

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Διαχείριση και προστασία περιβάλλοντος**

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Συγκριτική αξιολόγηση της ποσότητας της οργανικής
ουσίας που συσσωρεύεται στο έδαφος σε καλλιέργειες
συμβατικών και βιολογικών οπωροφόρων δένδρων**

Ξενοφών Βασιλείου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Δημήτριος Σαρρής**

Μάιος 2018

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και προστασία περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Συγκριτική αξιολόγηση της ποσότητας της οργανικής ουσίας που συσσωρεύεται στο έδαφος σε καλλιέργειες συμβατικών και βιολογικών οπωροφόρων δένδρων

Ξενοφών Βασιλείου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Δημήτριος Σαρρής**

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.

Μάιος 2018

Περίληψη

Παγκοσμίως, η γεωργία εντατικοποιήθηκε μετά τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο. Οι νέες τεχνικές καλλιέργειας αύξησαν την παραγωγικότητα, παράλληλα όμως δημιούργησαν προβλήματα. Με την εντατική μορφή γεωργίας εφαρμόστηκαν τεχνικές υψηλών εισροών και επιτεύχθηκαν υψηλές αποδόσεις με την χρήση χημικών ουσιών, δίνοντας όμως περιορισμένη σημασία στις επιπτώσεις στο περιβάλλον και στο οικοσύστημα. Αντιθέτως με τη βιολογική γεωργία τα τρόφιμα είναι απαλλαγμένα από χημικά κατάλοιπα, φέρνοντας ένα καινούργιο σύστημα γεωργικής παραγωγής, φιλικό προς το περιβάλλον. Επίσης, με τη χρήση της βιολογικής γεωργίας θεωρητικά επιτυγχάνεται αύξηση συσσώρευσης οργανικής ουσίας στο έδαφος (SOM) που έχει ως αποτέλεσμα και την αύξηση συσσώρευσης του εδαφικού οργανικού άνθρακα (SOC). Με την αύξηση της συσσώρευσης άνθρακα (C) μπορεί να επιτευχθεί μετριασμός της κλιματικής αλλαγής. Στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής διατριβής στην περιοχή της Επαρχίας Λευκωσίας, εξετάστηκε αν η οργανική ουσία στο έδαφος (SOM) σε βιολογική καλλιέργεια δαμασκηνιάς αυξάνεται με μεγαλύτερο ρυθμό σε σχέση με πολύ κοντινή της συμβατική καλλιέργεια. Ελήφθησαν 60 συνολικά δείγματα εδάφους και προσδιορίστηκε το βάθος του οργανικού ορίζοντα A και στους 2 τύπους καλλιεργειών.

Παρατηρήθηκε ότι ο ρυθμός συσσώρευση SOM εντός της κόμης των δένδρων της βιολογικής γεωργίας ήταν 0,15 cm/έτος σε σχέση με 0,13 cm/έτος εκτός της κόμης (αν και η διαφορά δεν ήταν στατιστικώς σημαντική). Στη συμβατική καλλιέργεια παρατηρήθηκε ότι ο ρυθμός συσσώρευση SOM εντός της κόμης των δένδρων ήταν 0,111 cm/έτος σε σχέση με 0,113 cm/έτος εκτός της κόμης. Όμως η διαφορά εντός κόμης μεταξύ βιολογική και συμβατικής καλλιέργειας ήταν στατιστικώς σημαντική. Από αυτό παρατηρούμε ότι στη βιολογική καλλιέργεια που εξετάστηκε μπορεί να επιτευχθεί υψηλότερος ρυθμός συσσώρευσης SOM (άρα και ταυτόχρονα SOC, αφού αυτός αποτελεί περίπου το 60% της SOM).

Συνεπώς, η βιολογική γεωργία έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την οργανική ύλη του εδάφους που έχει ως επακόλουθο την αύξηση δέσμευσης C στο έδαφος συμβάλλοντας στην προσπάθεια μετριασμού της κλιματικής αλλαγής.

Λέξεις κλειδιά: βιολογική γεωργία, κλιματική αλλαγή, άνθρακας, SOM, SOC, οργανική ουσία, έδαφος, δαμασκηλιά

Summary

Globally, agriculture intensified after the Second World War. New cultivation techniques have increased productivity but at the same time have created problems. High-input techniques have been applied with intensive agriculture, and high yields have been achieved through the use of chemicals, but with limited care for their impact on the environment and the ecosystem. To the contrary food produced through organic farming, is free of chemical residue, bringing a new, environmentally friendly agricultural production system.

Also, with the use of organic farming, an increase in the accumulation of soil organic matter (SOM) is theoretically achieved, resulting in an increase in the accumulation of organic carbon (SOC). With the increase in soil carbon (C) accumulation, climate change mitigation can be achieved. In the context of this postgraduate dissertation, it was examined in the Nicosia District whether the Organic Soil (SOM) in an organic plum orchard increases at a higher rate compared to a very near by conventional cultivation. A total of 60 soil samples were taken and the depth of the organic soil horizon A was determined on the two types of crops.

It was observed that the rate of accumulation of SOM within the tree crowns of the organic orchard was 0.15 cm / year relative to 0.13 cm / year out of the crowns (although the difference was not statistically significant). In the conventional orchard it was observed that the rate of SOM accumulation in the crown of the trees was 0.111 cm / year compared to 0.113 cm / year apart from the crown. However, within the trees' crown the difference between organic and conventional agriculture was statistically significant. From this observe that in the organic orchard tested a higher rate of SOM accumulation can be achieved (and thus SOC, since it constitutes approximately 60% of SOM).

Consequently, organic agriculture has the potential to increase soil organic matter that has as a consequence more C accumulation in the soil contributing to climate change mitigation efforts.

Key words: organic farming, climate change, coal, SOM, SOC, organic matter, soil, plum

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Δημήτριο Σαρρή, για την πολύτιμη καθοδήγησή του και τις συμβουλές που μου έδωσε.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους παραγωγούς κύριο Λούκα Γεωργίου και Γιώργο Γεωργίου για τον χρόνο τους και την παραχώρηση των καλλιεργειών τους για τις δειγματοληψίες.

Τέλος ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στη γυναίκα μου Μαριλίζα και στην κόρη μου Βαρβάρα για την υπομονή που έδειξαν, αλλά και την στήριξη τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα.

Περιεχόμενα

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου	i
Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου	ii
Περίληψη	iv
Summary	vi
Ευχαριστίες.....	1
Κεφάλαιο 1	7
1. Εισαγωγή.....	7
1.1 Καταγραφή του προβλήματος.....	7
1.2 Σκοποί και στόχοι.....	8
Κεφάλαιο 2	9
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	9
2.1 Έδαφος.....	9
2.1.1 Έδαφος και αειφορία.....	9
2.1.2 Υφή του εδάφους.....	10
2.1.3 Δομή του εδάφους και η δομική του σταθερότητα	10
2.1.4 Βάθος εδάφους.....	11
2.1.5 Γονιμότητα του εδάφους.....	11
2.2 Το προφίλ του εδάφους.....	11
2.2.1 Οργανική Ύλη του Εδάφους	13
2.2.2 Εδαφικοί ορίζοντες	14
2.3 Διάβρωση του εδάφους.....	15

2.4	Κλάσεις ιδιοτήτων του εδάφους.....	17
2.4.1	Έδαφος κατάλληλο για καλλιέργειες.....	17
2.4.2	Έδαφος κυρίως κατάλληλο για βόσκηση.....	18
2.4.3	Έδαφος κατάλληλο για βόσκηση.....	18
2.4.4	Έδαφος κατάλληλο για την φύτευση δέντρων	18
2.4.5	Έδαφος ακατάλληλο για καλλιέργεια	18
2.5	Είδη εδαφών που συναντούμε στην Κύπρο.....	18
2.5.1	Leptosols.....	18
2.5.2	Gypsisols	19
2.5.3	Calcisols.....	19
2.5.4	Luvissols.....	19
2.6	Συμβατική γεωργία.....	20
2.7	Βιολογική Γεωργία	21
2.7.2	Η εξέλιξη της βιολογικής γεωργίας στην περιοχή της Μεσογείου	24
2.7.3	Βιολογική γεωργία στη Κύπρο.....	25
2.8	Δαμασκηλιά	26
2.8.1	Καταγωγή.....	26
2.8.3	Βοτανικά χαρακτηριστικά	27
2.8.4	Κλιματικές απαιτήσεις.....	28
2.8.5	Εδαφικές συνθήκες	28
2.8.6	Πολλαπλασιασμός	28

2.8.8	Άρδευση.....	29
2.8.9	Λίπανση.....	29
2.8.10	Εχθροί και ασθένειες.....	29
2.9	Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης στην Κύπρο.....	30
2.9.1	Παραγωγή.....	30
2.9.2	Εισαγωγές - εξαγωγές.....	31
2.10	Το κλίμα της Κύπρου.....	32
2.10.1	Η Μορφολογία του Νησιού.....	32
2.10.2	Κλιματικές αλλαγές.....	33
2.10.3	Θερμοκρασία.....	33
2.10.4	Βροχόπτωση.....	34
2.10.5	Ηλιοφάνεια.....	35
2.11	Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	36
2.11.1	Η σχέση της βιολογικής Γεωργίας με το έδαφος.....	36
2.12	Άνθρακας και Γεωργία.....	39
2.12.1	Ο κύκλος του άνθρακα.....	41
2.12.2	Οργανικός άνθρακας του εδάφους.....	41
	Κεφάλαιο 3.....	49
3	Μεθοδολογία.....	49
3.1	Σκοπός και Στόχοι.....	49
3.2	Ερωτήματα που έχουν τεθεί.....	49

3.3	Σχεδιασμός.....	50
3.4	Μέθοδος δειγματοληψίας.....	50
3.5	Στατιστική ανάλυση	57
3.6	Διάφορες μέθοδοι για τον προσδιορισμό της SOM και SOC.....	Error!
	Bookmark not defined.	
3.6.1	Ημι-ποσοτικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της οργανικής ύλης.....	79
3.6.2	Ποσοτικές τεχνικές για τον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα.....	80
3.6.3	Ποιοτικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα.....	81
	Κεφάλαιο 4	59
4.	Αποτελέσματα	59
4.1	Διαφορές παραγωγικότητας μεταξύ βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας.....	59
4.2	Σύγκριση ορίζοντα A μεταξύ βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας	61
	Κεφάλαιο 5	71
5.	Συζήτηση, Συμπεράσματα, Εισηγήσεις.....	71
5.1	Συζήτηση.....	71
5.1.1	Που οφείλονται οι διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων;.....	71
5.1.2	Η ωφέλεια από την αυξημένη SOM	72
5.1.3	Τα πλεονεκτήματα της οργανικής λίπανσης και της αμειψισποράς για το αγρο-οικοσύστημα	74
5.1.3.1	Αμειψισπορά	74
5.1.4	Βίκος και οργανική λίπανση.....	75

5.1.4.1	Εποχιακές καλλιέργειες και εδαφικός C	75
5.1.5	Η σχέση SOM και δέσμευσης άνθρακα στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής77	
5.1.5.1	Οργανική λίπανση και εδαφικός C	78
5.1.6	Περιορισμοί της μελέτης.....	79
5.2	Συμπεράσματα.....	82
5.3	Εισηγήσεις.....	83
3.6.3.3.1.1.1	Παράρτημα	85
1.1	Ερωτηματολόγιο Βιολογικής Καλλιέργειας	85
1.2	Ερωτηματολόγιο Συμβατικής Καλλιέργειας.....	90
1.3	Δειγματοληψία.....	95
	Βιβλιογραφία.....	103

Κεφάλαιο 1

1. Εισαγωγή

1.1 Καταγραφή του προβλήματος

Η πλειοψηφία των επιστημόνων σήμερα συμφωνεί για την αυξανόμενη επιρροή της οικονομίας και της κοινωνίας στο κλίμα της Γης από δραστηριότητες όπως η καύση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση τροπικών δασών και η κτηνοτροφία. Αναγνωρίζοντας τις επιπτώσεις των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο κλίμα, η διεθνής κοινότητα συμφώνησε κατά τη διάρκεια της Συνόδου Κορυφής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη στο Ρίο το 1992 τη Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή. Η Κύπρος επικύρωσε τη Σύμβαση το 1997. Στόχος της Σύμβασης είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Θέλοντας να προετοιμαστούν για τις διεθνείς διαπραγματεύσεις για την περίοδο μετά το 2020, οι ηγέτες της Ε.Ε. συμφώνησαν τον Οκτώβριο του 2014 τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030 τουλάχιστον κατά 40% σε σύγκριση με το 1990. Αυτό για την Κύπρο αντιστοιχεί σε μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 42% μέχρι το 2030 σε σχέση με το 2005 από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρισμού, τσιμέντου και κεραμικών, και κατά 22% στους άλλους τομείς όπως γεωργία, μεταφορές, απόβλητα κ.ά., σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2005.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τις εκθέσεις απογραφής εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, οι συνολικές εκπομπές της Κύπρου αυξήθηκαν κατά 52%

κατά την περίοδο 1990-2012, ενώ από το 2008 παρατηρείται μία μείωση κατά μέσο όρο 3% ετησίως (Υπουργείο Γεωργίας, 2015).

1.2 Σκοποί και στόχοι

Οι καλλιεργητικές πρακτικές που εκτελούνται στις συμβατικές καλλιέργειες έχουν ευθύνη για την απελευθέρωση άνθρακα στην ατμόσφαιρα και συνεπώς έχουν μερίδιο ευθύνης για την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι πρακτικές της βιολογικής γεωργίας, από την άλλη, θεωρούνται ότι συμβάλουν στην δέσμευση και αποθήκευση SOC. Στόχος της διατριβής είναι η συγκριτική αξιολόγηση της ποσότητας της οργανικής ουσίας που συσσωρεύεται στο έδαφος σε καλλιέργειες συμβατικών και βιολογικών οπωροφόρων δένδρων της Κύπρου. Αναμένεται να διαπιστωθεί κατά πόσο η βιολογική γεωργία θα μπορούσε να συμβάλει στην αύξηση του οργανικού ορίζοντα του εδάφους με πολλαπλές ωφέλειες για το αγρο-οικοσύστημα, αλλά και στη συσσώρευση ατμοσφαιρικού άνθρακα στο έδαφος στον πλαίσιο της προσπάθειας μετριασμού της κλιματικής αλλαγής.

Ερωτήματα που έχουν τεθεί είναι

- 1.** Υπάρχουν διαφορές στην ποσότητα και στον ρυθμό συσσώρευσης της SOM σε καλλιέργειες συμβατικών και βιολογικών οπωροφόρων δένδρων της Κύπρου;
- 2.** Αν υπάρχουν, σε ποιους παράγοντες οφείλονται αυτές οι διαφορές;
- 3.** Η ποσότητα οργανικού φορτίου είναι μεγαλύτερη εντός των ορίων της κόμης σε σχέση με την ποσότητα που βρίσκετε εκτός των ορίων της κόμης;

Κεφάλαιο 2

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Έδαφος

Το έδαφος είναι το στρώμα από χαλαρά ανόργανα και οργανικά υλικά που καλύπτει την επιφάνεια της ξηράς της γης και προέκυψε από την αποσάθρωση ορυκτών και πετρωμάτων με την συνδυασμένη δράση φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων (Σινάνης Κ. 2003).

2.1.1 Έδαφος και αειφορία

Το έδαφος αποτελεί βασική συνιστώσα των αγροτικών πόρων και το θεμέλιο της γεωργικής ανάπτυξης και της οικολογικής βιωσιμότητας. Αποτελεί τη βάση για την παραγωγή τροφίμων, ζωοτροφών, καυσίμων και ινών και για πολλές κρίσιμες οικολογικές υπηρεσίες. Το έδαφος είναι ένα σύνθετο, δυναμικό σύστημα διαβίωσης και η καταλληλότητά του ποικίλλει από τόπο σε τόπο. Η έκταση του παραγωγικού εδάφους είναι περιορισμένη και βρίσκεται υπό αυξανόμενη πίεση εντατικοποίησης και ανταγωνιζόμενων χρήσεων για καλλιέργεια, δασοκομία, βοσκοτόπια και την ικανοποίηση των απαιτήσεων του αυξανόμενου πληθυσμού για παραγωγή τροφίμων και ενέργειας, εξόρυξη πρώτων υλών κ.ο.κ. (FAO, 2018).

Οι επτά λειτουργίες του εδάφους όπως ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Keesstra D. S. et al., 2016).

1. Παραγωγή βιομάζας, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας και της δασοκομίας.

2. Αποθήκευση, φιλτράρισμα και μετατροπή θρεπτικών συστατικών, ουσιών και νερού.
3. Δεξαμενή βιοποικιλότητας: ενδιαιτήματα, διάφορα είδη και γονίδια
4. Φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον για τον άνθρωπο και τις ανθρώπινες δραστηριότητες
5. Πηγή πρώτων υλών
6. Λειτουργεί ως δεξαμενή άνθρακα
7. Αρχείο γεωλογικής και αρχαιολογικής κληρονομιάς

2.1.2 Υφή του εδάφους

Η υφή του εδάφους καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις αναλογίες σωματιδίων εδάφους διαφόρων μεγεθών που υπάρχουν σε ένα έδαφος. Είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό της ικανότητας της γης.

Τα εδάφη που έχουν καλά διαβαθμισμένες υφές έχουν σχετικά ομοιόμορφες κατανομές μεγέθους σωματιδίων αργίλου και άμμου, τείνουν να είναι καλύτερα και σε θέση να υποστηρίξουν γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Τα εδάφη αυτά είναι ανθεκτικά στη κατεργασία αλλά και στη διάβρωση.

Η υφή του εδάφους έχει να κάνει και με τη συγκράτηση του νερού, για παράδειγμα τα πηλώδη εδάφη συγκρατούν περισσότερο νερό από τα αμμώδη εδάφη. Από την άλλη τα αμμώδη εδάφη έχουν καλύτερη εσωτερική αποστράγγιση από τα πηλώδη εδάφη (Charman P. and Murphy B., 2007).

2.1.3 Δομή του εδάφους και η δομική του σταθερότητα

Η δομή του εδάφους περιγράφει πως τα πρωτογενή σωματίδια του εδάφους συνενώνονται ή συνδυάζονται σε αδρανή εδάφους. Η δομική σταθερότητα αναφέρεται στην ικανότητα των αδρανών υλικών του να αντέχουν στη διαβροχή, τη ξηρασία και τη μηχανική κατεργασία. Αυτά είναι σημαντικά για την σταθερότητα του εδάφους τη μηχανική διάσπαση και την εδαφική διάβρωση.

Επίσης η δομή του εδάφους είναι σημαντική για την καλή αποστράγγιση του εδάφους, τον εξαερισμό του, το πορώδες, την διαπερατότητα και την εσωτερική αποστράγγιση (Charman P. and Murphy B. 2007).

