανάλογα να αναπτυχθούν τα κατάλληλα πρωτόκολλα χειρισμού, κατεργασίας και δοσολογίας στον αγρό ανάλογα και με το είδος της καλλιέργειας. Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται πληροφορίες σχετικά με τα φυτά που μελετήθηκαν και την περιεκτικότητά τους σε τοξικές, ψυχοτρόπες και εθιστικές ουσίες.

Πίνακας 4. Δράσεις των φυτών που μελετήθηκαν, εκτός της φυτοπροστασίας (EFSA, 2009).

Είδος	Περιορισμός
Δενδρολίβανο- <i>Rosmarinus officinalis</i>	Περιέχει τοξικά χημικά συστατικά όπως η ευκαλυπτόλη (11,2-47%) και η πουλεγόνη (0,98%)

Δάφνη- <i>Laurus nobilis</i>	Περιέχει χημικά συστατικά όπως η αλκενυλοβενζόλια (ευγενόλη 1.44-2.03%, μεθυλευγενόλη 1.7-11.8%), ευκαλυπτόλη 34-53%
Κυπαρίσσι- <i>Cupressus sempervirens var. horizontalis</i>	Κύρια συστατικά αλφα-πινένιο 53,56%, άλφα-τερπινένιο 18,90%; θυμόλη 3,84%, τερπινολένιο 3,15%,κουερσετρίνη, μυρικιτρίνη, κομοσιΐνη, καφεϊκό οξύ, π-κουμαρικό
Δυόσμος- <i>Mentha spicata</i>	Περιέχει ευκαλυπτόλη (έως 6%), πουλεγόνη 1,7-1,9%, ευκαλυπτόλη, καρβακρόλη, μεντοφουράνιο. Πλούσιο σε οξικό διϋδροκαρβύλιο και διεδροκαρβόνη.
Θυμάρι- <i>Thymus atticus</i>	Δεν καταγράφονται περιορισμοί
Ύσσωπος- <i>Hyssopus officinalis</i>	Περιέχει οιστραγόλη, μεθυλευγενόλη, ευκαλυπτόλη, καρβακρόλη και θουγιόνες ίχνη.
Κισσός- <i>Hedera helix</i>	Αναφέρθηκε δηλητηρίαση
Πράσο- <i>Allium porum</i>	Δεν καταγράφονται περιορισμοί

5.2 Σχόλια και συμπεράσματα

Η μελέτη αυτή κατέδειξε την δυνατότητα να εφαρμοσθούν στη σημερινή εποχή, πρακτικές που έρχονται από την αρχαιότητα. Η προσαρμογή τους όμως και η αναβίωσή τους έχει πολλούς περιορισμούς και προϋποθέσεις.

Στη σημερινή εποχή, με τις απόλυτα οργανωμένες δομές ελέγχου της ποιότητας των προϊόντων και των ουσιών που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο, είτε καταλήξουν σε τροφή είτε σε προϊόντα άλλων χρήσεων, πριν την κυκλοφορία οποιουδήποτε προϊόντος ή ουσίας απαιτείται αυστηρός έλεγχος ασφάλειας, τόσο ως προς τη χρήση, αυτή καθ' αυτή, όσο και ως προς τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η μελέτη είναι συνεπώς καθολική και πολύ αυστηρή. Ο κύκλος ζωής οποιασδήποτε ουσίας προτείνεται για χρήση πρέπει να καθοριστεί με σαφήνεια και κυρίως ποσοτικά.

Ένα επιπλέον εμπόδιο είναι ότι από τις πηγές από τις οποίες φτάνουν στη σύγχρονη εποχή οι μέθοδοι αυτές, δεν παρέχονται άλλες πληροφορίες, παρά

μόνον απλή περιγραφή, π.χ. εφαρμογή εκχυλίσματος αγγουριού σε νερό. Αυτή η δήλωση, για τους σύγχρονους ανθρώπους περικλείει ελάχιστες πληροφορίες. Για παράδειγμα, λείπουν πληροφορίες σχετικά με ποια αναλογία νερού-αγγουριού, ποια η περίοδος επαφής των δύο υλικών, ποια η δόση του ψεκασμού, κλπ.

Γίνεται συνεπώς κατανοητό, ότι προκειμένου να απομονωθούν οι δραστικές ουσίες από τα προτεινόμενα φυτά, να μελετηθεί η ασφάλειά τους, η δραστικότητά τους και η διάρκεια αυτής, απαιτείται χρόνος πειραματικών δοκιμών εργαστηρίου.