2.1.4 Βάθος εδάφους

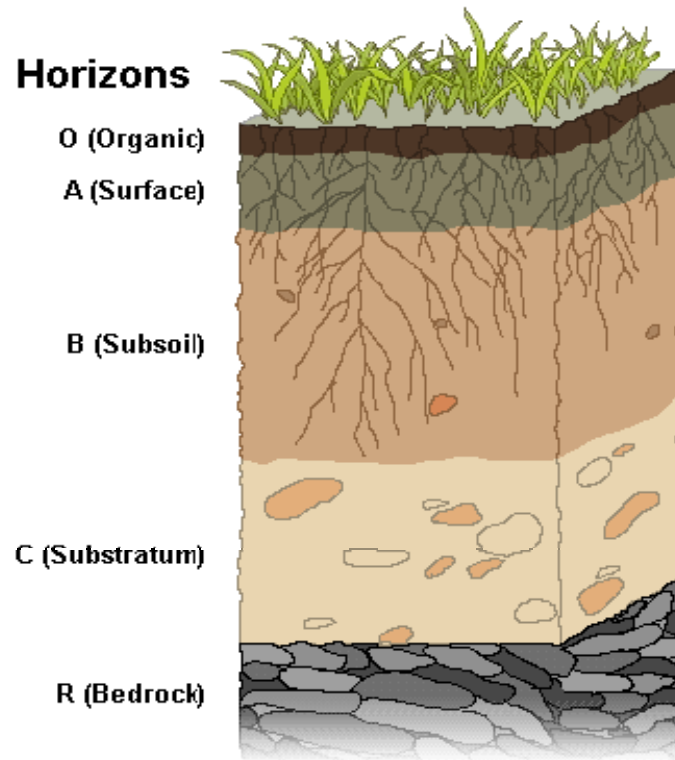
Το βάθος του εδάφους παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της ικανότητας της γης. Η δομή του εδάφους μαζί με το βάθος του είναι οι παράγοντες που διέπουν στην ικανότητα συγκράτησης των εδαφών σε νερό. Επίσης καθορίζουν τη δυνατότητα της ρίζας να διεισδύει στο έδαφος και στην ικανότητα του να ελέγχει τον διαθέσιμο χώρο που υπάρχει για τα θρεπτικά συστατικά. Εδάφη τα οποία δεν είναι βαθιά είναι ευαίσθητα στη διάβρωση (Charman P. and Murphy B. 2007).

2.1.5 Γονιμότητα του εδάφους

Η γονιμότητα του εδάφους αναφέρεται στην ιδιότητα του να προσφέρει ικανοποιητικές φυσικές και βιολογικές συνθήκες και επαρκείς και ισορροπημένες προμήθειες θρεπτικών συστατικών (Charman P. and Murphy B. 2007).

2.2 Το προφίλ του εδάφους

Οι διεργασίες σχηματισμού του εδάφους δημιουργούν μια κατακόρυφη κλίση των στρωμάτων που είναι συχνά διακριτές. Αυτές οι οριζόντιες στρώσεις είναι γνωστές ως ορίζοντες και μια φέτα μέσω των διαφορετικών οριζόντων ονομάζεται το προφίλ του εδάφους. Το προφίλ αποκαλύπτει πολλά για τους παράγοντες που αλληλεπιδρούν για το σχηματισμό του εδάφους.



Εικόνα 1: Παρουσίαση του εδαφικού προφίλ (Wikipedia, 2018).

Στην εικόνα 1 παρουσιάζετε το εδαφικό προφίλ χωρισμένο σε πέντε εδαφικούς ορίζοντες οι οποίοι περιγράφονται παρακάτω.



Εικόνα 2: το εδαφικό προφίλ όπως φαίνεται σε πραγματική τομή εδάφους (Lumen Learning, 2018).

Στην εικόνα 2 μπορούμε να δούμε τις εναλλαγές στους χρωματισμούς του εδάφους με τους οποίους ξεχωρίζει ο κάθε εδαφικός ορίζοντας.

2.2.1 Οργανική Ύλη του Εδάφους

Ο όρος οργανική ύλη του εδάφους (SOM) χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα οργανικά συστατικά στο έδαφος σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης όπως ιστούς από νεκρά φυτά και ζώα, υλικά με μέγεθος μικρότερο από 2mm και οργανισμούς του εδάφους. Ο κύκλος εργασιών SOM διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία του οικοσυστήματος του εδάφους και στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Η SOM είναι ζωτικής σημασίας για τη σταθεροποίηση της δομής του εδάφους, τη συγκράτηση και απελευθέρωση φυτικών θρεπτικών ουσιών και τη διατήρηση της ικανότητας συγκράτησης των υδάτων, καθιστώντας την ως βασικό δείκτη όχι μόνο για τη γεωργική παραγωγικότητα αλλά και για την περιβαλλοντική ανθεκτικότητα. Η αποσύνθεση της SOM περαιτέρω απελευθερώνει μεταλλικά θρεπτικά συστατικά, καθιστώντας τα διαθέσιμα για την ανάπτυξη των φυτών, ενώ η καλύτερη ανάπτυξη των φυτών και η μεγαλύτερη παραγωγικότητα συμβάλλουν στη διασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας (Van der Wal and de Boer., 2017).

Η SOM είναι κάθε υλικό που παράγεται αρχικά από ζωντανούς οργανισμούς (φυτά ή ζώα) που επιστρέφουν στο χώμα και διέρχονται από τη διεργασία αποσύνθεσης. Σε κάθε δεδομένη στιγμή, αποτελείται από ένα φάσμα υλικών από τους άθικτους αρχικούς ιστούς φυτών και ζώων στο ουσιαστικά αποσυντιθέμενο μίγμα υλικών γνωστών ως χούμος. Το μεγαλύτερο μέρος της SOM προέρχεται από φυτικό ιστό. Τα υπολείμματα φυτών περιέχουν υγρασία 60-90%. Η υπόλοιπη ξηρά ουσία αποτελείται από άνθρακα (C), οξυγόνο, υδρογόνο (H) και μικρές ποσότητες θείου (S), αζώτου (N), φωσφόρου (P), καλίου (K), ασβεστίου και μαγνησίου. Αν και υπάρχουν σε μικρές ποσότητες, αυτά τα θρεπτικά συστατικά είναι πολύ σημαντικά από την άποψη της διαχείρισης της γονιμότητας του εδάφους (FAO, 2005).

Η SOM περιέχει περίπου 55-60% C κατά μάζα. Σε πολλά εδάφη, αυτός ο C περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος ή το σύνολο του αποθέματος C που

αναφέρεται ως SOC εκτός από τις ανόργανες μορφές του εδάφους. Παρόμοια με την SOM, το SOC διαιρείται σε διαφορετικές ομάδες ανάλογα με τη φυσική και χημική του σταθερότητα (Lefèvre C. et al., 2017).

Η υψηλή περιεκτικότητα σε SOM παρέχει θρεπτικά συστατικά στα φυτά και βελτιώνει τη διαθεσιμότητα νερού, και τα οποία ενισχύουν τη γονιμότητα του εδάφους και τελικά βελτιώνουν την παραγωγικότητα των τροφίμων (Lefèvre C. et al., 2017).

Η SOM μπορεί να χωριστεί σε διαφορετικές ομάδες με βάση τον χρόνο που απαιτείται για την πλήρη αποσύνθεση και τον παραγόμενο χρόνο παραμονής των προϊόντων στο έδαφος (χρόνος κύκλου εργασιών) ως εξής (Gougoulis, C., et al., 2014).

- Ενεργές δεξαμενές - κύκλος εργασιών σε μήνες ή λίγα χρόνια.
- Παθητικές δεξαμενές - κύκλος εργασιών έως και χιλιάδες χρόνια.

Τα μικροσυσσωματίδια θεωρούνται υπεύθυνα για τη σταθεροποίηση των παθητικών δεξαμενών (μόνιμοι σταθεροποιητικοί παράγοντες), ενώ τα μακροσυσσωματώματα και οι σβώλοι που εγκλείουν μικρά συσσωματώματα θεωρούνται παροδικά σταθεροποιητικά (Degens P. B., 1997). Αυτή η φυσική και χημική σταθεροποίηση του SOM εμποδίζει, σε διαφορετικούς βαθμούς, την μικροβιακή αποσύνθεση μέσω περιορισμένης κινητικότητας και πρόσβασης μικροβίων σε οργανική ύλη, καθώς και διάχυση νερού, ενζύμων και οξυγόνου. Επιπροσθέτως, η σταθεροποίηση αυτή απαιτεί ένα ευρύ φάσμα μικροβιακών ενζύμων για την αποικοδόμηση των αδιάλυτων μακρομορίων που περιλαμβάνουν την SOM (Van der Wal and de Boer, 2017).

2.2.2 Εδαφικοί ορίζοντες

Το ανώτατο στρώμα, ο ορίζοντας O, αποτελείται από νεκρή οργανική ύλη που εναποτίθεται από τα φυτά. Ο ορίζοντας O είναι υψηλός σε οργανικό περιεχόμενο και είναι η κύρια πηγή ενέργειας για την κοινότητα του εδάφους. Προς το κάτω

μέρος του ορίζοντα O και οι διεργασίες αποσύνθεσης έχουν προχωρήσει αρκετά, σε αυτό το σημείο, το υλικό είναι σκοτεινό και ονομάζεται χούμος.

Το επόμενο στρώμα στο προφίλ είναι ο ορίζοντας A, ένα μείγμα ορυκτού εδάφους από κάτω και ο χούμος από πάνω. Ο A ορίζοντας καλείται επίσης επιφανειακό έδαφος. Λεπτές ρίζες από το επικαλυπτικό κάλυμμα βλάστησης διαπερνούν αυτό το στρώμα. Ο ορίζοντας A είναι σκοτεινός λόγω του χούμου και μπορεί να είναι ρηχός ή παχύς, ανάλογα με το οικοσύστημα.

Σε πολλά εδάφη, το επόμενο στρώμα είναι ο ορίζοντας E. Το E σημαίνει έκλυση, δηλαδή η διαδικασία της έκπλυσης πολλών ορυκτών λόγω της καθοδικής κίνησης του νερού.

Παρακάτω είναι ο ορίζοντας B, ο οποίος χαρακτηρίζεται από την αποσύνθεση του ορυκτού που έχει ξεπλυθεί από τους ορίζοντες A και E, έτσι είναι συχνά υψηλό σε σίδηρο, αλουμίνιο, ασβέστιο και άλλα ορυκτά. Συχνά αναφέρεται ως υπεδάφιο. Ο ορίζοντας B συχνά είναι πηλώδες και έχει κοκκινωπό ή κίτρινο χρώμα.

Κάτω από τον B είναι ο ορίζοντας C, ο οποίος είναι το αρχικό υλικό που καταλαμβάνει το χώρο. Επηρεάζεται ελάχιστα από τις βιολογικές και χημικές διεργασίες που εκτείνονται στις επικαλυπτόμενες στρώσεις.

2.3 Διάβρωση του εδάφους

Η πιο καταστροφική δύναμη για το έδαφος είναι η διάβρωση, η διαδικασία των σωματιδίων του εδάφους και του χούμο μπορούν να παρασύρονται από το νερό ή τον άνεμο. Η διάβρωση ακολουθεί κάθε φορά που το χώμα είναι εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες (Whrite T. R., 2004).

Στα φυσικά χερσαία οικοσυστήματα εκτός από την έρημο, μια φυτική κάλυψη προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση. Αν το έδαφος έχει καλή διείσδυση, η απορροή είναι ελάχιστη. Η διάβρωση των υδάτων ξεκινά με τη διάβρωση των εκτοξευμένων υδάτων καθώς η δυνατή πρόσκρουση των σταγόνων βροχής

καταστρέφει την κροκίδωσή του φυτικού εδάφους. Τα εντοπιζόμενα σωματίδια εισέρχονται σε χώρους μεταξύ των άλλων αδρανών υλικών, που φράζουν τους πόρους μειώνοντας έτσι τη διήθηση και τον αερισμό του εδάφους. Η μειωμένη διείσδυση έχει ως αποτέλεσμα περισσότερα ύδατα να τρέχουν και να φέρουν σωματίδια από την επιφάνεια, ένα φαινόμενο που ονομάζεται διάβρωση φύλλων. Καθώς εμφανίζεται περαιτέρω απορροή, το νερό συγκλίνει σε ποτάμια και ρέματα, τα οποία έχουν μεγαλύτερο όγκο, ταχύτητα και ενέργεια και, συνεπώς, μεγαλύτερη ικανότητα συλλογής και απομάκρυνσης του εδάφους. Το αποτέλεσμα είναι η διάβρωση σε ρεματιές, ή χαντάκια. Η οξειδωμένη γη είναι λιγότερο ικανή να στηρίξει την ανάπτυξη της βλάστησης και εκτίθεται σε περαιτέρω διάβρωση. Ένα άλλο καταστροφικό χαρακτηριστικό της διάβρωσης του ανέμου και του νερού είναι ότι και οι δύο εμπλέκουν πάντοτε τη διαφορική απομάκρυνση των σωματιδίων του εδάφους. Τα ελαφρύτερα σωματίδια του χούμου και του πηλού είναι τα πρώτα που παρασύρονται. Κατά συνέπεια, καθώς η διάβρωση απομακρύνει τα λεπτότερα υλικά, το υπόλοιπο χώμα γίνεται σταδιακά πιο χονδροειδές. Σε μερικές ερήμους, η αφαίρεση λεπτού υλικού από τον άνεμο αφήνει ένα λεπτό επιφανειακό στρώμα από πέτρες και χαλίκια που ονομάζεται πεζοδρόμιο ερήμου, το οποίο προστατεύει την υποκείμενη επιφάνεια από περαιτέρω διάβρωση (Whrite T. R., 2004).



Εικόνα 3: Διάβρωση εδάφους μετά από έντονη βροχόπτωση (Erosion Polution, 2018).

Η απώλεια SOC μέσω της διάβρωσης του εδάφους και της έκπλυσης του εδάφους είναι ένα άλλο θέμα ανησυχίας σε υποβαθμισμένες εκτάσεις. Πράγματι, υπάρχουν αρκετές ανατροφοδοτήσεις μεταξύ της μείωσης της κάλυψης των φυτών και της διεύδυσης του εδάφους με τη διάβρωση του νερού και του εδάφους που μπορεί να μειώσει δραματικά τα αποθέματα SOC (Mchunu C. and Charlot V., 2010).

Η μεταβολή στη χρήση γης από δάσος σε καλλιέργεια αυξάνει τον κίνδυνο διάβρωσης. Σε έρευνα που έγινε τα αποτελέσματα έδειξαν ολική απώλεια εδάφους στην καλλιεργούμενη έκταση ελιάς η οποία είναι επτά φορές υψηλότερη από ότι στην δασική περιοχή με αποτέλεσμα να μειώσει κατά 50% το απόθεμα άνθρακα του εδάφους στα κορυφαία 5cm. Ο οργανικός άνθρακας που συνδέεται με τα ορυκτά άλατα αποτελεί την κύρια ομάδα C στις τρεις περιοχές μελέτης, αν και η συμβολή του στον οργανικό άνθρακα του εδάφους που ήταν σημαντικά υψηλότερη στις διαταραγμένες περιοχές από ό, τι στην δασική περιοχή. Και στις δύο περιπτώσεις, η ελιά και τα εγκαταλελειμμένα εδάφη, η μείωση του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα ήταν αναλογικά μεγαλύτερη από την πτώση του ορυκτού οργανικού άνθρακα (Martinez-Mena M. Et al., 2008)

2.4 Κλάσεις ιδιοτήτων του εδάφους

2.4.1 Έδαφος κατάλληλο για καλλιέργειες

Κλάση I: ευρέως φάσματος χρήσης όπως παραγωγή λαχανικών, φρούτων, σιτηρά, ενεργειακές καλλιέργειες, ζωοτροφές, ζαχαροκάλαμα. Δεν χρειάζονται ιδιαίτερες εργασίες για την διατήρηση του (Charman P. and Murphy B., 2007).

Κλάση II: χρειάζονται διάφορες εργασίες όπως συγκομιδή ταινιών, άροση συντήρησης, επαρκή εναλλαγή καλλιεργειών (αμειψισπορά) (Charman P. and Murphy B., 2007).

Κλάση III: χρειάζονται διαρθρωτικές εδαφικές συντηρήσεις όπως αναβαθμίδες και αυλάκια για το νερό(Charman P. and Murphy B., 2007).

2.4.2 Έδαφος κυρίως κατάλληλο για βόσκηση

Κλάση IV-V: για περιστασιακές καλλιέργειες. Πρακτικές διατήρησης του εδάφους όπως: βελτίωση βοσκοτόπων, έλεγχος αποθεμάτων, προσθήκη λιπασμάτων, ελάχιστη καλλιέργεια την δημιουργία μόνιμων βοσκοτόπων (Charman P. and Murphy B., 2007).

2.4.3 Έδαφος κατάλληλο για βόσκηση

Κλάση VI: δεν είναι ικανό έδαφος για καλλιέργεια, έχει λιγότερο παραγωγική βόσκηση, υπάρχουν περιοχές με αλατούχα εδάφη. Πρακτικές διατήρησης του εδάφους, περιλαμβάνουν περιορισμένο απόθεμα. Μετάδοση των σπόρων και λιπασμάτων, προώθηση της φυσικής αναγέννησης βοσκοτόπων, την πρόληψη των πυρκαγιών, καταστροφή των παρασίτων (Charman P. and Murphy B., 2007).

2.4.4 Έδαφος κατάλληλο για την φύτευση δέντρων

Κλάση VII: τα εδάφη αυτά προστατεύονται καλύτερα από τα δέντρα. Πολύ σημαντικοί χώροι οικοτόπων για την προστασία της βιωσιμότητας (Charman P. and Murphy B., 2007).

2.4.5 Έδαφος ακατάλληλο για καλλιέργεια

Κλάση VIII: βράχια, λίμνες ή βάλτοι και άλλα εδάφη όπου δεν είναι πρακτικό να καλλιεργούνται φυτείες ή να είναι βοσκότοποι (Charman P. and Murphy B., 2007).

2.5 Είδη εδαφών που συναντούμε στην Κύπρο

2.5.1 Leptosols

Είναι διαδεδомένο ρηχό έδαφος κυματισμών και απότομων πλαγιών. Εκτεταμένες περιοχές των leptosols εμφανίζονται στις ανατολικές και νότιες τουρκικές ακτές, στα υψίπεδα της Κύπρου και σε μεγάλες περιοχές της Συρίας,

του Λιβάνου και του Ισραήλ. Είναι το ρηχό έδαφος του καρστικού τοπίου, ιδιαίτερα ευαίσθητο στη διάβρωση λόγω της μετατροπής των δασών σε μεσογειακούς θάμνους και υποβαθμισμένα μακί (European Communities, 2005).

2.5.2 Gypsisols

Χαρακτηρίζονται από τη σημαντική συσσώρευση δευτερογενούς γύψου (CaSO_4). Η φυσική βλάστηση είναι φτιαγμένη από ξηρόφυτα και εφήμερες χλόες. Η γεωργική χρήση τους, εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε γύψο στο ανώτερο στρώμα του υπεδάφους. Η άρδευση και η αποστράγγιση είναι απαραίτητες για την καλλιέργεια οπωροφόρων δένδρων και σταφυλιών (European Communities, 2005).

2.5.3 Calcisols

Καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις στην Ισπανία, ενώ στην Τουρκία και την Κύπρο, κατατάσσονται ως το δεύτερο πιο κυρίαρχο έδαφος μετά από τα Leptosols. Είναι ένα παραγωγικό έδαφος με μέτριο βαθύ προφίλ. Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αρδευόμενου χειμερινού σιταριού, πεπονιών και βαμβακιού (European Communities, 2005).

2.5.4 Luvisols

Είναι ένα καλά ανεπτυγμένο έδαφος του οποίου το κύριο χαρακτηριστικό είναι ο σχηματισμός του υποκείμενου ορίζοντα της αργίλου μέσω της καταστροφής και της μετακίνησης πηλού και πυριτικού άλατος από το επιφανειακό στρώμα του υπεδάφους. Είναι ένα εύφορο έδαφος κατάλληλο για ευρύ φάσμα γεωργικών χρήσεων. Σε πλαγιές, απαιτούν ειδικά μέτρα, όπως τεχνητές αναβαθμίδες, για τον έλεγχο της διάβρωσης και της αποψίλωσης (European Communities, 2005).