Εκτός από τα παραπάνω όμως, ακόμη κι αν μια ουσία έχει διαπιστωθεί ως ενεργή και έχουν ταυτοποιηθεί όλα τα προαναφερόμενα, απαιτούνται δοκιμές επί των καλλιεργειών, ώστε να απαντηθούν ερωτήματα όπως, για ποιες καλλιέργειες ενδείκνυνται, σε ποια δόση, σε ποιες περιόδους θα εφαρμόζεται, ποιοι ακριβώς είναι οι εχθροί στόχοι.

Παρόλα αυτά όμως, και όπως φαίνεται και από το SWOT διάγραμμα τα δυνατά σημεία και οι ευκαιρίες της προσέγγισης αυτής είναι ικανά να οδηγήσουν σε προϊόντα που έχει ανάγκη ο σημερινός άνθρωπος υπό το πρίσμα των απειλών που έχει να αντιμετωπίσει, και οι οποίες εκτός της κλιματικής αλλαγής, περιλαμβάνουν και την επισιτιστική κρίση, την ασφάλεια των τροφίμων αλλά και η υποβάθμιση όλων των περιβαλλοντικών παραμέτρων.

5.3 Συνεισφορά στους Στόχους Αειφόρου Ανάπτυξης

Η αναβίωση και προσαρμογή αρχαίων ή παραδοσιακών αγροτικών πρακτικών, σύμφωνα και με το SWOT διάγραμμα παραπάνω, συνεισφέρει στους εξής ΣΑΑ:

1. Μηδενική Πείνα (Zero Hunger) και Ζωή στη Στεριά (Life on Land) μέσω της βελτίωσης της παραγωγικότητας της γης και της προστασίας του εδάφους.
2. Διατήρηση της Ποιότητας του Νερού, με μείωση της ρύπανσης λόγω περιορισμού τοξικών ουσιών στο αγροτικό περιβάλλον και μείωση της απορροής και κατείδυσης προς τα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα
3. Υπεύθυνη κατανάλωση και Παραγωγή. Η βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση αφορά την προώθηση πόρων και την αποδοτικότητα της ενέργειας, την προώθηση βιώσιμων υποδομών και παροχών πρόσβασης σε

βασικές υπηρεσίες καθώς τις πράσινες και αξιοπρεπείς θέσεις εργασίας, στοχεύοντας έτσι σε μία πιο ποιοτική ζωή για όλους. Η βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση αποβλέπει στο «να παράγει περισσότερα και καλύτερα με όσο το δυνατόν λιγότερα», αυξάνοντας τα καθαρά κέρδη ευημερίας από τις οικονομικές δραστηριότητες μέσω της μείωσης της χρήσης πόρων, της υποβάθμισης και της μόλυνσης του κύκλου ζωής.

4. Δράση για το Κλίμα, μέσω της προστασίας του εδάφους και κυρίως της δέσμευσης άνθρακα στο έδαφος (carbon sequestration).

5.4 Προτάσεις

Τα συμπεράσματα της παρούσης διατριβής συνοψίζονται στις παρακάτω προτάσεις:

1. Λόγω της ισχυρής κυκλικότητας και της νοοτροπίας των ανθρώπων της αρχαιότητας αλλά και του πιο σύγχρονου παρελθόντος, οι πρακτικές που εφαρμόζαν στον αγρό είχαν υψηλό βαθμό αειφορίας.
2. Απαιτείται ενδελεχής μελέτη και πειραματισμός σε πιλοτική αλλά και σε πραγματική κλίμακα ώστε να διευκρινισθεί ο βαθμός καταλληλότητας αναβίωσης των πρακτικών του παρελθόντος.
3. Η αναβίωση αυτή μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νέων βιο-προϊόντων (bio-pesticides), υψηλής προστιθέμενης αξίας, με ισχυρά φιλικό περιβαλλοντικό προφίλ.
4. Η στήριξη της έρευνας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο είναι προϋπόθεση για την ανάπτυξη τέτοιων προϊόντων, τα οποία μπορούν να ανοίξουν νέους επιχειρηματικούς ορίζοντες για τους αγρότες.
5. Αναμένεται βελτίωση του εμπορικού προφίλ των αγροτικών προϊόντων τα οποία παράγονται με τη χρήση τέτοιου είδους βιο-φυτοπροστατευτικών ουσιών και αύξηση της αξίας τους.

5.5 Επίλογος

Οι πρακτικές του παρελθόντος μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στην επίλυση προβλημάτων των σύγχρονων κοινωνιών. Απαιτείται όμως μελέτη κάθε πτυχής της προοπτικής αυτής ώστε η αναβίωση να γίνει οργανωμένα και με ασφάλεια για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Εκτός όμως της επιστημονικής προσέγγισης, είναι σημαντικό να στραφεί η προσοχή και στις συμπεριφορικές αλλαγές από την πλευρά της ζήτησης. Το γεγονός ότι δεν υιοθετούνται στον μέγιστο δυνατό βαθμό πρακτικές φιλικότερες προς το περιβάλλον, υποδεικνύει τεχνικά και συμπεριφορικά εμπόδια που θα πρέπει να ξεπεραστούν. Οι προσεγγίσεις που στοχεύουν στην αλλαγή συμπεριφορών φαίνονται να έχουν υποστηρικτές από τον ακαδημαϊκό χώρο αλλά και από κυβερνητικούς εκπροσώπους ενώ δημοσιεύονται και εργασίες και κείμενα που προωθούν την εφαρμογή νέων στρατηγικών για τη διαχείριση του περιβάλλοντος. Δυστυχώς όμως είναι λίγες οι συμπεριφορικές έρευνες που σχετίζονται με την αειφόρο ανάπτυξη με επίκεντρο τον αγροτικό κλάδο.

Βιβλιογραφία

- Αλμπάνης, Τ.Α.Δ. (1991) *Φυτοφάρμακα: Χρήση, Επιπτώσεις και Νομοθεσία*, Εκδόσεις Θεοδωρίδη Ε., Ιωάννινα
- Βλοντάκης, Γ., Δεσούλας, Μ., και Μπίστη, Μ., (2003). Στοιχεία Βιολογικής Γεωργίας. Εκδοση:Γ', ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Βογιατζής, Α., & Δριτσάκης, Ν. (1997) Η Συνάρτηση Αγροτικής Παραγωγής ως Δείκτης Εκσυγχρονισμού της Αγροτικής Οικονομίας.
- Βολουδάκης Δ., Καραμάνος Α. (2011) "Η Επίδραση της Κλιματικής Μεταβολής στη Γεωργία και τα Γεωργικά Εδάφη".
- Δαλέζιος, Ν. (2015) *Αγρομετεωρολογία: ανάλυση και προσομοίωση*, Εκδόσεις Κάλλιπος.
- Ελευθεροχωρινός Η., (2008) Ζιζανιολογία, ζιζάνια, ζιζανιοτόνα, περιβάλλον, αρχές και μέθοδοι διαχείρισης, 3η Έκδοση, Εκδόσεις αγρότυπος, Αθήνα.
- Επιτροπή των ευρωπαϊκών κοινοτήτων COM/2008/0641, (2008) Πράσινη Βίβλος σχετικά με την ποιότητα των γεωργικών προϊόντων: πρότυπα προϊόντων, απαιτήσεις για τη γεωργική παραγωγή και συστήματα ποιότητας
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2021) Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών empty, «Προσαρμογή στον στόχο του 55 %»: υλοποίηση του στόχου της ΕΕ για το κλίμα με ορίζοντα το 2030 στην πορεία προς την κλιματική ουδετερότητα», COM(2021) 550
- Ζαλίδης Γ. (1999) «Ρύπανση και υποβάθμιση εδαφών», Διδακτικές Σημειώσεις Τμήμα Εκδόσεων ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη
- Θεόφραστος, (1915). Περί φυτών ιστορίας. Τόμοι 1 και 2. Εκδότης: Heinemann, Λονδίνο
- Κασσιανός, Β., (1895) Γεωπονικά. Εκδότης: Henricus Beckh.
- Κουτσός Θ.Β. (2010) *Η τέχνη του καλλιεργείν*. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Ζήτη.
- Μενκίσογλου Ο., (1998), Γεωργικά Φάρμακα, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πήγασος 2000.
- Μερεντίδης, Κ., Παπαγεωργόπουλος, Α., (1995) Ξενοφών, Οικονομικός. Εκδόσεις: Κάκτος.