2.6 Συμβατική γεωργία

Η συμβατική καλλιέργεια είναι η χρήση σπόρων που έχουν τροποποιηθεί γενετικά χρησιμοποιώντας ποικίλες παραδοσιακές μεθόδους αναπαραγωγής, εξαιρουμένης της βιοτεχνολογίας, και δεν έχουν πιστοποιηθεί ως βιολογικά. Ορισμένες συμβατικές μέθοδοι αναπαραγωγής έχουν χρησιμοποιηθεί για χιλιάδες χρόνια, πολλές φορές για την ανάπτυξη φυτών με ταχύτερη ανάπτυξη, υψηλότερες αποδόσεις, αντοχή σε παράσιτα και ασθένειες, μεγαλύτερους σπόρους ή γλυκύτερα φρούτα. Οι συμβατικές καλλιέργειες μπορούν να καλλιεργηθούν απλώς ως εμπορεύματα και να εισέλθουν στο ρεύμα των εμπορευμάτων όπου αναμειγνύονται με άλλες καλλιέργειες, ή μπορούν να καλλιεργηθούν για να ικανοποιήσουν κάποιες απαιτήσεις που καθορίζονται από μια τελική αγορά (USDA, 2015).

Η έντονη γεωργική εξάρτηση από συνθετικά χημικά λιπάσματα και φυτοφάρμακα έχει σοβαρές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία και το περιβάλλον (Pimentel D., 2005).

Άλλες πτυχές της συμβατικής γεωργίας έχουν επίσης αρνητικές επιπτώσεις σε υψηλές τιμές στην υγεία του περιβάλλοντος και την ανθρώπινη υγεία (Pimentel D., et al., 2005).

Τα περισσότερα οφέλη από τα φυτοφάρμακα βασίζονται στις άμεσες αποδόσεις των καλλιεργειών. Οι αξιολογήσεις αυτές δεν περιλαμβάνουν το έμμεσο περιβάλλον και το οικονομικό κόστος που συνδέεται με τη συνιστώμενη εφαρμογή φυτοφαρμάκων στις καλλιέργειες.

Οι επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων είναι πολλές. Κάποιες από αυτές είναι οι δηλητηριάσεις και οι ασθένειες των ανθρώπων, Σε παγκόσμιο επίπεδο, η εφαρμογή φυτοφαρμάκων έχει ως αποτέλεσμα περισσότερα από 26 εκατομμύρια περιπτώσεις μη θανατηφόρων δηλητηριάσεων από φυτοφάρμακα. Οι κύριοι τύποι χρόνιων επιπτώσεων των φυτοφαρμάκων στην υγεία

περιλαμβάνουν νευρολογικές επιδράσεις, αναπνευστικά και αναπαραγωγικά αποτελέσματα και καρκίνο (Pimentel D., 2005).

Η πλειοψηφία των τροφίμων που αγοράζονται στα σούπερ μάρκετ έχουν επιδεικτικά επίπεδα καταλοίπων φυτοφαρμάκων. Για παράδειγμα, αρκετές χιλιάδες δείγματα τροφίμων, εκτιμάτε ότι το 73% έχουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

Ορισμένα φυτοφάρμακα που εφαρμόζονται στις συνιστώμενες δόσεις για τις καλλιέργειες τελικά καταλήγουν στα υπόγεια και επιφανειακά νερά. Δύο σημαντικές ανησυχίες σχετικά με τη μόλυνση των υπόγειων υδάτων από φυτοφάρμακα είναι ότι περίπου το ήμισυ του ανθρώπινου πληθυσμού λαμβάνει νερό από πηγάδια. Τα υπόγεια ύδατα είναι μολυσμένα, αφού τα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων παραμένουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα (Pimentel D., 2005).

2.7 Βιολογική Γεωργία

Η βιολογική γεωργία αναφέρεται σε ένα σύστημα καλλιέργειας που απαγορεύει τη χρήση των αγροχημικών όπως συνθετικά λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα και τη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, καθώς και πολλές συνθετικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα τροφίμων (π.χ., συντηρητικά, χρωστικές). Η βιολογική γεωργία ρυθμίζεται από διεθνείς και εθνικούς θεσμικούς φορείς που πιστοποιούν τα βιολογικά προϊόντα από την παραγωγή έως το χειρισμό και την επεξεργασία (Tiziano G. et al. 2011).

Ορισμός της βιολογικής Γεωργίας: Η βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα παραγωγής που διατηρεί την υγεία των εδαφών, των οικοσυστημάτων και των ανθρώπων. Στηρίζεται σε οικολογικές διαδικασίες, βιοποικιλότητα και κύκλους προσαρμοσμένους στις τοπικές συνθήκες, και όχι στη χρήση εισροών με αρνητικές επιπτώσεις. Η βιολογική γεωργία συνδυάζει την παράδοση, την καινοτομία και την επιστήμη για να ωφεληθεί το κοινό περιβάλλον και να προωθήσει δίκαιες σχέσεις και καλή ποιότητα ζωής για όλους τους εμπλεκόμενους (IFOAM, 2018).

Τα οφέλη της βιολογικής γεωργίας όσον αφορά την αλλαγή του κλίματος μπορούν να συνοψιστούν ως εξής

1. Η βιολογική γεωργία έχει σημαντικές δυνατότητες για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.
2. Η βιολογική γεωργία γενικά απαιτεί λιγότερα ορυκτά καύσιμα ανά εκτάριο και kg προϊόντος εξαιτίας της αποφυγής συνθετικών λιπασμάτων. Η βιολογική γεωργία στοχεύει στη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους και της παροχής αζώτου, χρησιμοποιώντας οσπριοειδή, υπολείμματα καλλιεργειών και καλλιέργειες.
3. Η αυξημένη γονιμότητα του εδάφους οδηγεί σε σταθεροποίηση της SOM και σε πολλές περιπτώσεις σε απομόνωση του διοξειδίου του άνθρακα στα εδάφη.
4. Αυτό με τη σειρά του αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης νερού του εδάφους συμβάλλοντας έτσι στην καλύτερη προσαρμογή της βιολογικής γεωργίας κάτω από απρόβλεπτες κλιματικές συνθήκες με υψηλότερες θερμοκρασίες και αβέβαια επίπεδα βροχόπτωσης. Οι μέθοδοι βιολογικής παραγωγής που δίνουν έμφαση στην κατακράτηση άνθρακα στο έδαφος είναι πιο πιθανό να αντέξουν τις κλιματικές προκλήσεις, ιδίως στις χώρες που είναι πιο ευάλωτες σε αυξημένες κλιματικές αλλαγές. Η διάβρωση του εδάφους, σημαντική πηγή απώλειας CO₂, μειώνεται ουσιαστικά από τη βιολογική γεωργία.
5. Η βιολογική γεωργία μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στα αγροτικά δασοκομικά συστήματα παραγωγής.
6. Τα οργανικά συστήματα είναι ιδιαίτερα προσαρμοσμένα στις κλιματικές αλλαγές λόγω της εφαρμογής των παραδοσιακών δεξιοτήτων και των γνώσεων των γεωργών, των τεχνικών οικοδόμησης της γονιμότητας του εδάφους και του υψηλού βαθμού ποικιλομορφίας (Niggli U. et al., 2007).

Η βιολογική γεωργία παρουσιάζει επίσης αδυναμίες, οι οποίες σχετίζονται κυρίως με την παραγωγικότητα και τις απώλειες απόδοσης σε ορισμένες καλλιέργειες και περιοχές παραγωγής. Τέτοια ζητήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη για έρευνα. Η συνολική ευρωπαϊκή χρηματοδότηση της έρευνας για τη βιολογική γεωργία αντιπροσωπεύει επί του παρόντος λιγότερο από το 1% του συνολικού προϋπολογισμού για την έρευνα στον τομέα των τροφίμων και της γεωργίας. Προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση της βιολογικής γεωργίας και να δοθεί περισσότερη βοήθεια στα προγράμματα βιολογικής γεωργίας στις χώρες με χαμηλές εισροές ή στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η μείωση του CO₂ θα ήταν επωφελής, απαιτείται περισσότερη έρευνα στους ακόλουθους τομείς:

1. Διαχείριση της γονιμότητας του εδάφους, την ανάπτυξη των καλλιεργειών και την υγεία.
2. Καλύτερη εκμετάλλευση οσπριοειδών σε βελτιωμένες σειρές καλλιεργειών.
3. Διαχείριση των ενδαιτημάτων με βελτιωμένο χειρισμό και εκμετάλλευση της ποικιλομορφίας σε όλα τα επίπεδα.
4. Προγράμματα καλλιέργειας φυτών που εστιάζουν στην προσαρμοστικότητα των φυτών σε καταστάσεις χαμηλών εισροών στα εδάφη, στον ανταγωνισμό με τα ζιζάνια και στην ανοχή των παρασίτων και των ασθενειών.
5. Βελτιωμένες τεχνικές φυτοπροστασίας και ενώσεις από φυσικές πηγές.
6. Στρατηγικές αναπαραγωγής και προγράμματα για την προσαρμοστικότητα στη διαχείριση και τις καταστάσεις περιβαλλοντικού άγχους στην βιολογική κτηνοτροφία.
7. Μειωμένη άρωση σε οργανικά συστήματα (Niggli U. et al., 2007).

2.7.1 Η βιολογική καλλιέργεια στη μεσόγειο

Η βιολογική γεωργία δεν είναι καινοτομία στη Μεσόγειο. αντίθετα, σε πολλές χώρες, η βιολογική γεωργία εισήχθη πριν από 30 έως 40 χρόνια. Αρχικά στις μεσογειακές χώρες της ΕΕ από πρωτοπόρες οργανώσεις και ενώσεις και λίγο αργότερα σε ορισμένες χώρες των ανατολικών και νότιων ακτών (Ισραήλ, Αίγυπτος, Μαρόκο, Τυνησία και Τουρκία). Οι κυριότεροι παράγοντες ήταν οι ξένες ιδιωτικές εταιρείες που αναζητούσαν νέες επενδυτικές ευκαιρίες που προωθούνται από την αυξανόμενη αγορά βιολογικών τροφίμων στην Ευρώπη.

Επί του παρόντος, στην περιοχή της Μεσογείου υπάρχουν περισσότερα από 5 εκατομμύρια εκτάρια οργανικής γης και σχεδόν 140,000 εκμεταλλεύσεις

Η βιολογική γεωργία εφαρμόζεται σε όλες τις μεσογειακές χώρες, χωρίς εξαίρεση, και ο τομέας γίνεται όλο και πιο σημαντικό τμήμα της αγοράς σε όλα τα μέρη της Μεσογείου αν και εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα επίπεδα ανάπτυξης.

Σε γενικές γραμμές, οι μεσογειακές χώρες της ΕΕ έχουν πρόσβαση σε πολύ μεγαλύτερους πόρους και αναπτύσσονται πολύ περισσότερο από τις χώρες της Νότιας και Ανατολικής Ευρώπης λόγω της γεωπολιτικής, οικονομικής, κοινωνικής και νομικής τους ολοκλήρωσης. Το 59% της συνολικής μεσογειακής οργανικής έκτασης βρίσκεται εδώ, οι πρωτοπόρες χώρες είναι η Ιταλία και η Ισπανία (Al – Bitar L., 2008).

2.7.2 Η εξέλιξη της βιολογικής γεωργίας στην περιοχή της Μεσογείου

Την δεκαετία του 1960 – 1970 οι οργανισμοί και ενώσεις που προωθούν τη βιολογική γεωργία στις μεσογειακές χώρες της ΕΕ πολλαπλασιάζονται.

Το 1977 η βιολογική γεωργία στην Αίγυπτο ξεκινάει. το ίδρυμα Sekem πρωτοστατεί, εφαρμόζοντας γερμανικές εμπειρίες. Ίδρυση του IFOAM Mediterranean Group.

Το 1980 μετά από δέκα χρόνια ανεπιτυχών προσπαθειών, οι βιοκαλλιεργητές στο Ισραήλ ίδρυσαν την Ισραηλινή Βιολογική Εταιρεία (IBOAA), θέτοντας το έδαφος για την ανάπτυξη του τομέα στο Ισραήλ.

Το 1984 – 1985 ως συνέπεια της αναπτυσσόμενης αγοράς των βιολογικών προϊόντων στην Ευρώπη, ήταν η ανάπτυξη του τομέα των βιολογικών προϊόντων στην Τουρκία.

Το 1986 έγινε έναρξη του οργανικού κινήματος στο Μαρόκο, που ξεκίνησε από τους καλλιεργητές εσπεριδοειδών με γαλλική υποστήριξη.

Το 1990 η Μεσογειακή ομάδα για τη βιολογική γεωργία – Agri Bio Mediterraneo ιδρύθηκε. Η Αιγυπτιακή βιοδυναμική ένωση (EBDA) ιδρύθηκε, δίνοντας ζωή στο Κέντρο Βιολογικής Γεωργίας στην Αίγυπτο COAE, ένα τοπικό φορέα πιστοποίησης.

Από το 1990 μέχρι το 2000 ιδρύθηκαν διάφοροι οργανισμοί για τη βιολογική γεωργία σε διάφορες χώρες, πολλές χώρες ανέπτυξαν και τις δικές τους νομοθεσίες σε σχέση με τη βιολογική γεωργία.

Το 2001 διεξάγεται το πρώτο συμπόσιο για τη βιολογική γεωργία στη Μεσόγειο διεξάγεται στο Μαρόκο.

Το 2003πραγματοποιείται στην Τυνησία η πρώτη Αραβική Διάσκεψη για τη Βιολογική Γεωργία, ακολουθούμενη από διάφορες άλλες πρωτοβουλίες στην περιοχή, υπογραμμίζοντας την μεγάλη επέκταση του τομέα (Al – Bitar L., 2008)

2.7.3 Βιολογική γεωργία στη Κύπρο

Η γεωργία ήταν πάντα ένας σημαντικός τομέας της κυπριακής οικονομίας. Μετά την τουρκική εισβολή του 1974 και την κατοχή 38% της επικράτειας της χώρας, συμπεριλαμβανομένων των πολύτιμων χερσαίων και υδάτινων πόρων της Κύπρου, σημειώθηκε επιταχυνόμενη πτωτική τάση, η οποία συνεχίζεται και σήμερα. Επίσης, λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης άλλων τομέων της οικονομίας, η γεωργία συνεισφέρει σήμερα λιγότερο από πέντε τοις εκατό στο ακαθάριστο

εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) και περίπου 10% στην κερδοφόρα απασχόληση. Παρ' όλα αυτά, η γεωργία εξακολουθεί να είναι σημαντική για την κυπριακή οικονομία. Βοηθά στη διατήρηση του περιβάλλοντος και ενός καλού ποσοστού του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές. συμβάλλει στην ασφάλεια των τροφίμων και προμηθεύει την τοπική αγορά, συμπεριλαμβανομένης της σημαντικής τουριστικής βιομηχανίας της χώρας, με φρέσκα προϊόντα καλής ποιότητας και συνεχίζει να κερδίζει ένα σημαντικό ποσό ξένου συναλλάγματος μέσω των εξαγωγών, οι οποίες εξακολουθούν να αποτελούν το 20% όλων των εγχώριων εξαγωγών. Το 1996, η συνολική γεωργική παραγωγή ανερχόταν σε £346 εκατ. δηλαδή €597 εκατ., εκ των οποίων η καλλιεργητική παραγωγή ανερχόταν σε £176 εκατ. δηλαδή €303 εκατ. (FAO, 2000).

Η ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας στην Κύπρο αν και ακόμη βρίσκεται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, τα τελευταία χρόνια υπήρξε ραγδαία. Το τέλος του 2002 οι εγγεγραμμένοι παραγωγοί στο Μητρώο Βιοκαλλιεργητών ανέρχονταν στους 45 με μια έκταση 1.600 δεκαρίων (0,12% της καλλιεργήσιμης έκτασης), ενώ σήμερα ο αριθμός των βιοκαλλιεργητών ανέρχεται στους 719, η βιοκαλλιεργούμενη έκταση ανέρχεται στις 39.639 δεκάρια (3,01% του συνόλου της καλλιεργήσιμης έκτασης σε σύγκριση με 5% σε επίπεδο ΕΕ).

Σημαντικότερες βιολογικές καλλιέργειες είναι οι αροτριάιες καλλιέργειες (σιτηρά και ψυχανθή – 49% της έκτασης) χωρίς να υπάρχει άμεση διασύνδεση με τη βιολογική κτηνοτροφία, οι ελιές (27%), τα αμπέλια (7%) και με μικρότερες εκτάσεις τα αρωματικά φυτά, εσπεριδοειδή, λαχανικά, φυλλοβόλα δένδρα κ.ά. (Τμήμα Γεωργίας, 2013).

2.8 Δαμασκηνιά

2.8.1 Καταγωγή

Η δαμασκηνιά είναι ιθαγενές φυτό της Κίνας. Περιλαμβάνει διάφορους γενότυπους *Prunus* όπως η *Prunus salicina*. Καλλιεργείται στην Κορέα, Ιαπωνία, Αυστραλία και ΗΠΑ.

2.8.2 Βοτανική ταξινόμηση

Η δαμασκηλιά ανήκει στην τάξη *Rosales*, την οικογένεια *Rosaceae* και το γένος *Prunus*. Υπάρχουν διάφορα είδη όπως *P. saicina*, *P. triflora*, *P.*. Επίσης ονομάζετε Myrobolan ή Cherry plum. Ανθίζει πολύ νωρίς την άνοιξη, ακόμα και Φεβρουάριο. Ο καρπός είναι δρύπη διαμέτρου 2-3cm. μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και σαν καλλωπιστικό φυτό σε κήπους (Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013)



Εικόνα 4: Δέντρο δαμασκηλιάς με καρπούς (Bioaridaia, 2017)

2.8.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το δένδρο έχει ύψος 6-8m, είναι ορθόκλαδο, κρεμοκλαδές ή σφαιρικό και έχει λείο ή τραχύ φλοιό. Τα φύλλα του έχουν σχήμα ωσειδές, σκούρο χρώμα ή ανοιχτό πράσινο με οδοντωτό περιθώριο. Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε ανθοφόρους και βλαστοφόρους. Έχουν μικρό μέγεθος και είναι πολλαπλοί σε κάθε γόνατο. Οι ανθοφόροι φέρουν ένα ή πολλά άνθη. Καρποφορεί σε μικτούς βλαστού, λεπτοκλάδια και ανθοδέσμες που έχουν διάρκεια ζωής 2-3 χρόνια. Έχει ημι-μόνιμα καρποφόρα όργανα και ένα μέρος της καρποφορίας της γίνεται

σε βλαστούς της προηγούμενης χρονιάς. Η παγκόσμια παραγωγή δαμάσκηνων ανέρχεται σε 10,679,206t (Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013).

2.8.4 Κλιματικές απαιτήσεις

Οι κλιματικές απαιτήσεις της δαμασκηνιάς διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία. Υπάρχουν γενότυποι οι οποίοι αντέχουν μέχρι και -20°C. Για την διαφορετική αντοχή στο ψύχος σημαντικό ρόλο παίζει και το υποκείμενο.

Για να καρποφορήσει χρειάζεται χαμηλές θερμοκρασίες έτσι ώστε να διακοπή ο λήθαργος των οφθαλμών. Η βροχόπτωση και η υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία κατά την περίοδο της άνθησης οδηγεί σε προσβολή των ανθέων και των βλαστών από τον μύκητα *Monilia*. Ο άνεμος και το χαλάζι προκαλούν ζημιές σε φύλλα, βλαστούς και καρπούς. Οι υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι προκαλούν ηλιοκαύματα σε καρπούς. Οι θερμοκρασίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τους 37°C κατά την περίοδο του θέρους (Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013).

2.8.5 Εδαφικές συνθήκες

Η δαμασκηνιά προτιμά βαθιά εδάφη με καλή αποστράγγιση. Το pH του εδάφους δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την καλλιέργεια. Η δαμασκηνιά θεωρείτε ανθεκτικό οπορωφόρο δέντρο σε σχέση με τον κορεσμό του εδάφους σε νερό τον χειμώνα μέχρι και 120 ημέρες (Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013).