- Μουρκίδης Γ.Α., (1974), Γεωργική Χημεία – Γ' Γεωργική Φαρμακολογία, Θεσσαλονίκη.
- Μουρκίδου, Παπαδοπούλου Ε., (2000), Πρόγραμμα: Αειφορική Γεωργία. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών των φυτών, Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ., Τμήμα Γεωπονίας, ΕΠΕΑΕΚ.
- Μουρκίδου, Παπαδοπούλου Ε., (1991), Γεωργικά Φάρμακα, Θεσσαλονίκη : Α.Π.Θ., Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
- Μπαλαγιάννης Π. Γ., (1998). Φυτοπροστασία (Φαρμακολογία). Αθήνα, Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου.
- Πολυράκης, Γ. Θ. (2003) Περιβαλλοντική Γεωργία.
- Σαλβάνου, Γ.Ι., (1929) Λαογραφικά σύλλεκτα εξ Αργυράδων Κέρκυρας
- Σιδηράς, Ν.(2005) Βιολογική Γεωργία, Φυτική Παραγωγή. Οργανισμός Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων ΔΗΩ.
- Σιδηράς, Ν. (1997) Οργανική Λίπανση και Αμειψισπορά. ΔΗΩ. Αθήνα
- Σιδηροπούλου, Ι., (2012). Προσδιορισμός NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} στο έδαφος.
- Σκαρλάτου, Σ. (2017) Η Κλιματική Αλλαγή στην Ελλάδα.
- Σπυρίδωνος, Α.Χ, (1848) Γεωπονικά. Κηπουρική, Αμπελουργία και Καλλιέργεια της Ελαιάς. Εκδότης: Τύποις Φ. Καραμπίνου και Κ. Βάφα, Αθήνησι
- Τσιτσίας, Κ., (1996). Εδαφολογία. ΟΕΔΒ. Αθήνα
- Abbas, G., Chen, Y., Khan, F.Y., Feng, Y., Palta, J.A., Siddique, K.H.M. (2018) Salinity and low phosphorus differentially affect shoot and root traits in two wheat cultivars with contrasting tolerance to salt. *Agronomy* 8, 155.
- Abad, A., Lloveras, J., Michelena, A. (2004) Nitrogen fertilization and foliar urea affects durum wheat yield and quality and residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops Research* 87, 257-269.
- Agrios, G.N. (2005) *Plant Pathology, fifth ed. Elsevier-Academic Press, San Diego, CA.*
- Al-Karaki, G., McMichael, B., Zak, J. (2004) Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza* 14, 263-269.
- Aspelin, AL (2003) "Pesticide usage in the United States. Trends during the 20th century. Part two: Background on history of pesticide use and regulation in the United States" Center for Integrated Pest Management (CIPM), North Carolina State University Technical Bulletin 105

- Azeez G, (2009) Soil Carbon and Organic Farming, UK Soil Association.
- Bartelings, H., Sterner, T. (1999) Household Waste Management in a Swedish Municipality: Determinants of Waste Disposal, Recycling and Composting. *Environmental and Resource Economics* 13, 473–491
- Bruce T. J. A., (2010), “Tackling the threat to food security caused by crop pests in the new millennium”, *Food Security*, Vol. 2, pp.:133-141
- Cato, P.M., (2004). Οι αγροτικές εργασίες του Cato και Varro στη Ρωμαϊκή εποχή. Εκδότης: Gutenberg
- Clearwater, R. L., T. Martin, and T. Hoppe (2016) «Environmental sustainability of Canadian agriculture: Agri-environmental indicator report series», *Agriculture and Agri-Food Canada*, pp: 155.
- Cooke B, Ernst E. Aromatherapy: a systematic review. *Br J Gen Pract.* (2000):50(455):493–6.
- Deutsch, C.A., Tewksbury, J.J., Tigchelaar, M., Battisti, D.S., Merrill, S.C., Huey, R.B., Naylor, R.L. (2018) Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science* 361 (6405), 916e919.
- Dias, A.S., Lidon, F.C. (2010) Bread and durum wheat tolerance under heat stress: a synoptical overview. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 412-436.
- Dinnes, D.L. (2004) Assessment of Practices to Reduce Nitrogen and Potassium Non-point Source Pollution of Iowa’s Surface Waters. *Iowa Department of National Resources, Des Moines, IA.*
- Ehdaie, B., Waines, J.G. (2001) Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Research* 73, 47-61.
- EFSA (2009) Compendium of botanicals that have been reported to contain toxic, addictive, psychotropic or other substances of concern. *EFSA Journal* 2009; 7(9):281.
- European Commission (2009), Fact Sheet: EU action on pesticides. Available at http://ec.europa.eu/food/plant/plant_protection_products/index_en.htm (April 20, 2013).
- Fady B. (2008) Influence of climate change on the natural distribution of tree species.
- Fileccia, V., Ruisi, P., Ingrassia, R., Giambalvo, D., Frenda, A.S., Martinelli, F. (2017) Arbuscular mycorrhizal symbiosis mitigates the negative effects of salinity on durum wheat. *PLoS One* 12.