2.8.6 Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζετε με σπόρο και εμβολιασμό. Η στρωμάτωση των σπόρων γίνεται νωρίς το φθινόπωρο σε άμμο ή περλίτη και άμμο στο ύπαιθρο. Χρησιμοποιούνται σπόροι κορομηλιάς και άγριας δαμασκηνιάς (Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013).

2.8.7 Κλάδεμα διαμόρφωσης και καρποφορία

Τα σχήματα στα οποία διαμορφώνεται η δαμασκηνιά είναι τα εξής: κύπελλο, κυπελλοπυραμίδα και ελεύθερο σφαιρικό. Το κλάδεμα καρποφορίας είναι ο

κλαδοκάθαρος ή αφαίρεση πυκνών, ξηρών, προσβεβλημένων και ασθενικών βλαστών. Το κλάδεμα καρποφορίας είναι αυστηρό στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες αλλά πιο ήπιο στις μικρόκαρπες (Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013).

2.8.8 Άρδευση

Τα μικρά δέντρα πρέπει να αρδεύονται με μικρή ποσότητα νερού κάθε φορά. Σε ώριμα δέντρα πρέπει να χορηγούνται 200-300m³/στρέμμα. Η άρδευση πρέπει να συνεχίζεται και μετά τη συγκομιδή για αποφυγή μείωσης του ποσοστού διαφοροποίησης των ανθοφόρων οφθαλμών (Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013).

2.8.9 Λίπανση

Η δαμασκηλιά είναι απαιτητική σε Κ και Ν. εκτός από Ν απαιτούνται και 25Kg K₂SO₄/στρέμμα. Οι τροφοπενείες που παρατηρούνται είναι Ν, Κ, Ζn, Β, Μn και Fe.

2.8.10 Εχθροί και ασθένειες

Εντομολογικές προσβολές:

- a)** Καρπόκαψα (*Laspeyresia pomonella* L.). Προκαλεί ζημιές στον καρπό, όπου οι προνύμφες ανοίγουν στοές.
- b)** Ανάρσια (*Anarsia linetella*). Προκαλεί ζημιές στην κορυφή των βλαστών και στους καρπούς.
- c)** Τετράνυχος (*T. urticae*). Βρίσκεται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και έχει κίτρινο χρώμα. Μυζά χυμούς και προκαλεί εξάντληση του δέντρου.
- d)** Άλλα έντομα που μπορεί να βρούμε στη δαμασκηλιά είναι κοκκοειδή (*Quadrospidiotus perniciosus*), σκολύτης (*Scolitus pruni*), υπονομευτής (*Hyponomeuta dadella*), οπλοκάμβες και θρίπες.

Μυκητολογικές ασθένειες:

a) Μονίλια (*Sclerotinia fructigena*). Προσβάλλει άνθη, βλαστούς και καρπούς με υγρό καιρό νωρίς την άνοιξη.

b) *Armillaria melea*. Προκαλεί ξήρανση των δέντρων.

Ιολογικές ασθένειες: Η σοβαρότερη είναι η ίωση *Sharka* ή *Plum pox*. Άλλη είναι η *Prunus necrotic ring spot*. Μεταφέρεται με τη γύρη και η άριστη θερμοκρασία για τον ιό είναι οι 20-24°C.

Βακτηριολογικές ασθένειες: η σοβαρότερη βακτηριολογική ασθένεια που προσβάλλει την δαμασκηλιά είναι από το *Pseudomonas sp.* (Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013).

2.9 Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης στην Κύπρο

2.9.1 Παραγωγή

Η Κύπρος είναι μια μικρή παραγωγός χώρα φρούτων και λαχανικών, αντιπροσωπεύοντας λιγότερο από το 1% της συνολικής παραγωγής των κρατών της ΕΕ. Από το 2001-2005, η παραγωγή φρούτων αυξήθηκε κατά 4% φθάνοντας τους 310.000 τόνους το 2005, με τα σταφύλια να αντιπροσωπεύουν το 26% της συνολικής παραγωγής, τα καρπούζια το 13% και τα μανταρίνια το 12%. Οι εξαγωγές εσπεριδοειδών το 2005 ανήλθαν σε 70.492 τόνους. Η παραγωγή λαχανικών, για την περίοδο 2001-2005, παρέμεινε σταθερή ανερχόμενη στους 100.000 τόνους. Τα σημαντικότερα προϊόντα ήταν οι τομάτες με 38% της συνολικής παραγωγής, τα αγγουράκια (16%), τα κρεμμύδια (7%), τα λάχανα (6%) (Τμήμα Γεωργίας).

Η παραγωγή των σιτηρών το 2012 σημείωσε αύξηση σε σχέση με το 2011 φτάνοντας στους 21.650 μετρικούς τόνους σιταριού και 47.180 τόνους κριθαριού, έναντι 19.711 και 45.690 αντίστοιχα κατά το 2011. Η παραγωγή πατατών ήταν αυξημένη φτάνοντας τους 111.950 μετρικούς τόνους έναντι

109.559 μετρικούς τόνους το 2011. Η παραγωγή πορτοκαλιών και λεμονιών μειώθηκε ελαφρά σε σχέση με προηγούμενα χρόνια ενώ σημειώθηκε αύξηση στην παραγωγή γκρέιπφρουτ. Παρ' όλον ότι η παραγωγή σταφυλιών παρουσιάζει συνεχή μείωση από το 2004, σαν αποτέλεσμα των μέτρων του σχεδίου αναδιάρθρωσης των αμπελιών και των εκριζώσεων αλλά και της ανομβρίας, το 2012 παρουσίασε αύξηση σε σχέση με την παραγωγή του 2011 φτάνοντας στους 30.120 τόνους έναντι 29.656 τόνους του 2011. Σημειώνεται ότι η συνολική παραγωγή σταφυλιών το 2004 ήταν 108.315 τόνοι. Στα λαχανικά και τις αρδευόμενες δενδρώδεις καλλιέργειες η παραγωγή κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα με τον προηγούμενο χρόνο παρουσιάζοντας μικρές διαφοροποιήσεις μεταξύ διαφόρων καλλιεργειών. Στις ξερικές δενδρώδεις καλλιέργειες η παραγωγή αυξήθηκε σε σχέση με τα επίπεδα της προηγούμενης χρονιάς, λόγω υποχώρησης της ανομβρίας των προηγούμενων ετών (Υπουργείο Γεωργίας, 2013).

Σε σχέση με τις δενδρώδεις καλλιέργειες συνεχίστηκαν με εντατικό ρυθμό και κατά το 2012 οι δραστηριότητες με στόχο τη μείωση του κόστους παραγωγής, τη βελτίωση της ποιότητας, της παραγωγικότητας, της ανταγωνιστικότητας και αξιοποίησης των συγκριτικών πλεονεκτημάτων που προσφέρει το εδαφοκλιματικό περιβάλλον στις διάφορες περιοχές. Μεταξύ των δραστηριοτήτων του τομέα, ήταν η εκπαίδευση των γεωργών για εφαρμογή κατάλληλων φροντίδων και βελτιωμένων συστημάτων καλλιέργειας και η διάδοση ειδών και ποικιλιών με εμπορικές προοπτικές. Επιπλέον, εντός του 2012, ο Κλάδος Οπωροκηπευτικών 47 ετοίμασε ενημερωτικό έντυπο με θέμα «Υποκείμενα και ποικιλίες εσπεριδοειδών στην Κύπρο» ενώ δημοσιεύτηκαν στο περιοδικό «Αγρότης» και τον ημερήσιο τύπο, άρθρα σε συναφή θέματα (Υπουργείο Γεωργίας, 2013).

2.9.2 Εισαγωγές - εξαγωγές

Όσον αφορά στο εμπόριο φρούτων και λαχανικών για το 2005, οι εισαγωγές ξεπέρασαν τα 25 εκατ. ευρώ σε αξία και τους 25.000 τόνους σε ποσότητα.

Σημειώνουμε ότι στη περίοδο 2001- 2005, η αξία των εισαγωγών των ανωτέρω προϊόντων αυξήθηκε κατά 131%.

Οι εξαγωγές κυπριακών φρούτων για το 2005 ξεπέρασαν τα 37 εκατ. ευρώ για 72.000 τόνους, ενώ για την περίοδο 2001-2005 η αξία των κυπριακών εξαγωγών φρούτων αυξήθηκε κατά 30%. Από τα εξαγόμενα φρούτα τα σημαντικότερα ήταν τα εσπεριδοειδή.

2.9.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η επίδραση της γεωργίας στο περιβάλλον είναι πολύ σημαντική, αφού η εγκατάλειψη της γης και η εντατικοποίηση της παραγωγής είναι από τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της υπαίθρου. Ο προστατευτικός ρόλος που μπορεί να έχει η γεωργία αντικατοπτρίζεται με τη συμβολή της στη διατήρηση του αγροτικού παραδοσιακού τοπίου και τη συγκράτηση του πληθυσμού σε 10 περιοχές με περιορισμένες προοπτικές οικονομικής δραστηριότητας. Κάποιες καλλιέργειες όπως τα φυλλοβόλα και τα αμπέλια, πέρα από την καθαρά οικονομική συνεισφορά τους, είναι πιο σημαντικά για τη διατήρηση του παραδοσιακού τοπίου στις ορεινές κυρίως περιοχές με θετικές επιπτώσεις τόσο από περιβαλλοντικής όσο και τουριστικής άποψης (Τμήμα Γεωργίας).

2.10 Το κλίμα της Κύπρου

2.10.1 Η Μορφολογία του Νησιού

Η Κύπρος βρίσκεται κατά μέσο όρο σε γεωγραφικό πλάτος N 35° και γεωγραφικό μήκος E 33° (Griggs C., et al. 2013). Είναι ένα νησί στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου με έκταση 9,250 Km². Η τοπογραφία του νησιού περιλαμβάνει δύο οροσειρές, τον Πενταδάκτυλο στο Βορρά, ο οποίος ανέρχεται στα 1.024 m. Και το Τρόδος στο κέντρο, ανεβαίνοντας τα 1.951 m. Η πεδιάδα της Μεσαορίας βρίσκεται μεταξύ τους (Hadjiparaskevas C., 2001).

Η Κύπρος έχει μεσογειακό κλίμα που αποτελείται από ζεστά, ξηρά καλοκαίρια με καθαρό ουρανό από τον Ιούνιο έως Σεπτέμβριο και δροσερούς και υγρούς χειμώνες από το Νοέμβριο έως το Μάρτιο. Οι βραχείες φθινοπωρινές και ανοιξιάτικες εποχές τον Οκτώβριο, Απρίλιο και Μάιο χαρακτηρίζονται από υψηλή μεταβλητότητα και γρήγορες αλλαγές στις βροχοπτώσεις (Pashiardis S. and Michaelides S., 2008). Η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή με μέση τιμή που δεν ξεπερνά το 5% της μέσης ολικής βροχόπτωσης του χρόνου ολόκληρου, ενώ η συνολική μέση βροχόπτωση στους μήνες Δεκέμβρη, Γενάρη και Φλεβάρη αντιστοιχεί περίπου με το 60% της βροχόπτωσης του χρόνου ολόκληρου (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου 2018).

2.10.2 Κλιματικές αλλαγές

Ως κλιματικές αλλαγές ορίζονται οι μακροπρόθεσμες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης, του ανέμου, και άλλων παραμέτρων του κλίματος της Γης. Αυτό το φαινόμενο συνέβαινε στον πλανήτη μας και θα συμβαίνει: αφορά την περιοδικότητα, μακροπρόθεσμη ή βραχυπρόθεσμη, των φυσικών φαινομένων. Το θέμα απέκτησε νέες διαστάσεις από τη στιγμή που εντοπίστηκαν οι επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στις διακυμάνσεις αυτές: ρύπανση, έκλυση των αερίων θερμοκηπίου (πχ διοξείδιο του άνθρακα), μείωση του πάχους της στοιβάδας του όζοντος, φαινόμενο του θερμοκηπίου, αύξηση της θερμοκρασίας σε όλο τον πλανήτη. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν πλέον ενοχοποιηθεί για τις αλλαγές του κλίματος ή καλύτερα για την επιτάχυνση ή επιβάρυνση των αλλαγών, που είναι πιθανόν ούτως ή άλλως να συνέβαιναν στον πλανήτη μας (Λοιζίδου Ι. Ξ., 2009).

2.10.3 Θερμοκρασία

Τα αρχεία θερμοκρασίας για την περίοδο 1892 - 2010 από την Κυπριακή Μετεωρολογική Υπηρεσία για τους σταθμούς Λευκωσίας και Λεμεσού δείχνουν αύξηση της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας ατμοσφαιρικής ατμόσφαιρας της τάξεως των 1.4oC στη Λευκωσία και 2.3oC στη Λεμεσό αντίστοιχα (European Environment Agency, 2016). Το ετήσιο εύρος της θερμοκρασίας του αέρα είναι

αρκετά μεγάλο και κυμαίνεται γύρω στους 18 βαθμούς Κελσίου στις εσωτερικές περιοχές και γύρω στους 14 βαθμούς Κελσίου στα παράλια (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου 2018).

Ο αριθμός ημερών με θερμοκρασία 40oC ή υψηλότερος έχει αυξηθεί ενώ ο αριθμός ημερών με θερμοκρασίες μικρότερες ή ίσες με 0oC έχει μειωθεί σημαντικά στο σταθμό Λευκωσίας τα τελευταία χρόνια. Αυτό δείχνει και πάλι ότι κατά τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται μια αυξανόμενη τάση στις ελάχιστες θερμοκρασίες στην Κύπρο. Έχει παρατηρηθεί μικρότερη αύξηση της θερμοκρασίας στο Tmin πάνω στον ορεινό σταθμό Σαιπτάς, σε σύγκριση με τη Λευκωσία και τη Λεμεσό (European Environment Agency, 2016).

Την τελευταία δεκαετία το μεγαλύτερο μέρος της Κύπρου υπέστη από τις υψηλές θερμοκρασίες με τη βόρεια Κύπρος (κατεχόμενο τμήμα) που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας. Επιπλέον, οι τρεις μεγάλες πόλεις της Κύπρου, η Λευκωσία, η Λάρνακα και η Λεμεσός, στις οποίες κατοικεί το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, πλήττονται από υψηλές θερμοκρασίες που προκαλούν σοβαρά κοινωνικοοικονομικά προβλήματα όπως αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη και κατανάλωση νερού και μεγάλη δυσφορία του πληθυσμού (European Environment Agency, 2016).

2.10.4 Βροχόπτωση

Το ποσό της βροχόπτωσης που πέφτει στην περιοχή μειώνεται κάθε χρόνο. Η μέση ετήσια βροχόπτωση μειώθηκε από 559 mm (1901 έως 1930) σε 463 mm (1971 έως 2000), δηλαδή μείωση 17%. Η μείωση της βροχόπτωσης για την περίοδο 1905 έως 2005 ήταν περίπου 170mm. Επιπλέον, το 2008, η Κύπρος γνώρισε μια σοβαρή ξηρασία λόγω της μείωσης των βροχοπτώσεων, που ήταν 45% χαμηλότερη από το μέσο όρο της περιόδου 2000 - 2007. Ως εκ τούτου, οι δεξαμενές νερού είχαν συμπληρωθεί μόνο με το 3% της χωρητικότητάς τους, με αποτέλεσμα η Κυπριακή κυβέρνηση να δαπανήσει εκατομμύρια ευρώ για την εισαγωγή νερού από την Ελλάδα. Η Κύπρος κατατάσσεται πρώτη μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών όσον αφορά τον δείκτη έλλειψης νερού (European

Environment Agency, 2016). Οι περισσότερες βροχές πέφτουν στην περίοδο από το Νοέμβριο μέχρι το Μάρτη. Την άνοιξη και το φθινόπωρο οι βροχές είναι κυρίως τοπικές. Η βροχόπτωση του καλοκαιριού είναι πολύ χαμηλή, οι βροχές έχουν συνήθως τοπικό χαρακτήρα και πέφτουν στις ορεινές περιοχές και στην κεντρική πεδιάδα κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες. Οι καταιγίδες είναι σπάνιες από τον Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβριο, συμβαίνουν όμως κατά μέσο όρο σε 4 μέχρι 5 μέρες σε κάθε μήνα από τον Οκτώβριο μέχρι το Γενάρη και σε 2 μέχρι 3 μέρες σε κάθε μήνα από το Φλεβάρη μέχρι το Μάη. Χαλάζι πέφτει κατά μέσο όρο 2 ως 3 φορές το χρόνο στις πεδινές περιοχές και μέχρι 10 φορές το χρόνο στις ορεινές περιοχές, συνήθως μεταξύ Νοέμβριο και Μάη (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου 2018).

2.10.5 Ηλιοφάνεια

Όλες οι περιοχές της Κύπρου έχουν μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας σε σύγκριση με πολλές άλλες χώρες του κόσμου. Στις πεδινές περιοχές, ο μέσος αριθμός ωρών της ηλιοφάνειας για ολόκληρο το χρόνο είναι 75% των ωρών όπου ο ήλιος είναι πάνω από τον ορίζοντα. Καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού, η ηλιοφάνεια είναι κατά μέσο όρο 11.5 ώρες την ημέρα, ενώ κατά τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο, οι οποίοι έχουν την πιο μεγάλη νέφωση, η διάρκεια της ηλιοφάνειας κατέρχεται στις 5.5 ώρες την ημέρα. Ακόμα και στις πιο ψηλές περιοχές του Τροόδους, στους χειμερινούς μήνες με πολύ μεγάλη νέφωση, η μέση ηλιοφάνεια είναι περίπου 4 ώρες την ημέρα και στους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο η τιμή αυτή φτάνει στις 11 ώρες. Η μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια της ηλιοφάνειας, από την ανατολή μέχρι τη δύση του ήλιου, κυμαίνεται από 9.8 ώρες την ημέρα το Δεκέμβριο και 14.5 ώρες την ημέρα τον Ιούνιο (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου 2018).

2.11 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.11.1 Η σχέση της βιολογικής Γεωργίας με το έδαφος

Οι Marinari S. et al., 2005 ανέφεραν μια αλλαγή της ποιότητας του εδάφους, σε οργανικές σε σύγκριση με τις συμβατικές διαχειρίσεις. Από την άποψη του αυξημένου SOC, της συνολικής περιεκτικότητας σε N, της μικροβιακής βιομάζας και της μικροβιακής δραστηριότητας (Marinari S. et al., 2005).

Η σταθερή χρήση ζωικής οργανικής ύλης σε μια βιολογική εκμετάλλευση θεωρείται σημαντική για τη διατήρηση του επιπέδου της SOM. Έχει αποδειχθεί ότι οι οργανικές εισροές, ως μέθοδος διαχείρισης, είναι πιο σημαντικές για τον προσδιορισμό της μικροβιακής δραστηριότητας του εδάφους από τη χρήση φυτοφαρμάκων και ανόργανων λιπασμάτων (Gerhardt A. R., 1997).

Ο Dilly (2001) ανέφερε υψηλότερο πηλίκιο μικροβιακής αναπνοής στο έδαφος στην οργανική διαχείριση σε σχέση με τη συμβατική διαχείριση, υποδεικνύοντας διαφορετική ποιότητα και σύνθεση οργανικής ύλης (Dilly. O., 2001).

Η αναπνοή του εδάφους, το ανόξινο άζωτο (N) και η αναλογία μεταλλοποιήσιμου N προς οργανικό άνθρακα (C) ήταν σημαντικά υψηλότερες στη βιοδυναμική εκμετάλλευση, υποδεικνύοντας ότι υπήρχε υψηλότερο επίπεδο μικροβιολογικής δραστηριότητας σε αυτό το έδαφος παρά στο συμβατικά εκτρεφόμενο. Οι αριθμοί γαιοσκωλήκων βρέθηκαν να είναι σημαντικά υψηλότεροι στο βιοδυναμικά εκτρεφόμενο έδαφος παρά στο συμβατικά εκτρεφόμενο έδαφος (Condrón L. M. et al., 2010).