- Flachs, A. (2016) Green revolution. In: Thompson, P.B., Kaplan, D.M. (Eds.), *Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics. Springer Netherlands, Dordrecht*, pp. 1-7.
- Follett, H.R., Follett, R.F., Halvorson, A.D. (1992) Use of a chlorophyll meter to evaluate the nitrogen status of dryland winter wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 23, 687-697.
- Forster, S.M., Ransom, J.K., Manthey, F.A., Rickertsen, J.R., Mehring, G.H. (2017) Planting date, seeding rate, and cultivar impact agronomic traits and semolina of durum wheat. *American Journal of Plant Sciences* 08, 2040.
- Garrett, K.A., Dendy, S.P., Frank, E.E., Rouse, M.N., Travers, S.E. (2006) Climate change effects plant disease: genomes to ecosystems. *Annual Review of Phytopathology* 44, 489-509.
- Gautam, H.R., Bhardwaj, M.L., Kumar, R. (2013) *Climate change and its impact on plant diseases. Current Science* 105 (12), 1685-1691.
- Grant, C.A., Brown, K.R., Racz, G.J., Bailey, L.D. (2001) Influence of source, timing and placement of nitrogen on grain yield and nitrogen removal of durum wheat under reduced- and conventional-tillage management. *Canadian Journal of Plant Science* 81, 17-27.
- Gupta, A.K, Singh, S., Chopde, S. & Singh, D. (2019) Climate resilient disaster risk management: Best Practices Case Studies Compendium.
- Harris C., Gaston C.P. (2004) "Effects of refining predicted chronic dietary in takes of pesticides residues: A case study using glyphosate" food additives and Contaminants", Vol. 21, 857-864
- Harvell, C.D., Mitchell, C.E., Ward, J.R., Altizer, S., Dobson, A.P., Ostfeld, R.S., Samuel, M.D. (2002) Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. 296 (5576), 2158-2162.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M.H.M.B., Nahar, K., Hossain, M.S., Mahmud, J.A., Hossen, M.S., Masud, A.A.C., Moumita, Fujita, M. (2018) Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy* 8, 31.
- Hatfield, J.L., Boote, K.J., Kimball, B.A., Ziska, L.H., Izaurralde, R.C., Ort, D., Thomson, A.M., Wolfe, D. (2011) Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agronomy Journal* 103, 351e370.
- Hawkins, H.-J., Johansen, A., George, E. (2000) Uptake and transport of organic and inorganic nitrogen by arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 226, 275-285.
- Hendry, E., Worthington, T., Conway, B., Lambert, P. (2009) Antimicrobial efficacy of eucalyptus oil and 1,8-cineole alone and in combination with chlorhexidine

digluconate against microorganisms grown in planktonic and biofilm cultures. *J. Antimicrob. Chemother.* 64 (6), 1219–1225.

Hobbs, P.R., Sayre, K., Gupta, R. (2008) The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363, 543-555.

Huang, Y., Ren, W., Wang, L., Hui, D., Grove, J.H., Yang, X., Tao, B., Goff, B. (2018) Greenhouse gas emissions and crop yield in no-tillage systems: a meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 268, 144-153.

Huang, W., Guan, Q., Luo, J., Zhang, J., Zhao, J., Liang, D., Huang, L., Zhang, D. (2014) New optimized spectral indices for identifying and monitoring winter wheat diseases. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 7, 2516-2524.

IPCC, 2014. Climate Change (2014) Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 151 pp.

Jepson P.C. (2007), Pesticides, uses and effects of *Encyclopedia of Biodiversity*, 4, 509-522

Jones, G., A. Bogaard, P. Halstead, M. Charles, and H. Smith. (1999) Identifying the Intensity of Crop Husbandry Practices on the Basis of Weed Floras. *Annual of the British School at Athens* 94:167–189.

Jones C. (2015) *Save Our Soils*, Acres USA, Vol. 45, No. 3.

Jurado-Exposito, M., de Castro, A.I., Torres-Sa´nchez, J., Jime´nez-Brenes, F.M., Lopez-Granados, F. (2019) Papaver rhoeas L. mapping with cokriging using UAV imagery. *Precision Agriculture*.

Karadjova, O., Krusteva, H. (2016) Species composition and population dynamics of the harmful insect fauna (Hemiptera: Cicadomorpha, Fulgoromorpha and Sternorrhyncha) of winter triticale. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 22 (4), 619e626.