Ο Liebig & Doran (1999) συνέκρινε τους δείκτες ποιότητας εδάφους σε πέντε ζεύγη βιολογικής και συμβατικής εκμετάλλευσης στη Νεμπράσκα. Ο οργανικός C, η συνολική N, η μικροβιακή βιομάζα C και η μικροβιακή βιομάζα N ήταν σταθερά υψηλότερες σε όλες τις βιολογικές εκμεταλλεύσεις σε σύγκριση με τις συμβατικές εκμεταλλεύσεις. Κατά μέσο όρο σε όλες τις τοποθεσίες, υπήρχε 22% περισσότερος οργανικός C και 20% περισσότερο συνολικό N κάτω από οργανικά και συμβατικά αγροκτήματα. Τα υψηλότερα επίπεδα μικροβιακής

βιομάζας C και N σε βιολογικές εκμεταλλεύσεις. έδειξε ότι υπήρχε ένας πιο ενεργός μικροβιακός πληθυσμός και αυτό υποστηρίχθηκε από τους υψηλότερους ρυθμούς αναπνοής του εδάφους που παρατηρήθηκαν. Το βάθος της επιφάνειας του εδάφους, η διαθέσιμη χωρητικότητα συγκράτησης νερού και οι αριθμοί των γαιοσκωλήκων ήταν γενικά μεγαλύτεροι στις βιολογικές εκμεταλλεύσεις, ενώ η πυκνότητα του εδάφους ήταν γενικά χαμηλότερη. Οι τάσεις σε εκχυλίσμο P δεν ήταν σταθερές και το pH του εδάφους ήταν γενικά υψηλότερο στις βιολογικές εκμεταλλεύσεις (Liebig M. A and Doran J. W., 1999).

Δεδομένου ότι τα φυτοφάρμακα είναι τοξικά από τη φύση τους, όταν απελευθερώνονται στο περιβάλλον μπορούν όχι μόνο να σκοτώσουν τον οργανισμό-στόχο, αλλά και να επηρεάσουν αρνητικά άλλους ωφέλιμους οργανισμούς που ζουν στην περιοχή. Τα φυτοφάρμακα μπορούν επίσης να διαλυθούν σε άλλα οικοσυστήματα, π.χ. αέρα, επιφανειακά ύδατα και υπόγεια ύδατα (Close M. E. 1996).

Σε μια προηγούμενη μελέτη σε οπωρώνες με μεσογειακό βερίκοκο και ακτινίδιο οι τιμές SOC δεν επηρεάστηκαν σημαντικά μετά από 4 χρόνια αυξημένων εισροών C (από 1,5 έως 9 t ha⁻¹y⁻¹) μέσω κομποστοποίησης απο τοπικό στρώμα καλλιέργειας και κλαδέματα (Montanaro et al., 2010). Ενώ πιο πρόσφατα, υπό παρόμοιες πειραματικές συνθήκες, μια 7ετής αλλαγή αλλαγής διαχείρισης αύξησε σημαντικά το επίπεδο SOC στο ανώτερο στρώμα εδάφους (βάθος 0-0,1 m) από 1,31 σε 1,78%, μέσω ενός συνδυασμού αυξημένων ετήσιων εισροών C (από 2,4 έως 8,6 t ha⁻¹) και έλλειψη διαταραχής του εδάφους. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, σε βαθύτερο στρώμα εδάφους (κάτω από 0,4 m), η SOC βελτιώθηκε από 0,78 σε 0,89% και η στρωμνή C αυξήθηκε σε περίπου 4,4 t ha. Αυτή η αυξημένη συγκέντρωση SOC ισούται με περίπου 55t/ ha CO₂ αποθηκεύονται στο αρχικό στρώμα εδάφους των 40 cm (υποθέτοντας την 1,4 πυκνότητα του εδαφικού χώρου) και τα απορρίμματα αντιπροσωπεύουν επιπλέον 16,1 t ha⁻¹ CO₂. Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι οι αλλαγές των πρακτικών διαχείρισης του εδάφους μπορεί να έχουν σημαντικό οικολογικό

ρόλο μεταβάλλοντας το έδαφος από την πηγή C σε καθαρό νεροχύτη C τουλάχιστον για τα ανώτερα στρώματα του εδάφους (Montanaro et al., 2012).

Τα τελευταία 50 χρόνια η παραγωγή ανά εκτάριο στη δενδροκομία διπλασιάστηκε περίπου, κυρίως λόγω της βελτίωσης στις καλλιεργητικές φροντίδες (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία, μηχανοποίηση, κλπ) και τη γενετική βελτίωση. Σήμερα είναι πια φανερό πως το αποτέλεσμα αυτό επιτεύχθηκε σε βάρος του οικοσυστήματος με απώλεια της γονιμότητας του εδάφους από χημικής και μικροβιολογικής πλευράς, ρύπανση του εδάφους, της ατμόσφαιρας, των επιφανειακών και υπογείων υδάτων, απώλειας γενετικού υλικού, κλπ (Xyloyannis C. et al., 2009.)

Η παγκόσμια αποθήκευση SOC στα κορυφαία 3m εδάφους ήταν 2344 Pg C ή 56% περισσότερο από το 1502 Pg που εκτιμήθηκε για το πρώτο μέτρο (Esteban G. J. and Robert B. J., 2000). Πρόκειται για το ~75% της συνολικής δεξαμενής της βιόσφαιρας Γ, δεδομένου ότι τα αποθέματα των απορριμμάτων και της βλάστησης C ανέρχονται σε 850 PgC. Το SOC περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ενώσεων, με διαφορετική ηλικία, φυσικές και χημικές ιδιότητες. Το SOC σχηματίζεται με εισροή από τα απορρίμματα και περιθωριακά από σχηματισμό ξυλάνθρακα μετά από πυρκαγιά. Το SOC απομακρύνεται από το έδαφος με μικροβιακή αποσύνθεση (ετεροτροφική αναπνοή), με εξαγωγές διαλυμένου οργανικού άνθρακα από το ποτάμι, με διαταραχές του οικοσυστήματος όπως πυρκαγιά και διάβρωση αέρα και νερού. Η διάβρωση λειτουργεί γενικά σε μεγαλύτερα χρονοδιαγράμματα από τις προηγούμενες διαδικασίες (Eglin T., et al., 2010).

Στην επαρχία Jaen της νότιας Ισπανίας, η συμβατική διαχείριση του εδάφους σε ελαιώνες έχει προκαλέσει πτώση της ποιότητας του εδάφους, με σημαντικές οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες που είναι δύσκολο να αξιολογηθούν (Moreno B. et al., 2009). Η υποβάθμιση αυτών των εδαφών σχετίζεται κυρίως με την κοινή χρήση ακατάλληλων γεωργικών τεχνικών που οδηγούν σε συνεχή διάβρωση του εδάφους και ταχεία εξάντληση της SOM (Milgroom et al., 2007).

Μια εναλλακτική λύση ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, που θα μπορούσε να μετριάσει αυτό το σημαντικό αγρό-εδαφικό και περιβαλλοντικό πρόβλημα, είναι η βιολογική διαχείριση και γενικά η χρήση περιβαλλοντικά βιώσιμων γεωργικών πρακτικών. Στόχος αυτού του είδους διαχείρισης είναι η ανάπτυξη τροφίμων υψηλής ποιότητας, με σεβασμό στο περιβάλλον και διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, βελτιώνοντας έτσι την αγρονομική παραγωγικότητά του. Η οργανική διαχείριση των ελαιώνων στη νότια Ισπανία θα μπορούσε επίσης να συμβάλει στη διατήρηση του εδάφους, αυξάνοντας την προστασία του εδάφους και μειώνοντας τον κίνδυνο διάβρωσης (Milgroom et al., 2007).

Η μελέτη και ο χαρακτηρισμός της SOM, ιδιαίτερα των χουμικών κλασμάτων, έχει μεγάλο ενδιαφέρον εξαιτίας του αντίκτυπου της χρήσης της γης. Οι διαφορετικές πρακτικές καλλιέργειας εδάφους μπορούν να αλλάξουν σημαντικά το περιεχόμενο και τα χημικά χαρακτηριστικά της SOM και των χουμικών ουσιών (Aranda V. et al., 2011).

2.12 Άνθρακας και Γεωργία

Η γεωργική διαχείριση επηρεάζει σημαντικά τον οργανικό άνθρακα του εδάφους, όπως φαίνεται από πολυάριθμα μακροχρόνια πειράματα. Οι πρακτικές που είναι γνωστό ότι αυξάνουν τον εδαφικό C περιλαμβάνουν την προσθήκη οργανικής ύλης, συμπεριλαμβανομένων των εναλλαγών καλλιέργειας. Η επίδρασή τους στο C σχετίζεται με την καθαρή πρωτογενή παραγωγικότητα του αγρό-οικοσυστήματος και το κλάσμα οργανικής ύλης που παραμένει στο πεδίο ή επιστρέφεται ως υπολείμματα (Leifeld J. Et al., 2013).

Η βιολογική γεωργία προωθεί την αύξηση του εδαφικού C σε σχέση με τη συμβατική καλλιέργεια. Αξιολογήθηκαν δεδομένα από 74 μελέτες και διαπίστωσαν ότι τα εδάφη κάτω από τη βιολογική γεωργία είχαν σημαντικά υψηλότερα αποθέματα C και ρυθμούς αύξησης C από εκείνα των συμβατικών καλλιεργειών και απέδωσαν αυτές τις διαφορές στις εγγενώς υψηλότερες εισροές C στις βιολογικές καλλιέργειες. Στην ανάλυση τους, οι βιολογικές καλλιέργειες έλαβαν κατά μέσο όρο πολύ υψηλότερες εισροές C. Οι υψηλότερες

συγκεντρώσεις εδαφικού C στις βιολογικές καλλιέργειες έχουν αποδοθεί προηγουμένως σε υψηλές και συχνά δυσανάλογες εξωτερικές εισροές (Gattinge A. et al., 2012).

Οι πρακτικές βιολογικής γεωργίας αναπτύχθηκαν με έμφαση στο έδαφος ως ζωντανό οικοσύστημα, βασιζόμενο στην αρχή ότι η υγεία του εδάφους, των φυτών, των ζώων και του ανθρώπου είναι μία και αδιαίρετη (Laurence S. et al., 2011). Τα συστήματα βιολογικής καλλιέργειας ενθαρρύνουν επίσης ένα υγιέστερο οικοσύστημα εδάφους μέσω της παροχής θρεπτικών ουσιών και ενέργειας, τα οποία προέρχονται από οργανική ύλη αντί από ορυκτό λίπασμα (Watson et al., 2002). Επομένως, η διατήρηση των επιπέδων SOM είναι υψίστης σημασίας για τη μακροπρόθεσμη παραγωγικότητα και βιωσιμότητα ενός οργανικού συστήματος (S. Laurence et al., 2011).

Ο άνθρακας του εδάφους που απομονώθηκε στα αρόσιμα εδάφη είναι μη μόνιμος. Με την αλλαγή της γεωργικής διαχείρισης ή της χρήσης γης, ο άνθρακας του εδάφους χάνεται ταχύτερα από ό, τι συσσωρεύεται. Για την απομόνωση του άνθρακα στο έδαφος, η αλλαγή της χρήσης γης ή της διαχείρισης της γης πρέπει επίσης να είναι μόνιμη. Ενώ τα γεωργικά εδάφη που καλλιεργούνται κάθε λίγα χρόνια ενδέχεται να περιέχουν περισσότερο άνθρακα από ό, τι τα ίδια εδάφη που καλλιεργούνται κάθε χρόνο, ένα μεγάλο μέρος του οφέλους από τη μειωμένη καλλιέργεια του εδάφους χάνεται από το όργωμα σε σύγκριση με μόνιμη αλλαγή διαχείρισης (Freibauer A. et al., 2004).

Η χαμηλή και επίσης αρνητική δέσμευση άνθρακα για την ΕΕ των 15 χωρών και όλες τις χώρες αντικατοπτρίζουν ότι οι συνολικές καλλιεργούμενες εκτάσεις ή και οι περιοχές με βελτιωμένη διαχείριση άνθρακα έχουν μειωθεί από το 1990 έως το 2000. Με βάση τις τρέχουσες τάσεις του 2005 ή την εξειδικευμένη εκτίμηση της πιο πιθανής τάσης, η παρέκταση προς το έτος 2010 υποδηλώνει ότι η τάση αυτή δεν θα αντιστραφεί έως το 2010. Η μόνη ενδεχομένως ενισχυτική πρακτική του C που έχει αυξηθεί από το 1990 έως το 2000 είναι η βιολογική γεωργία και η πρακτική αυτή πρόκειται να αυξηθεί περαιτέρω μεταξύ

2000 και 2010. Πρέπει να σημειωθεί ότι η βιολογική καλλιέργεια μπορεί να αυξήσει τον SOC στις περιοχές όπου εφαρμόζεται (Smith P. et al., 2005).

2.12.1 Ο κύκλος του άνθρακα

Ο άνθρακας είναι το κύριο συστατικό των ζωντανών οργανισμών. Το στοιχείο αυτό συμμετέχει σε κάθε διαδικασία δέσμευσης ή μεταφοράς της ενέργειας. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει για τα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα τρεις βασικές διεργασίες.

1. Διαδικασία αφομοίωσης και διάσπασης του C στη φωτοσύνθεση και στην αναπνοή, οι οποίες είναι βασικές για τον μετασχηματισμό της ενέργειας της ζωής.
2. Οι φυσικές ανταλλαγές του CO₂ μεταξύ της ατμόσφαιρας και των ωκεανών, λιμνών και άλλων υδατοσυλλογών, το οποίο διαλύεται άμεσα στο νερό. Οι ανταλλαγές που συμβαίνουν στην επιφάνεια του νερού είναι αυτές που συνδέουν τον κύκλο C των χερσαίων με των υδάτινων οικοσυστημάτων.
3. Αφορά τη διαλυτοποίηση και απόθεση ανθρακικών ενώσεων ως ιζήματα κυρίως ασβεστόλιθου και δολομίτη (Αριανούτσου M. et al., 1999).

2.12.2 Οργανικός άνθρακας του εδάφους

Ο SOC είναι ένα μέρος του πολύ μεγαλύτερου παγκοσμίου κύκλου άνθρακα που περιλαμβάνει την κυκλοφορία του άνθρακα μέσω του εδάφους, της βλάστησης, των ωκεανών και της ατμόσφαιρας (Lefèvre C. et al., 2017). Η δεξαμενή SOC αποθηκεύει περίπου 1,500 PgC στο πρώτο μέτρο του εδάφους που είναι περισσότερος άνθρακας από ό, τι περιέχεται στην ατμόσφαιρα (περίπου 800 PgC) και στη χερσαία βλάστηση (500 PgC) σε συνδυασμό. Αυτή η φαινομενική δεξαμενή SOC δεν είναι στατική, αλλά κυκλοφορεί συνεχώς μεταξύ των διαφορετικών παγκόσμιων συγκεντρώσεων άνθρακα σε διάφορες μοριακές μορφές (Kane, 2015). Ο SOC είναι η μεγαλύτερη δεξαμενή C της χερσαίας βιόσφαιρας, περισσότερο από το διπλάσιο του C που αποθηκεύεται στη βιομάζα της βλάστησης και στην ατμόσφαιρα (Liang F. et al., 2016).

Οι αλλαγές SOC επηρεάζονται σημαντικά από το κλίμα, την οργανική εισροή C και τον εδαφικό παράγοντα. Γενικά, η υψηλότερη θερμοκρασία και οι περισσότερες βροχοπτώσεις μπορεί να παράγουν ένα ευνοϊκό έδαφος για τις μικροβιακές κοινότητες του εδάφους, με αποτέλεσμα την ταχεία μεταλλοποίηση των εισροών οργανικού άνθρακα και τη χαμηλότερη δέσμευση C (Liang F. et al., 2016).

Ενώ το CO₂ και CH₄ είναι τα κύρια ατμοσφαιρικά αέρια με βάση τον άνθρακα, αυτοτροφικοί οργανισμοί κυρίως φυτά, καθώς και αυτοτροφικοί μικροοργανισμοί συνθέτουν το ατμοσφαιρικό CO₂ σε οργανικό υλικό. Το νεκρό οργανικό υλικό, κυρίως υπό μορφή υπολειμμάτων φυτών και εκκρίσεων ενσωματώνεται στο έδαφος από την πανίδα του εδάφους, οδηγώντας σε εισροές άνθρακα στο έδαφος μέσω του μετασχηματισμού οργανικών υλικών από ετερότροπους μικροοργανισμούς. Αυτή η διεργασία μετασχηματισμού οργανικών ουσιών οδηγεί σε σύνθετο βιογεωχημικό μείγμα ενώσεων φυτικών απορριμμάτων και προϊόντων μικροβιακής αποσύνθεσης σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης (C. Lefèvre et al., 2017). Η διεργασία μπορεί να συσχετιστεί με ορυκτά του εδάφους και να φράξει μέσα σε συσσωματώματα, SOC διατήρηση στο έδαφος για δεκαετίες, αιώνες ή ακόμα και χιλιετίες (Schmidt M. et al., 2011). Το CO₂ εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα όταν η SOM αποσυντίθεται ή μεταλλοποιείται από μικροοργανισμούς. Η απώλεια άνθρακα μπορεί επίσης να προκληθεί από εκχυλίσματα ρίζας όπως οξαλικό οξύ, τα οποία απελευθερώνουν οργανικές ενώσεις από προστατευτικές ανόργανες ενώσεις. Ο άνθρακας εξάγεται επίσης εν μέρει από τα εδάφη σε ποτάμια και ωκεανούς ως διαλυμένο οργανικό άνθρακα (DOC) ή ως μέρος υλικού διάβρωσης (C. Lefèvre et al., 2017).

Η απομόνωση οργανικού άνθρακα του εδάφους είναι η διαδικασία με την οποία ο άνθρακας στερεώνεται από την ατμόσφαιρα μέσω φυτών ή οργανικών καταλοίπων και αποθηκεύεται στο έδαφος. Όταν έχουμε να κάνουμε με το CO₂, η δέσμευση SOC περιλαμβάνει τρία στάδια: 1) την απομάκρυνση του CO₂ από την ατμόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης των φυτών, 2) τη μεταφορά άνθρακα από το CO₂ στη φυτική βιομάζα και 3) τη μεταφορά άνθρακα από φυτική

βιομάζα στο έδαφος όπου αποθηκεύεται με τη μορφή SOC στην πιο ευκίνητη δεξαμενή (Lefèvre C. et al., 2017).

Αυτή η δεξαμενή χαρακτηρίζεται από το υψηλότερο ποσοστό του κύκλου εργασιών (ημέρες - μερικά χρόνια), περιλαμβάνει πρόσφατα ενσωματωμένα φυτικά υπολείμματα που αποδομούνται εύκολα από την πανίδα του εδάφους, γενικά προκαλώντας εκπομπές CO₂ πίσω στην ατμόσφαιρα. Αντίθετα, οι έρευνες δείχνουν ότι η σταθερή δεξαμενή έχει αμελητέες δυνατότητες απομόνωσης του άνθρακα λόγω της αντοχής της στην αλλαγή και συνεπώς στη μη καλή διαχείριση (Kane, 2015).