Kaushik P. and Kaushik G., (2006), “An assessment of structure and toxicity correlation in organochlorine pesticides”, *Journal of Hazardous Materials*, 143, pp. 102-111.

Khorramdel S, Koocheki A, Mahallate MN, Khorasani R, (2013) Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems, *Soil and Tillage Research* 133 25-31.

Lal R, (2004) Soil carbon sequestration to mitigate climate change, *Geoderma* 123, 1-22.

- Lamichhane, J.R., Barzman, M., Booiij, K., Boonekamp, P., Desneux, N., Huber, L., Kudsk, P., Langrell, S.R.H., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.-L., Messe'an A. (2015) Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35 (2), 443-459.
- Lambert, J.P.T., Hicks, H.L., Childs, D.Z., Freckleton, R.P. (2018) Evaluating the potential of Unmanned Aerial Systems for mapping weeds at field scales: a case study with *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* 58, 35-45.
- Lin, F., Wang, D., Zhang, D., Yang, X., Yin, X., Wang, D. (2018) Evaluation of spectral disease index PMI to detect early wheat powdery mildew using hyperspectral imagery data. *International Journal of Agriculture and Biology* 20, 1970-1978.
- Lobe, J., (2006) *Who Urges DDT for Malaria Control Strategies*. Inter Press Service.
- Lopes, T., Hatt, S., Xu, Q., Chen, J., Liu, Y., Francis, F. (2016) Wheat (*Triticum aestivum* L.)-based intercropping systems for biological pest control. *Pest Management Science* 72 (12), 2193-2202.
- Lorenzoni, I., S. Nicholson-Cole, and L. Whitmarsh. (2007) "Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications", *Global Environmental Change*, Vol. 17, No. 3, and No. 4.
- Mann, R.L., Kettlewell, P.S., Jenkinson, P. (2004) Effect of foliar-applied potassium chloride on septoria leaf blotch of winter wheat. *Plant Pathology* 53, 653-659.
- Manning, W.J., von Tiedemann, A. (1995) Climate change: potential effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO₂), ozone (O₃), and ultraviolet-B (UV-B) radiation on plant diseases. *Environmental Pollution* 88 (2), 219-245.
- Marston M.J., (2015) *Journal of Ethnobiology: Modeling Resilience and Sustainability in Ancient Agricultural Systems* 35(3):585-605.
- Martín-Robles, N., Lehmann, A., Seco, E., Aroca, R., Rillig, M.C., Milla, R. (2018) Impacts of domestication on the arbuscular mycorrhizal symbiosis of 27 crop species. *New Phytologist* 218, 322-334.
- Matolcsy G., Nabasy M., Andriska V. (1988) "Studies in Environmental Science 32, Pesticide Chemistry" p.p. 108-164, Elsevier Science Publishing, Inc. Amsterdam
- McIntosh, R.A., Wellings, C.R., Park, R.F. (1995) *Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes*. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia.
- Merrill, S.C., Holtzer, T.O., Peairs, F.B., Lester, P.J. (2015) Validating spatiotemporal predictions of an important pest of small grains. *Pest Management Science* 71, 131-138.

Mesbah, E.A.E. (2009) Effect of irrigation regimes and foliar spraying of potassium on yield, yield components and water use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L) in sandy soils. *World Journal of Agricultural Sciences* 5, 662-669.

Miller, N. F. (2010) *Botanical Aspects of Environment and Economy at Gordion, Turkey. University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia.*

Mondal, S., Joshi, A., Huerta-Espino, J., Singh, R. (2015) Early Maturity in Wheat for Adaptation to High Temperature Stress, pp. 239-245.

Monti, M., Pellicano, A., Pristeri, A., Badagliacca, G., Preiti, G., Gelsomino, A. (2019) Cereal/grain legume intercropping in rotation with durum wheat in crop/livestock production systems for Mediterranean farming system. *Field Crops Research* 240, 23-33.

Morris, C., Hopkins, A., and Wintern M., (2001). Comparison of the social, economic, and environmental effects of organic, ICM and conventional farming. Final report to the Countryside Agency. Cheltenham.

Newton, A.C., Torrance, L., Holden, N., Toth, I.K., Cooke, D.E.L., Blok, V., Gilroy, E.M. (2012) Chapter three e climate change and defense against pathogens in plants. In: Gadd, G.M., Sariaslani, S. (Eds.), *Advances in Applied Microbiology, vol. 81. Academic Press*, pp. 89-132.