Υπάρχουν τρεις δεξαμενές αποθήκευσης ανάλογα με την φυσική και χημική σταθερότητα του C:

1. Ταχείας συγκέντρωσης (ασταθής ή ενεργή δεξαμενή): Μετά την προσθήκη φρέσκου οργανικού άνθρακα στο έδαφος, η αποσύνθεση καταλήγει σε απώλεια ενός μεγάλου μέρους της αρχικής βιομάζας σε 1-2 χρόνια.
2. Ενδιάμεση δεξαμενή: Περιλαμβάνει μικροβιακά επεξεργασμένο οργανικό C, ο οποίος είναι μερικώς σταθεροποιημένος σε ορυκτές επιφάνειες ή / και προστατεύεται μέσα σε συσσωματώματα, με χρόνους κύκλου εργασιών 10-100 χρόνια.
3. Η αργή δεξαμενή (πυρίμαχη ή σταθερή δεξαμενή): ιδιαίτερα σταθεροποιημένος SOC, εισέρχεται σε μια περίοδο πολύ αργού κύκλου εργασιών από 100 έως και περισσότερο από 1000 χρόνια (Lefèvre C. et al., 2017).

Πρόσφατη έρευνα για τη δυναμική του εδαφικού C και την επίδρασή του στον παγκόσμιο κύκλο άνθρακα προκλήθηκε εν μέρει από την αύξηση της ευαισθητοποίησης σχετικά με:

1. τη σημασία της μικρής κλίμακας προσβασιμότητας στον ΟΑΕ για τον κύκλο μικροβιακού άνθρακα που εκτείνεται σε βάθος πάνω από 20cm.

2. τη σχέση μεταξύ των μικροβιακών κοινοτήτων και τις δυναμικές και εγγενείς ιδιότητες του εδάφους σε σχέση με τον κύκλο άνθρακα και την αλληλεπίδρασή του με άλλους βιογεωχημικούς κύκλους (C. Lefèvre et al., 2017).

3. την επίδραση της ποικιλομορφίας των φυτών στην αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας του εδάφους και της αποθήκευσης άνθρακα στο έδαφος (Lange M. et al., 2015).

Πίνακας 2.1: Έκταση παραγωγής φρούτων βιολογικής καλλιέργειας 2012 - 2016 στην Κύπρο (Eurostat, 2018).

Έκταση παραγωγής φρούτων βιολογικής καλλιέργειας					
Έτος	2012	2013	2014	2015	2016
Έκταση (δεκάρια)	950	1040	770	710	790

Στον πίνακα 2.1 παρατηρούμε ότι βάση στατιστικών στοιχείων της Eurostat για τις χρονιές 2012 - 2016 στην Κύπρο το σύνολο έκτασης παραγωγής φρούτων βιολογικής καλλιέργειας σε δεκάρια την χαμηλότερη έκταση παραγωγής είχαμε το 2015 με 710 δεκάρια ενώ μεγαλύτερη έκταση σε δεκάρια είχαμε το 2013 με 1040 δεκάρια.

Πίνακας 2.2: Παραγωγή φρούτων βιολογικής καλλιέργειας 2012 - 2016 στην Κύπρο (Eurostat, 2017a).

Παραγωγή φρούτων βιολογικής καλλιέργειας					
Έτος	2012	2013	2014	2015	2016
Τόνοι (t)	--	884	641	594	--

Στον πίνακα 2.2 παρατηρούμε ότι βάση στατιστικών στοιχείων της Eurostat για τις χρονιές 2012 - 2016 για την Κύπρο το σύνολο παραγωγής φρούτων βιολογικής καλλιέργειας σε t, τη χαμηλότερη παραγωγή είχαμε το 2015 με 594t ενώ μεγαλύτερη παραγωγή είχαμε το 2013 με 884t. Για τις χρονιές 2012 και 2016 δεν έχουν καταγραφεί οι ποσότητες παραγωγής.

Πίνακας 2.3: % καλλιεργούμενη έκταση βιολογικών καλλιεργειών στη Κύπρο επί της συνολικής καλλιεργούμενης γης για τα έτη 2004 – 2016 (Eurostat, 2016)..

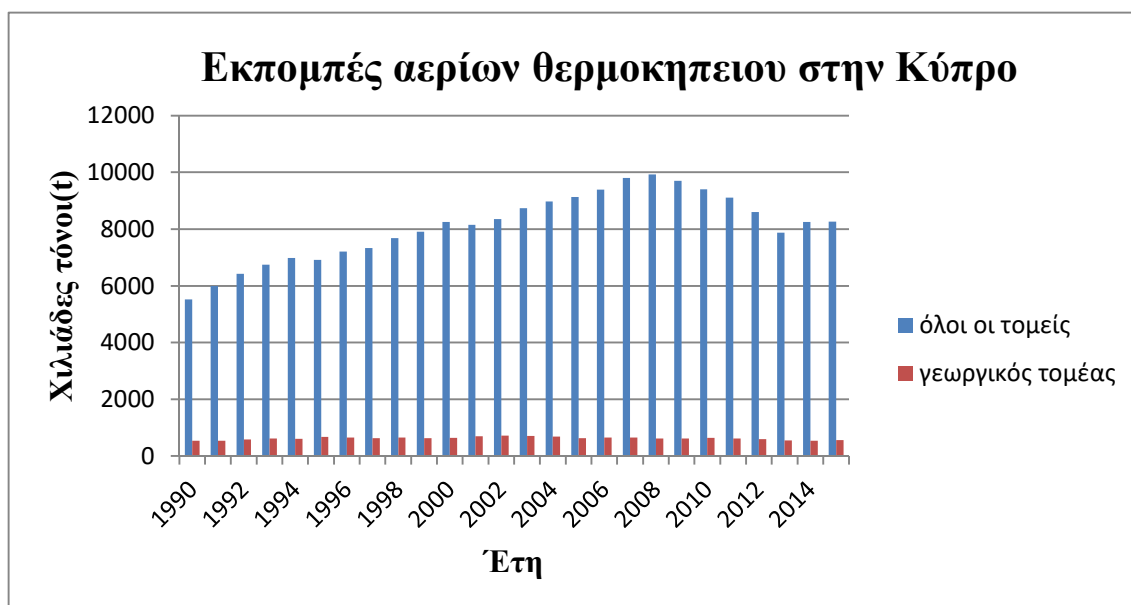
% καλλιεργούμενη έκταση βιολογικών καλλιεργειών στη Κύπρο επί της συνολικής καλλιεργούμενης γης		
Καλλιεργούμενη έκταση βιολογικών (%)	Έτος	έκταση (δεκάρια)
0,6	2004	1110
1	2005	2300
1,2	2006	6650
1,5	2007	13,980
1,6	2008	
2,6	2009	18,900
2,8	2010	
2,9	2011	
3,38	2012	35,530
4,03	2013	37,280
3,63	2014	24,000
3,72	2015	32,570
4,94	2016	30,830

Στον πίνακα 2.3 παρατηρείτε η καλλιεργούμενη έκταση βιολογικών καλλιεργειών στη Κύπρο επί της συνολικής καλλιεργούμενης γης για τις χρονιές 2004 – 2016. Η χαμηλότερη καλλιεργούμενη έκταση ήταν για το 2004 με 0,6% ενώ το 2016 είχαμε την μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση βιολογικών καλλιεργειών στο νησί με 4,94%. Επίσης φαίνεται και η συνολική έκταση σε δεκάρια για τις ίδιες χρονιές με την χαμηλότερη καλλιεργούμενη έκταση να είναι το 2004 με 1110 ενώ η μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση ήταν το 2013 με 37,280.

Πίνακας 2.4: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Κύπρο για τα έτη 1990 – 2015 (Eurostat, 2017b).

Κύπρος							
Έτος	Όλοι οι τομείς	Γεωργικός τομέας	% Γεωργικός τομέας	Έτος	Όλοι οι τομείς	Γεωργικός τομέας	% Γεωργικός τομέας
1990	5521,32	531,02	9,62	2003	8740,66	703,55	8,05
1991	5999,29	533,30	8,89	2004	8971,67	681,98	7,60
1992	6429,7	582,38	9,06	2005	9127,27	624,16	6,84
1993	6744,82	620,22	9,20	2006	9391,46	647,41	6,89
1994	6985,64	606,30	8,68	2007	9797,57	643,89	6,57
1995	6915,99	666,42	9,64	2008	9931,03	616,78	6,21
1996	7211,28	645,37	8,95	2009	9694,45	611,74	6,31
1997	7336,41	631,46	8,61	2010	9408,37	637,48	6,78
1998	7685,6	651,08	8,47	2011	9106,4	619,21	6,80
1999	7908,49	628,66	7,95	2012	8605,24	593,81	6,90
2000	8251,89	632,31	7,66	2013	7876,57	550,18	6,99
2001	8146,61	690,97	8,48	2014	8250,3	537,75	6,52
2002	8350,11	717,35	8,59	2015	8262,48	559,30	6,77

Στον πίνακα 2.4 παρατηρούμε την ποσότητα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε χιλιάδες τόνους (t) στην Κύπρο για τα έτη 1990 – 2015 για τον αγροτικό τομέα και για όλους τους τομείς συνολικά. Επίσης μπορούμε να παρατηρήσουμε το ποσοστό % που καταλαμβάνει ο αγροτικός τομέας σε σχέση με όλους τους τομείς. Το χαμηλότερο ποσοστό καταλαμβάνει το έτος 2008 με 6,21% και 616,78 χιλιάδες t από τις 9931,03 χιλιάδες t. Το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνει το έτος 1995 με 9,64% και 666,42 χιλιάδες t από τις 6915,99 χιλιάδες t. Από την άλλη πλευρά μεγαλύτερη ποσότητα εκπομπών συμπεριλαμβανομένου και του αγροτικού τομέα είχαμε το έτος 2008 με 9931,03 χιλιάδες t. Μικρότερη ποσότητα εκπομπών είχαμε το έτος 1990 με 5521,32 χιλιάδες t.



Διάγραμμα 2.1: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Κύπρο για τα έτη 1990 - 2015.

Πίνακας 2.5: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ε.Ε 28 χωρών για τα έτη 1990 - 2015 (Eurostat, 2017b).

EU (28 countries)							
Έτος	Όλοι οι τομείς	Γεωργικός τομέας	% Γεωργικός τομέας	Έτος	Όλοι οι τομείς	Γεωργικός τομέας	% Γεωργικός τομέας
1990	5410921,96	548269,51	10,13	2003	4967645	447074,97	9,00
1991	5283277,88	518337,37	9,81	2004	4931609	446832,57	9,06
1992	5137216,24	496290,08	9,66	2005	4894708	439848,69	8,99
1993	5036185,93	483646,86	9,60	2006	4866112	436902,24	8,98
1994	4999006,56	476566,56	9,53	2007	4854374	439128,58	9,05
1995	5029423,75	478120,83	9,51	2008	4703799	436434,72	9,28
1996	5106254,22	478769,18	9,38	2009	4339304	431174,81	9,94
1997	5007380,32	477240,00	9,53	2010	4454971	425548,98	9,55
1998	4944146,75	473305,13	9,57	2011	4310367	426281,43	9,89
1999	4810410,51	470833,10	9,79	2012	4246148	423757,21	9,98
2000	4851379,3	464472,12	9,57	2013	4143606	426679,76	10,30
2001	4884855,68	457868,17	9,37	2014	3975426	433853,16	10,91
2002	4862278,54	451287,58	9,28	2015	4003114	436748,31	10,91

Στον πίνακα 2.5 παρατηρούμε την ποσότητα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε χιλιάδες τόνους (t) στην Ε.Ε (χωρών) για τα έτη 1990 - 2015 για τον αγροτικό τομέα και για όλους τους τομείς συνολικά. Επίσης μπορούμε να

παρατηρήσουμε το ποσοστό % που καταλαμβάνει ο αγροτικός τομέας σε σχέση με όλους τους τομείς. Το χαμηλότερο ποσοστό καταλαμβάνει το έτος 2006 με 8,98% και 439848,69 χιλιάδες t από τις 4866112 χιλιάδες t. Το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνει το έτος 2014 και 2015 με 10,91% και 433853,16 και 436748,31 χιλιάδες t αντίστοιχα από τις 3975426 και 4003114 χιλιάδες t αντίστοιχα. Από την άλλη πλευρά μεγαλύτερη ποσότητα εκπομπών συμπεριλαμβανομένου και του αγροτικού τομέα είχαμε το έτος 1990 με 5410921,96 χιλιάδες t. Μικρότερη ποσότητα εκπομπών είχαμε το έτος 2014 με 3975426 χιλιάδες t.



Διάγραμμα 2.2: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ε.Ε για τα έτη 1990 - 2015.

Κεφάλαιο 3

3 Μεθοδολογία

3.1 Σκοπός και Στόχοι

Οι καλλιεργητικές πρακτικές που εκτελούνται στις συμβατικές καλλιέργειες έχουν ευθύνη για την απελευθέρωση άνθρακα στην ατμόσφαιρα και συνεπώς έχουν μερίδιο ευθύνης για την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι πρακτικές της βιολογικής γεωργίας, από την άλλη, θεωρούνται ότι συμβάλουν στην δέσμευση και αποθήκευση SOC. Στόχος της διατριβής είναι η συγκριτική αξιολόγηση της ποσότητας της οργανικής ουσίας που συσσωρεύεται στο έδαφος σε καλλιέργειες συμβατικών και βιολογικών οπωροφόρων δένδρων της Κύπρου. Αναμένεται να διαπιστωθεί κατά πόσο η βιολογική γεωργία θα μπορούσε να συμβάλει στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής σε συνθήκες μεσογειακού κλίματος.

3.2 Ερωτήματα που έχουν τεθεί

1. Υπάρχουν διαφορές στην ποσότητα και στον ρυθμό συσσώρευσης του SOC σε καλλιέργειες συμβατικών και βιολογικών οπωροφόρων δένδρων της Κύπρου;
2. Αν υπάρχουν, σε ποιους παράγοντες οφείλονται αυτές οι διαφορές;
3. Η ποσότητα οργανικού φορτίου είναι μεγαλύτερη εντός των ορίων της κόμης σε σχέση με την ποσότητα που βρίσκετε εκτός των ορίων της κόμης;

3.3 Σχεδιασμός

Ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι διάφορες ιστοσελίδες όπως Springer, Wiley Online Library, Elsevier, JSTOR, επίσης χρησιμοποιήθηκε και το Google Earth από το οποίο μέσω του κινητού μου τηλεφώνου πείρα επιτόπου τις συντεταγμένες των δύο καλλιεργειών, βρέθηκε και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκονται οι καλλιέργειες.

Για τις ανάγκες της διατριβής έγινε επιλογή καλλιέργειας βιολογικής αλλά και συμβατικής καλλιέργειας δαμασκηνιάς *Prunus domestica* στο χωριό Κουτραφάς της ορεινής επαρχίας Λευκωσίας. Είναι αγγειόσπερμο, δικότυλο, φυλλοβόλο δέντρο και ανήκει στο γένος Προύμνη (*Prunus*), στην οικογένεια των Ροδοειδών (*Rosaceae*).

Αφού προσεγγίστηκε ο παραγωγός τηλεφωνικός, προγραμματίστηκε μια συνάντηση στην οποία απαντήθηκαν κάποια ερωτηματολόγια σχετικά με τις καλλιέργειες του για να μπορέσουν να συλλεχθούν τα δεδομένα της έρευνας. Οι ερωτήσεις είχαν διατυπωθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι κατανοητές και να μην αφήνονται περιθώρια παρερμηνείας. Τα ερωτηματολόγια είχαν να κάνουν με την περιοχή καλλιέργειας τα είδη δένδρων τα οποία καλλιεργεί, αν ψεκάζονται ή όχι, τι είδους λιπάνσεις γίνονται, τις ηλικίες των δένδρων και τι παραγωγή κάνουν κάθε χρόνο.

Το ύψος των δέντρων των καλλιεργειών ήταν περίπου 4m. Η συμβατική καλλιέργεια έχει ηλικία 30 χρόνων και βιολογική καλλιέργεια 22 χρόνων. Οι καλλιέργειες βρίσκονται σε επίπεδο έδαφος και η πυκνότητα των καλλιεργειών είναι περίπου 40 δέντρα / δεκάριο.

3.4 Μέθοδος δειγματοληψίας

Οι εδαφοτομές κάτω από τυχαία δένδρα συμβατικής καλλιέργειας έγιναν στις 11 Δεκεμβρίου το 2016. Πήραμε 30 δείγματα και συγκεκριμένα τρία σημεία εντός της κόμης και τρία σημεία εκτός της κόμης του δένδρου που επιλέξαμε, αυτό έγινε σε πέντε δένδρα για κάθε καλλιέργεια. Πήραμε 15 δείγματα εντός και

15 δείγματα εκτός της κόμης σε βιολογική καλλιέργεια και αντίστοιχα σε συμβατική καλλιέργεια. Κάθε φορά που κάναμε μια δειγματοληψία περίπου στα 50 εκατοστά για το ύψος του Α εδαφικού ορίζοντα και φωτογραφίζαμε για να μπορεί κάθε δείγμα να μελετηθεί καλύτερα.

Οι εδαφοτομές της βιολογικής καλλιέργειας Δαμασκηιάς έγιναν στις 14 Οκτωβρίου 2017 όπου ελήφθησαν άλλα 30 δείγματα.



Εικόνα 5: Βιολογική καλλιέργεια Δαμασκηιάς στο χωριό Κουτραφάς στη περιοχή Λευκωσίας.



Εικόνα 6: Βιολογική καλλιέργεια Δαμασκηνιάς στο χωριό Κουτραφάς $35^{\circ}05,6563$ N $32^{\circ}58,3759$ E στη περιοχή Λευκωσίας (Google Earth 2017).



Εικόνα 7: Δειγματοληψία από την βιολογική καλλιέργεια σε πέντε διαφορετικά σημεία.



Εικόνα 8: Τρόπος μέτρησης της SOM σε κάθε δείγμα.

Στην εικόνα 8 μπορείτε να διακρίνεται το υπέδαφος, τον ορίζοντα O και A. με την βοήθεια προγράμματος και την χρήση zoom έγινε ακριβές μέτρηση του ορίζοντα O.



Εικόνα 9: Συμβατική καλλιέργεια Δαμασκηνιάς στο χωριό Κουτραφάς στη περιοχή Λευκωσίας.



Εικόνα 10: Συμβατική καλλιέργεια Δαμασκηνιάς στο χωριό Κουτραφάς $35^{\circ} 06,3197$ N $32^{\circ} 58,4379$ E στη περιοχή Λευκωσίας (Google Earth 2016).



Εικόνα 11: Δειγματοληψία από τη συμβατική καλλιέργεια σε πέντε διαφορετικά σημεία.



Εικόνα 12: Σημεία δειγματοληψίας.

Στην εικόνα 12 μπορούμε να δούμε τα σημεία δειγματοληψίας εντός και εκτός της κόμης. Στο σημείο A φαίνεται το σημείο από πήραμε το δείγμα εκτός κόμης ενώ στο B είναι το σημείο δειγματοληψίας εντός της κόμης.

Αφού πήραμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων τα καταχωρήσαμε σε πίνακα excel. Εφαρμόσαμε κάποιους τύπους και τα αποτελέσματα που βγάλαμε μας δείχνουν τις διαφορές μεταξύ των δύο καλλιεργειών, τα οποία δείχνουμε με τη δημιουργία πινάκων, διαγραμμάτων και γραφημάτων.

3.5 Στατιστική ανάλυση

Τέλος, από το σύνολο των συμβατικών και βιολογικών καλλιεργειών με παρόμοια χαρακτηριστικά, υπολογίστηκε η παραγωγή/στρέμμα και για τα πέντε έτη όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα για καρπό δαμασκηλιάς. Για το στατιστικό έλεγχο των μέσων τιμών παραγωγής μεταξύ συμβατικών και βιολογικών καλλιεργειών, εκτιμήθηκε η τυπική απόκλιση και το τυπικό σφάλμα,

προσδιορίζοντας έτσι το εύρος τιμών που μπορεί να έχουν οι δύο καλλιέργειες δαμασκηιάς από όπου πήραμε τα δείγματα. Για καλύτερο έλεγχο, δημιουργήθηκε και γράφημα των μέσων όρων, με τις μπάρες του τυπικού σφάλματος.

Κεφάλαιο 4

4. Αποτελέσματα

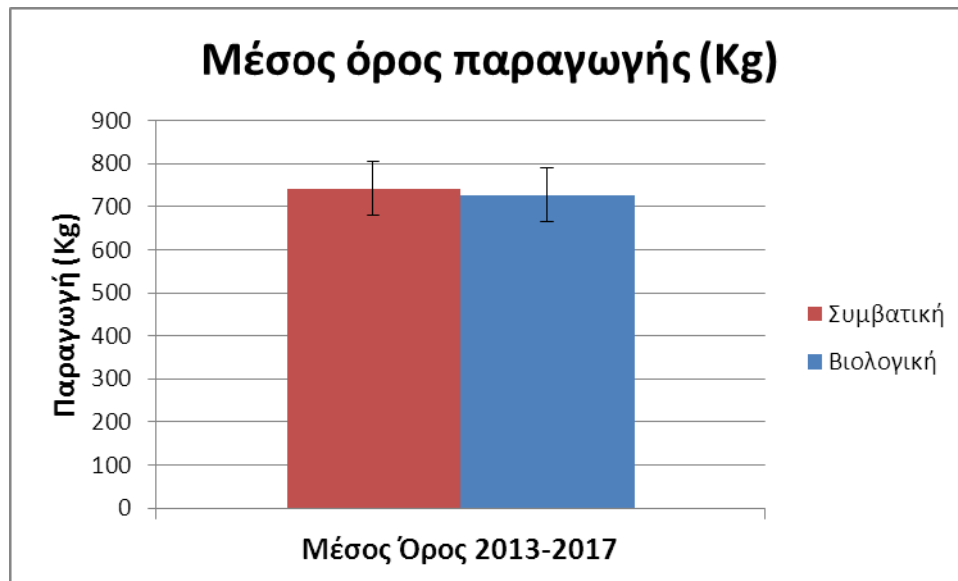
Τα δείγμα που πήραμε αποτελούνταν από βιολογική και συμβατική καλλιέργεια δαμασκηιάς. Οι απαντήσεις που λήφθηκαν από τους καλλιεργητές και τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών παρουσιάζονται πιο κάτω σε πίνακες.

4.1 Διαφορές παραγωγικότητας μεταξύ βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας

Πίνακας 4.1: Ποσότητα παραγωγής kg/στρέμμα (Πηγή: Ερωτηματολόγιο).

Είδος καλλιέργειας	Ποσότητα παραγωγής kg/δεκάριο					Άρδευση		Αριθμός δέντρων
	2013	2014	2015	2016	2017	Ξερική	Ποτιστική	
δαμασκηιά συμβατική	750	750	650	600	960		ναι	70
δαμασκηια βιολογική	700	835	800	500	800		ναι	80

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζεται η παραγωγή για τις χρονιές 2013 – 2017 στην βιολογική και συμβατική καλλιέργεια δαμασκηιάς στην οποία έγιναν και οι δειγματοληψίες. Όπως φαίνετε στον πίνακα 4.1 για τις χρονιές 2013, 2016, 2017 η παραγωγή στη συμβατική καλλιέργεια είναι μεγαλύτερη ενώ για τις χρονιές 2014 και 2015 έχουμε μεγαλύτερη παραγωγή στη βιολογική καλλιέργεια. Το 2017 είχαμε πολύ μεγαλύτερη παραγωγή στη συμβατική καλλιέργεια σε σχέση με τις άλλες χρονιές.



Διάγραμμα 4.1: Μέσος όρος παραγωγής για τα έτη 2013-2017 σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια δαμασκηλιάς.

Όπως φαίνετε στο διάγραμμα 4.1 έχουμε ελαφρώς μεγαλύτερο μέσο όρο παραγωγής για τα έτη 2013-2017 στη συμβατική καλλιέργεια με 742Kg σε σχέση με την βιολογική καλλιέργεια που ήταν 727Kg. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.1 δεν έχουμε στατιστικές διαφορές και μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικά.

Πίνακας 4.2: Παραγωγή δαμασκηλιάς από το 2009 – 2015 στην Κύπρο

Παραγωγή δαμασκηλιάς από το 2009 – 2015							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
έκταση/ δεκάρια	5,050	5,110	4,770	4,700	5,100	5,160	5,750
Παραγωγή/ Kg	752,000	689,000	698,000	847,000	742,000	885,000	1734,000
Kg / δεκάριο	3,360	6,120	3,260	3,200	2,740	3,690	3,020

Στον πίνακα 4.2 παρατηρούμε ότι το 2012 είχαμε την μικρότερη έκταση για καλλιέργεια δαμασκηλιάς με 4,700 δεκάρια ενώ την μεγαλύτερη έκταση είχαμε το 2015 με 5,750 δεκάρια. Την μικρότερη παραγωγή είχαμε το 2010 με 689,000Kg ενώ η μεγαλύτερη παραγωγή ήταν το 2015 με 1734,000Kg. Η

καλύτερη χρονιά σε παραγωγή σε σχέση με την έκταση ήταν το 2010 με 6,120Kg ενώ η λιγότερο παραγωγική χρονιά ήταν το 2013 με 2,740Kg/δεκάριο.

Πίνακας 4.3: Λιπάνσεις βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας (Πηγή: Ερωτηματολόγιο).

Λιπάνσεις συμβατικής		Λιπάνσεις βιολογικής	
Είδος	Ποσότητα kg/δέντρο	Είδος	Ποσότητα kg/δέντρο
Θειϊκή αμμωνία SO ₃ (21-0-0)	2,5	10-3-3 Ιχνοστοιχεία	4
(20-10-10)	2	6-8-15 3MgO Ιχνοστοιχεία	4
Νιτρικό κάλλιο KNO ₃ (13-0-46)	1	Οργανική ύλη	
		Βίκος	

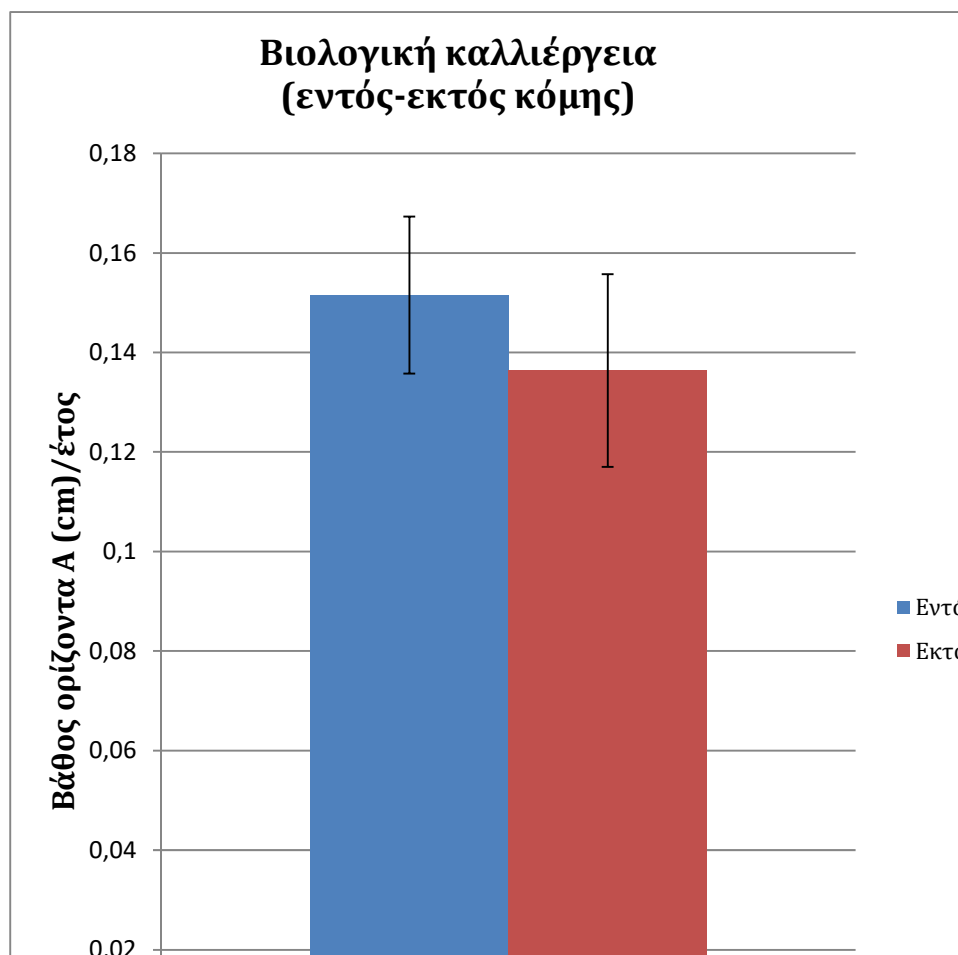
Στον πίνακα 4.3 φαίνονται οι λιπάνσεις που γίνονται σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια δαμασκηνιάς.

4.2 Σύγκριση ορίζοντα Α μεταξύ βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας

Πίνακας 4.4: Βάθος εδαφικού ορίζοντα Α (cm) σε βιολογική καλλιέργεια εντός και εκτός της κόμης.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ		
Δέντρο	Εντός της κόμης (cm)	Εκτός της κόμης (cm)
A1	1	3
A2	3	4
A3	3	1
B1	6	1
B2	2	2
B3	4	5
C1	5	3
C2	3	3
C3	2	4
D1	3	1
D2	5	1
D3	2	5
E1	4	4
E2	4	6
E3	3	2

Στον πίνακα 4.4 παρατηρούμε το βάθος εδαφικού ορίζοντα A σε βιολογική καλλιέργεια δαμασκηιάς εντός και εκτός της κόμης για 5 δέντρα σε 6 σημεία για το κάθε δέντρο.



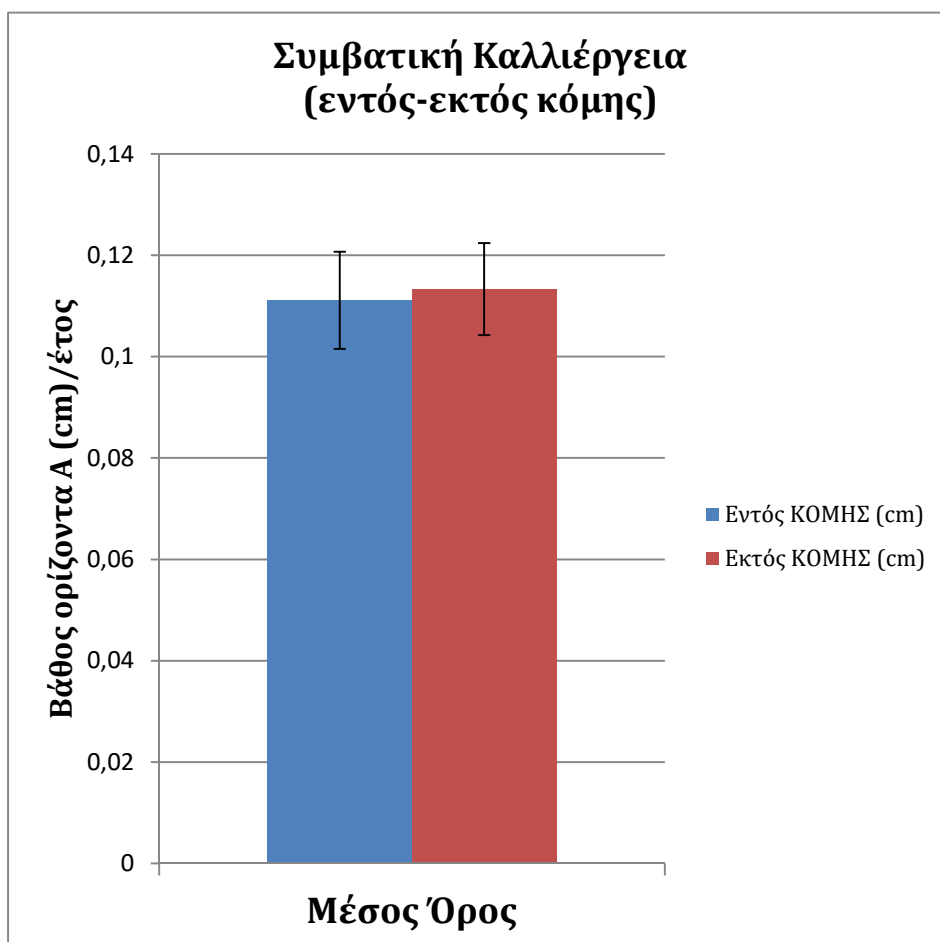
Διάγραμμα 4.2: Το βάθος του εδαφικού ορίζοντα A σε cm/έτος εντός και εκτός της κόμης σε βιολογική καλλιέργεια.

Στο διάγραμμα 4.2 παρατηρείτε ότι στην βιολογική καλλιέργεια εντός της κόμης έχουμε μεγαλύτερη συσσώρευση SOM σε σχέση με την συσσώρευση στο έδαφος εκτός της κόμης. Εντός της κόμης είχαμε συσσώρευση 0,15 cm/έτος και εκτός της κόμης 0,13 cm/έτος για 22 χρόνια. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.2 δεν έχουμε στατιστικές διαφορές και μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικά.

Πίνακας 4.5: βάθος εδαφικού ορίζοντα A (cm) σε συμβατική καλλιέργεια εντός και εκτός της κόμης.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ		
Δέντρο	Εκτός της κόμης (cm)	Εκτός της κόμης (cm)
A1	4	3
A2	2	4
A3	5	3
B1	3	2
B2	5	5
B3	2	3
C1	3	3
C2	4	5
C3	2	3
D1	3	2
D2	5	3
D3	2	4
E1	4	5
E2	3	2
E3	3	4

Στον πίνακα 4.5 παρατηρούμε το βάθος εδαφικού ορίζοντα A σε συμβατική καλλιέργεια δαμασκηνιάς εντός και εκτός της κόμης για 5 δέντρα σε 6 σημεία για το κάθε δέντρο.



Διάγραμμα 4.3: Το βάθος του εδαφικού ορίζοντα A σε cm/έτος εντός και εκτός της κόμης σε συμβατική καλλιέργεια.

Στο διάγραμμα 4.3 παρατηρείτε ότι στην συμβατική καλλιέργεια εντός της κόμης έχουμε ελάχιστα μικρότερη συσσώρευση SOM σε σχέση με την συσσώρευση στο έδαφος εκτός της κόμης. Εντός της κόμης είχαμε συσσώρευση 0,111 cm/έτος και εκτός της κόμης 0,113 cm/έτος για 30 χρόνια. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.3 δεν έχουμε στατιστικές διαφορές και μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικά.

Πίνακας 4.6: ο μέσος όρος για το βάθος εδαφικού ορίζοντα A (cm) σε βιολογική καλλιέργεια εντός και εκτός της κόμης.

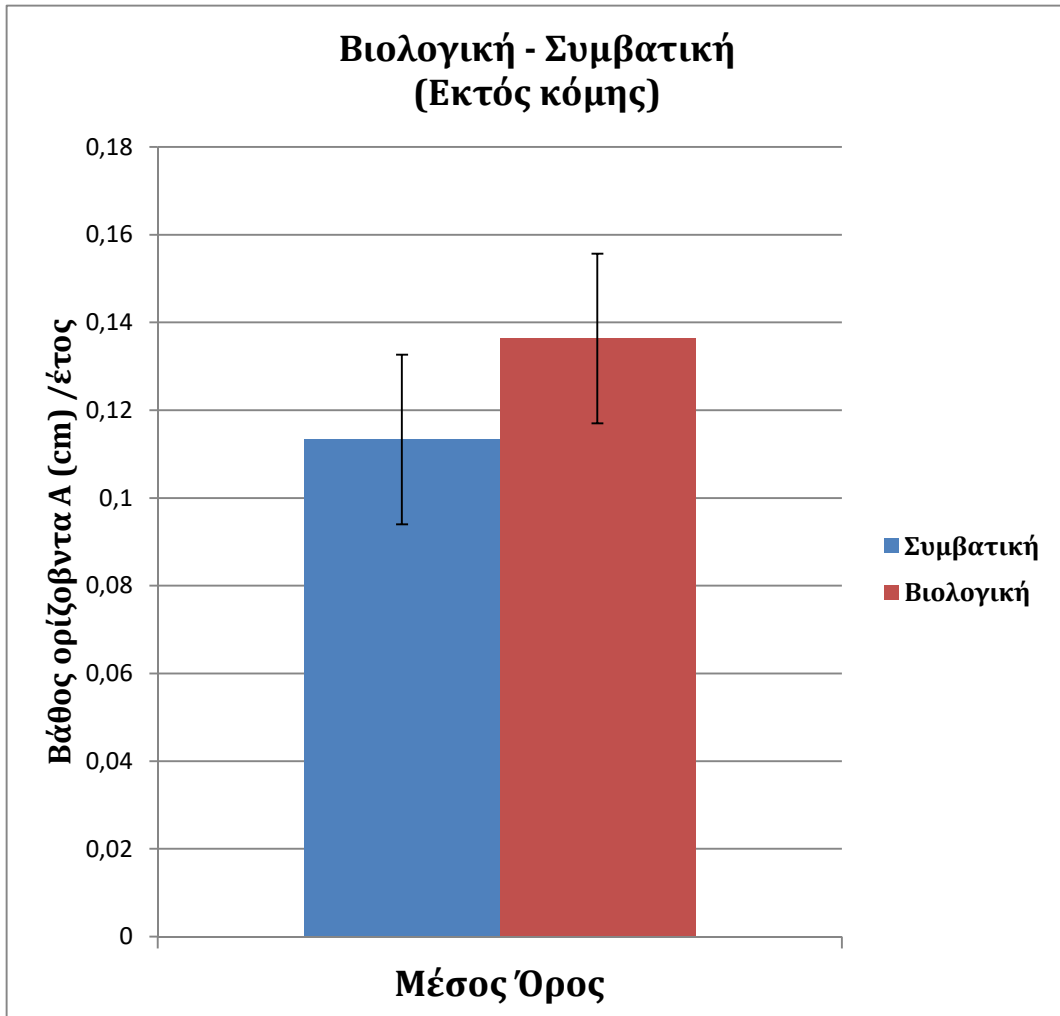
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ - Μέσος όρος κάθε δέντρου (cm)		
Δέντρο	Εντός της κόμης	Εκτός της κόμης
A	2,33	2,67
B	4,00	3,33
C	3,33	3,33
D	3,33	2,33
E	3,67	4,00

Στον πίνακα 4.6 παρατηρούμε τον μέσο όρο για το βάθος (cm) εδαφικού ορίζοντα A σε βιολογική καλλιέργεια δαμασκηλιάς εντός και εκτός της κόμης για κάθε δέντρο.

Πίνακας 4.7: Ο μέσος όρος για το βάθος εδαφικού ορίζοντα A (cm) σε βιολογική καλλιέργεια εντός και εκτός της κόμης.