Pahikkala, T., Kari, K., Mattila, H., Lepisto, A., Teuhola, J., Nevalainen, O.S., Tyystjarvi, E. (2015) Classification of plant species from images of overlapping leaves. *Computers and Electronics in Agriculture* 118, 186-192.

Papageorgiou AC. (2008) Mediterranean forest genetic diversity and adaptive conservation strategies.

Patterson, D.T. (1995) Effects of environmental stresses on weed/crop interactions. *Weed Science* 43 (3), 483-490.

Petzoldt, C., Seaman, A. (2006) Climate change effects insects and pathogens. *Climate Change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses* 3, 6-16.

Picon, A., Alvarez-Gila, A., Seitz, M., Ortiz-Barredo, A., Echazarra, J., Johannes, A. (2019) Deep convolutional neural networks for mobile capture device-based crop disease classification in the wild. *Computers and Electronics in Agriculture* 161, 280-290.

Piperno, D. R. and D. M. Pearsall. (1998) The Origins of Agriculture in the Lowland Neotropics. *Academic Press, San Diego.*

- Powlson DS, Whitmore AP, Goulding WT, (2011) Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false, *European Journal of Soil Science*, 62, 42-55
- Ramesh, K., Matloob, A., Aslam, F., Florentine, S.K., Chauhan, B.S. (2017) Weeds in a changing climate: vulnerabilities, consequences, and implications for future weed management. *Frontiers of Plant Science* 8, 95.
- Riehl, S. (2009) Archaeobotanical Evidence for the Interrelationship of Agricultural Decision-Making and Climate Change in the Ancient Near East, 197:93–114
- Ritter SR (2009)"Pinpointing Trends in Pesticide Use In 1939". *Chemical and Engineering News*
- Rosen, A. M. (2007) *Civilizing Climate: Social Responses to Climate Change in the Ancient Near East*. *Altamira Press*, Lanham.
- Rodale, (2014) *Regenerative Organic Agriculture and Climate Change: A Down-to-Earth Solution to Global Warming*.
- Ryan, J., Pala, M., Masri, S., Singh, M., Harris, H. (2008) Rainfed wheat-based rotations under Mediterranean conditions: crop sequences, nitrogen fertilization, and stubble grazing in relation to grain and straw quality. *European Journal of Agronomy* 28, 112-118.
- Ryan, J., Singh, M., Ibrikci, H., Masri, S., Pala, M., Rashid, A. (2008) Total and mineral nitrogen in a wheat-based rotation trial under dryland Mediterranean conditions. *Basic and Applied Dryland Research* 2, 34-46.
- Shorgen, J. and L. Taylor. (2008) "On Behavioral-Environmental Economics", *Review of Environmental Economics and Policy*, 2.
- Smith AE, Secoy DM. (1975) Forerunners of pesticides in classical Greece and Rome. *J Agric Food Chem*. 23(6):1050-5.
- Strange, R.N., Scott, P.R. (2005) Plant disease: a threat to global food security. *Annual Review of Phytopathology* 43, 83-116.
- Su, J., Liu, C., Coombes, M., Hu, X., Wang, C., Xu, X., Li, Q., Guo, L., Chen, W.-H. (2018) Wheat yellow rust monitoring by learning from multispectral UAV aerial imagery. *Computers and Electronics in Agriculture* 155, 157-166.
- Sun, J., Feng, Y., Wang, Y., Li, J., Zou, K., Liu, H., Hu, Y., Xue, Y., Yang, L., Du, S., Wu, Y. (2020) Investigation of Pesticidal effects of *Peucedanum terebinthinaceum* Essential Oil on three stored-product insects. *Records of Natural Products*, 14:3, 177-189.

- Tenhunen, H., Pahikkala, T., Nevalainen, O., Teuhola, J., Mattila, H., Tyystjarvi, E. (2019) Automatic detection of cereal rows by means of pattern recognition techniques. *Computers and Electronics in Agriculture* 162, 677-688.
- Tewolde, H., Fernandez, C.J., Erickson, C.A. (2006) Wheat Cultivars Adapted to Post-Heading High Temperature Stress. *Journal of Agronomy and Crop Science* 192, 111-120.
- Tian, B., Yu, Z., Pei, Y., Zhang, Z., Siemann, E., Wan, S., Ding, J. (2019) The elevated temperature reduces wheat grain yield by increasing pests and decreasing soil mutualists. *Pest Management Science* 75 (2), 446-475.
- Todd, A.O., (2012) Soil Carbon Storage, Nature Education Knowledge, Schulte LA,3(10):35
- Vachon, V., Laprade, R., Schwartz, J-L. (2012) Current Models of the Mode of Action of *Bacillus thuringiensis* Insecticidal Crystal Proteins: A Critical Review. *J. Invertebr. Pathol*, 111, 1–12.
- Van der Veen, M. (1992) *Crop Husbandry Regimes: An Archaeobotanical Study of Farming in Northern England, 1000 BC–AD 500. Sheffield Archaeological Monographs 3. Department of Archaeology and Prehistory, University of Sheffield, Sheffield.*
- Varanasi, A., Prasad, P.V.V., Jugulam, M. (2016) Chapter three e impact of climate change factors on weeds and herbicide efficacy. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Advances in Agronomy*, vol. 135. Academic Press, pp. 107-146.
- Verhulst, N., Sayre, K.D., Vargas, M., Crossa, J., Deckers, J., Raes, D., Govaerts, B. (2011) Wheat yield and tillage/straw management system year interaction explained by climatic co-variables for an irrigated bed planting system in northwestern Mexico. *Field Crops Research* 124, 347-356.
- War, A.R., Taggar, G.K., War, M.Y., Hussain, B. (2016) Impact of climate change on insect pests, plant chemical ecology, tritrophic interactions and food production. *International Journal of Clinical and Biological Sciences* 1 (2), 16e29.
- Ware G. (1994) "The pesticides book", pp.: 3-22, 335-336 (474 ed.) Thompson Publication Fresno, California USA
- Watkiss, P., and Downing, (2008) "The social cost of carbon: Valuation estimates and their use in UK policy", *Integrates Assessment*, Vol. 8, No. 1.
- Wei, J., Li, C., Li, Y., Jiang, G., Cheng, G., Zheng, Y. (2013) Effects of external potassium (k) supply on drought tolerances of two contrasting winter wheat cultivars. *PLoS One* 8, e69737.

Weiss, H., M.-A. Courty, W. Wetterstrom, F. Guichard, L. Senior, R. Meadow, and A. Curnow. (1993) The Genesis and Collapse of Third Millennium North Mesopotamian Civilization. *Science* 261:995–1004.

Wheeler, T., Von Braun, J. (2013) Climate change impacts global food security. *Science* 341, 508e513.

Whitford F, Pike D, Hanger G, Burroughs F, Johnson B, Blessing A. (2006). “The benefits of pesticides. A story worth telling” Perdue University. Perdue Extension pp.70

Whitmarsh, L. (2007) “Are flood victims more concerned about climate change than other people? The role of direct experience in risk perception and behavioral response”, *Journal of Risk Research*.

WHO (World Health Organization) (1979) «Environmental health criteria 9: DDT», *Arch. Environmental Health* 33:169

Yeom, H. J., Kang, J. S., G. H., Park, I.K. (2012) Insecticidal and acetylcholine esterase inhibition activity of apiaceae plant oils and their constituents against adults of German cockroach (*Blattella germanica*). *J. Agric. Food Chem.* 60, 7194-7203.

Zhang, P., H. Cheng, R. L. Edwards, F. Chen, Y. Wang, X. Yang, J. Liu, M. Tan, X. Wang, J. Liu, C. An, Z. Dai, J. Zhou, D. Zhang, J. Jia, L. Jin, and K. R. Johnson. (2008) A Test of Climate, Sun, and Culture Relationships from an 1810-Year Chinese Cave Record. *Science* 322:940–942.

Zhao, J.-L., Zhang, D.-Y., Luo, J.-H., Yang, H., Huang, L.-S., Huang, W.-J. (2012) A comparative study on monitoring leaf-scale wheat aphids using pushbroom imaging and non-imaging ASD field spectrometers. *International Journal of Agriculture and Biology* 14, 136-140.

Zhao, Q., Lenz-Wiedemann, V.I.S., Yuan, F., Jiang, R., Miao, Y., Zhang, F., Bareth, G. (2015) Investigating within-field variability of rice from high resolution satellite imagery in qixing farm county, Northeast China. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 4, 236-261.

Ziska, L.H., Blumenthal, D.M., Runion, G.B., Hunt Jr., E.R., Diaz-Soltero, H. (2011) Invasive species and climate change: an agronomic perspective. *Climatic Change* 105, 13-42.

Ziska, L.H., McClung, A. (2008) Differential response of cultivated and weedy (red) rice to recent and projected increases in atmospheric carbon dioxide. *Agronomy Journal* 100, 1259-1263.