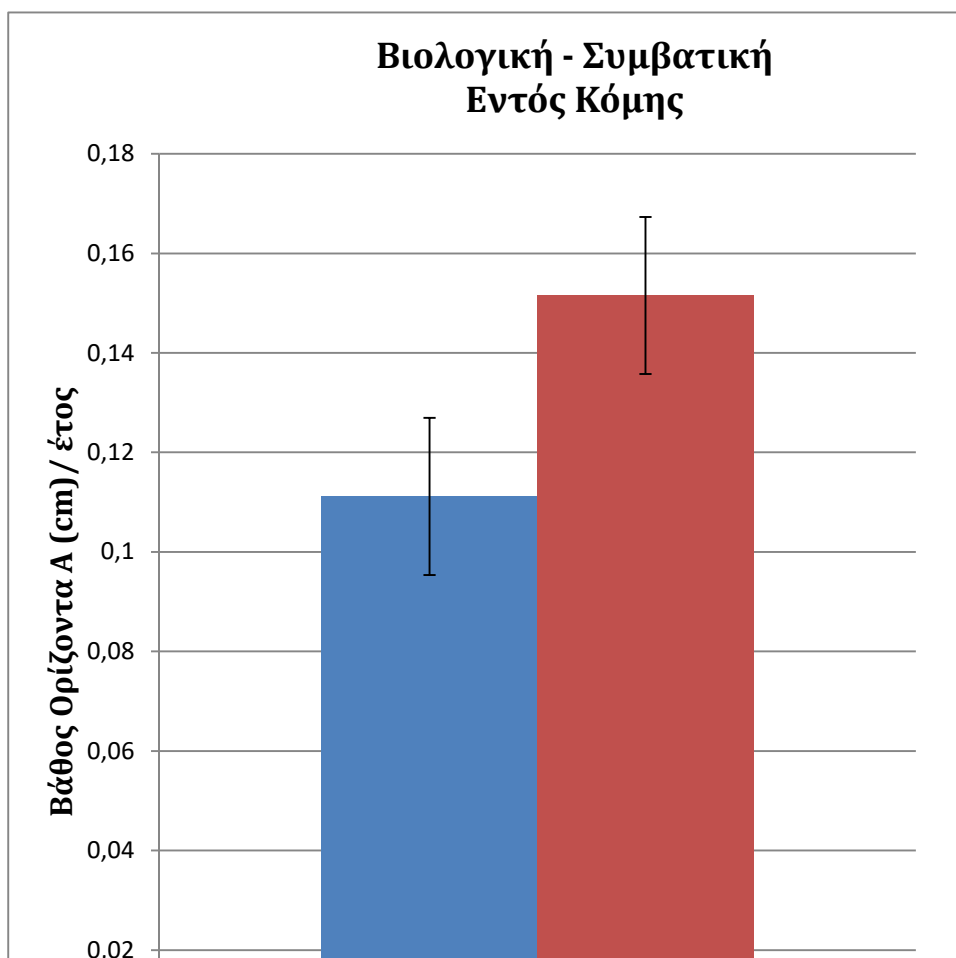
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ - Μέσος όρος κάθε δέντρου (cm)		
Δέντρο	Εντός της κόμης	Εκτός της κόμης
A	3,67	3,33
B	3,33	3,67
C	3,00	3,67
D	3,33	3,00
E	3,33	3,67

Στον πίνακα 4.7 παρατηρούμε τον μέσο όρο για το βάθος (cm) εδαφικού ορίζοντα A σε συμβατική καλλιέργεια δαμασκηλιάς εντός και εκτός της κόμης για κάθε δέντρο.



Διάγραμμα 4.4: Ο μέσος όρος του βάθους του εδαφικού ορίζοντα A σε cm/έτος εκτός της κόμης σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια.

Στο διάγραμμα 4.4 παρατηρείτε ότι στην συμβατική καλλιέργεια εκτός της κόμης έχουμε ελάχιστα μικρότερη συσσώρευση SOM σε σχέση με την συσσώρευση στο έδαφος εκτός της κόμης σε βιολογική καλλιέργεια. Στη συμβατική καλλιέργεια είχαμε συσσώρευση 0,11 cm/έτος για 30 χρόνια, ενώ στη βιολογική καλλιέργεια παρατηρείτε συσσώρευση 0,13 cm/έτος για 22 χρόνια. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.4 δεν έχουμε στατιστικές διαφορές και μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικά.



Διάγραμμα 4.5: Ο μέσος όρος του βάθους του εδαφικού ορίζοντα Α σε cm/έτος εντός της κόμης σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια.

Στο διάγραμμα 4.5 παρατηρείτε ότι στην συμβατική καλλιέργεια εντός της κόμης έχουμε πολύ μικρότερη συσσώρευση SOM σε σχέση με την συσσώρευση στο έδαφος εντός της κόμης σε βιολογική καλλιέργεια. Στη συμβατική καλλιέργεια είχαμε συσσώρευση 0,11 cm/έτος για 30 χρόνια, ενώ στη βιολογική καλλιέργεια παρατηρείτε συσσώρευση 0,15 cm/έτος για 22 χρόνια. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.5 έχουμε στατιστικές διαφορές και μπορούμε να πούμε ότι είναι στατιστικώς σημαντικό.

Πίνακας 4.8: Ο ρυθμός συσσώρευσης SOM σε βιολογική καλλιέργεια εντός της κόμης σε σχέση με τον ρυθμό συσσώρευσης εκτός κόμης cm/έτος.

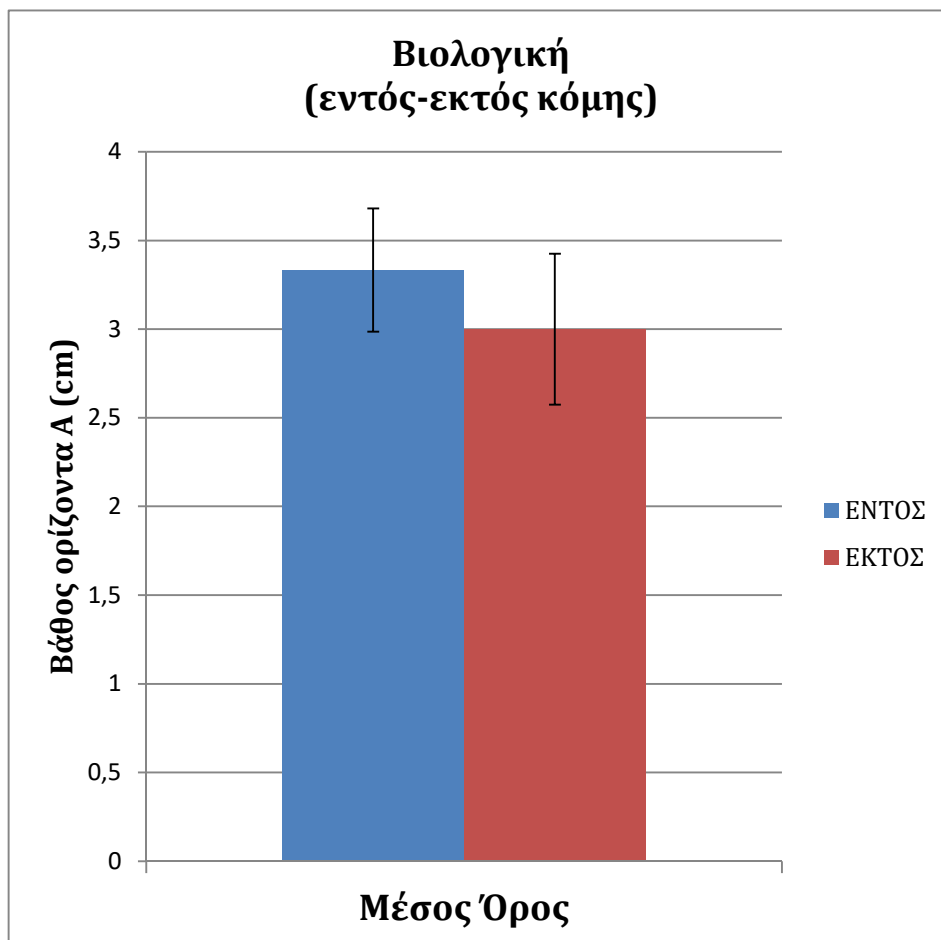
Δέντρο	Βιολογική Καλλιέργεια - Εντός / Εκτός (cm)
A	0,88
B	1,20
C	1,00
D	1,43
E	0,92

Στον πίνακα 4.8 παρατηρούμε τον ρυθμό συσσώρευσης SOM cm/έτος από την δειγματοληψία εντός και εκτός της κόμης για το βάθος εδαφικού ορίζοντα A σε βιολογική καλλιέργεια δαμασκηιάς σε σχέση με την δειγματοληψία που έγινε εκτός της κόμης των 5 δέντρων. Η συσσώρευση που παρατηρείτε στην βιολογική καλλιέργεια κυμαίνεται από 0,9 cm μέχρι 1,42 cm/έτος.

Πίνακας 4.9: Ο ρυθμός συσσώρευσης SOM σε συμβατική καλλιέργεια εντός της κόμης σε σχέση με τον ρυθμό συσσώρευσης εκτός κόμης (cm)/έτος.

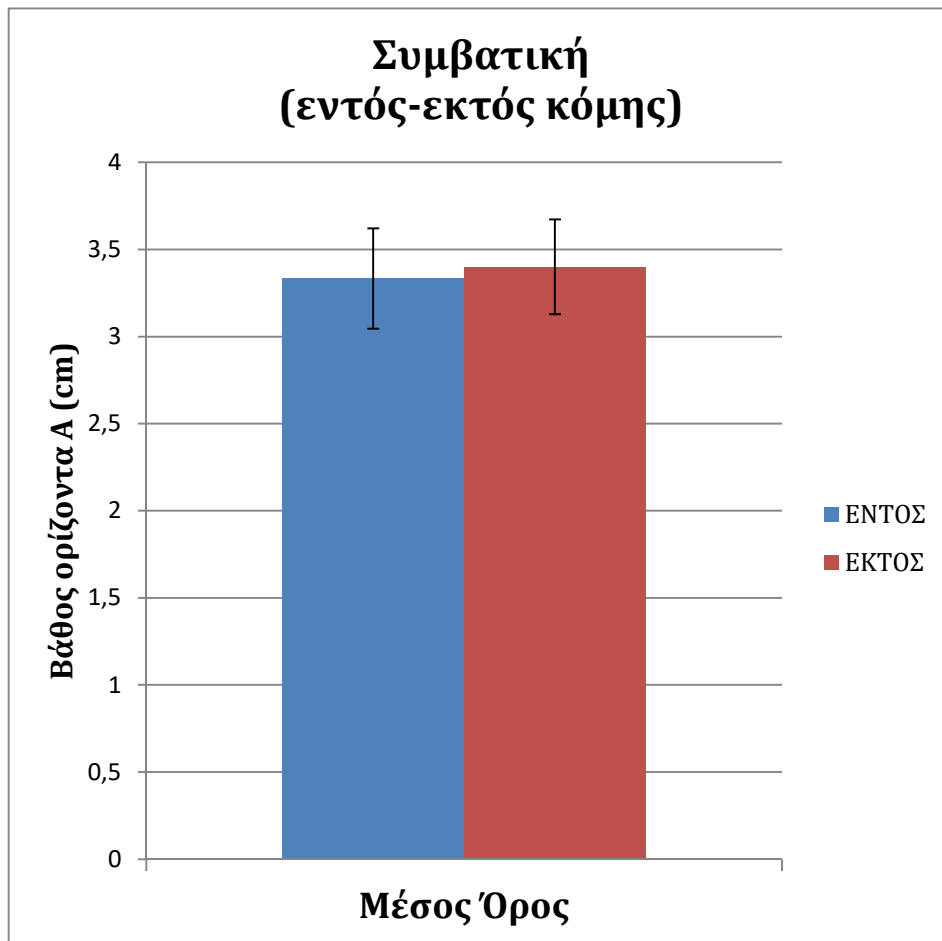
Δέντρο	Συμβατική Καλλιέργεια - Εντός / Εκτός (cm)
A	1,10
B	0,91
C	0,82
D	1,11
E	0,91

Στον πίνακα 4.9 παρατηρούμε τον ρυθμό συσσώρευσης SOM cm/έτος από την δειγματοληψία εντός και εκτός της κόμης για το βάθος εδαφικού ορίζοντα A σε συμβατική καλλιέργεια δαμασκηιάς σε σχέση με την δειγματοληψία που έγινε εκτός της κόμης των 5 δέντρων. Η συσσώρευση SOM που παρατηρείτε στην βιολογική καλλιέργεια κυμαίνεται από 0,9 cm μέχρι 1,1 cm/έτος.



Διάγραμμα 4.6: Ο μέσος όρος του βάθους του εδαφικού ορίζοντα A σε cm/έτος εντός και εκτός της κόμης σε βιολογική καλλιέργεια.

Στο διάγραμμα 4.6 παρατηρούμε ότι το βάθος του ορίζοντα A εντός της κόμης σε βιολογική καλλιέργεια είναι 3,33 cm ενώ εκτός κόμης είναι 3 cm. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.6 δεν έχουμε στατιστικές διαφορές και μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικά.



Διάγραμμα 4.7: Ο μέσος όρος του βάθους του εδαφικού ορίζοντα Α σε cm/έτος εντός και εκτός της κόμης σε βιολογική καλλιέργεια.

Στο διάγραμμα 4.7 παρατηρούμε ότι το βάθος του ορίζοντα Α εντός της κόμης σε βιολογική καλλιέργεια είναι 3,33 cm ενώ εκτός κόμης είναι 3,4 cm. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.5 δεν έχουμε στατιστικές διαφορές και μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικά.

Κεφάλαιο 5

5. Συζήτηση, Συμπεράσματα, Εισηγήσεις

5.1 Συζήτηση

5.1.1 Που οφείλονται οι διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων;

Διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων υπάρχουν λόγω διάφορων ενδογενών και εξωγενών παραγόντων του εδάφους. Στη βιολογική καλλιέργεια αν και πιο νεαρή καλλιέργεια παρατηρήθηκε υψηλότερος ρυθμός συσσώρευση SOM εντός της κόμης σε σχέση με τη συσσώρευση στη συμβατική καλλιέργεια. Στην περίπτωση αυτή αν ανατρέξουμε στο διάγραμμα 4.5 θα δούμε ότι είναι στατιστικώς σημαντική η διαφορά. Η διαφορά αυτή μεταξύ των δύο συστημάτων ενδέχεται να είναι λόγω των διαφορών ως προς τις λιπάνσεις που γίνονται, την κατεργασία του εδάφους και λόγω της συγκαλλιέργειας με βίκο στην βιολογική καλλιέργεια. Επίσης, τα αποτελέσματα που είχαμε στις δύο καλλιέργειες εκτός κόμης, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.4 αν και δεν είναι στατιστικά σημαντικά εμφανίζουν και πάλι μεγαλύτερη συσσώρευση SOM στην βιολογική καλλιέργεια σε σχέση με την συμβατική.

Σε άλλες συγκρίσεις μεταξύ βιολογικών και συμβατικών συστημάτων καλλιέργειας όπως τις ΗΠΑ, έχει βρεθεί η SOM είναι σε υψηλότερα επίπεδα. Λόγω της χρήσης οργανικής ουσίας, κάλυψης της καλλιέργειας, μειωμένης καλλιέργειας και άλλων πρακτικών βιώσιμης διαχείρισης, ερμηνεύονται τα υψηλότερα επίπεδα SOM στο βιολογικό τομέα. Τα επίπεδα SOM βρέθηκαν να

είναι 6,45% για τις οργανικές και ελαφρώς χαμηλότερες στις συμβατικές καλλιέργειες με 4,97% (Nessly D., 2015).

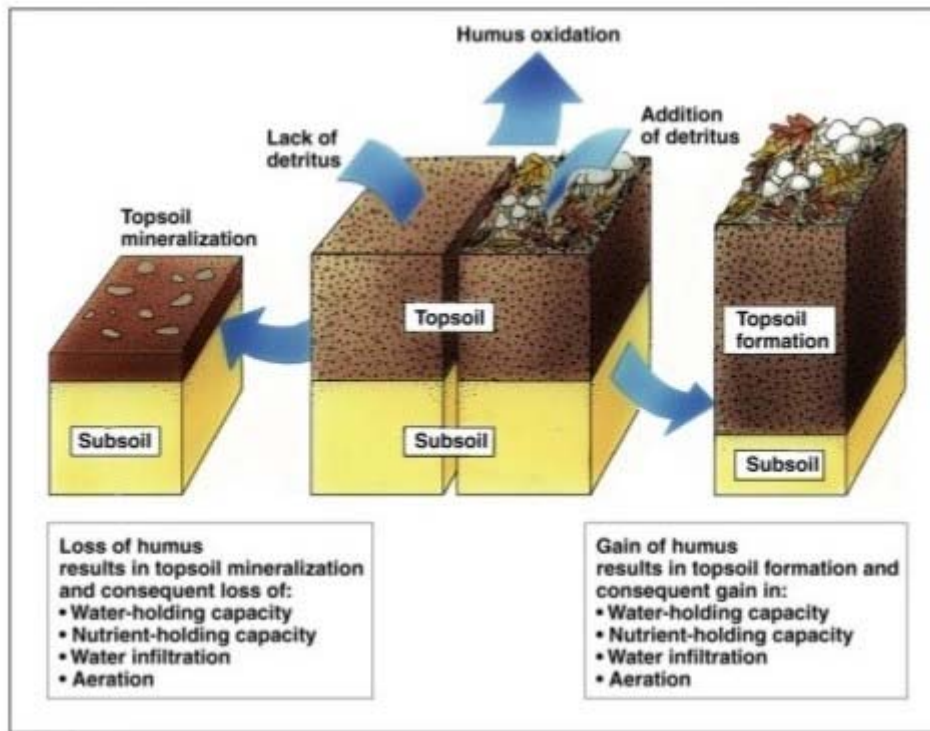
Από την άλλη πλευρά εντός της κόμης βρήκαμε μεγαλύτερη συσσώρευση SOM, αν και με μικρή διαφορά σε σχέση με την συσσώρευση εκτός της κόμης (Πίνακας 4.2). Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται σε κάποιους παράγοντες, όπως για παράδειγμα, στο ότι κάτω από τη κόμη γίνεται εισαγωγή οργανικής ουσίας ενώ το έδαφος απορροφά και τα συστατικά από τα αποσυντιθέμενά φύλλα που πέφτουν από τα δέντρα. Άλλος λόγος μπορεί να είναι η σκίαση που υπάρχει κάτω από την κόμη, έτσι οι ζώντες οργανισμοί του εδάφους επιβιώνουν πιο εύκολα λόγω ευνοϊκών θερμοκρασιών και υγρασίας. Παράλληλα, οι διεργασίες ανακύκλωσης της οργανικής ύλης από τους μικροοργανισμούς του εδάφους γίνονται πιο εύκολα λόγω των παραπάνω συνθηκών.

5.1.2 Η ωφέλεια από την αυξημένη SOM

Τα φυτικά υπολείμματα καλλιεργειών με την κατάλληλη διαχείριση οδηγούν στην προσθήκη οργανικής ύλης στο έδαφος η οποία σύμφωνα με τον FAO (2005):

1. βελτιώνει την ποιότητα της σποράς και αυξάνει διείσδυση του νερού και την ικανότητα συγκράτησης του εδάφους, ρυθμίζει το pH και διευκολύνει τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών
2. αυξάνει την αποθήκευση C στο έδαφος
3. παρέχει θρεπτικά συστατικά για τη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους και την πρόσληψη από τα φυτά.
4. συλλαμβάνει τις βροχοπτώσεις στην επιφάνεια και έτσι έχουμε αυξημένη διείσδυση του νερού και αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία στο έδαφος
5. παρέχει κάλυψη για την προστασία του εδάφους από το να διαβρωθεί.

6. μειώνει την εξάτμιση και συμβάλει στην αποφυγή της αποξήρανσης της επιφάνειας του εδάφους.



Εικόνα 13: Η σημασία του χούμου (και κατ' επέκταση SOM) στο έδαφος (Whrite T. R., 2004).

Στην Εικόνα 13 μπορούμε να παρατηρήσουμε τις ωφέλειες στο έδαφος από την συσσώρευση περισσότερης SOM.

Η συμβατική καλλιέργεια του εδάφους μπορεί να προκαλέσει τη διάσπαση και την αποσύνθεση του προστατευμένου SOM ειδικά μετά από αρκετά χρόνια χωρίς καλλιέργεια. Αυτή η κατανομή της SOM μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη συμπύκνωση και μείωση της χωρητικότητας αποθήκευσης νερού ενός εδάφους (Hathaway-Jenkins L. J., 2011).

Η συμβατική καλλιέργεια επιφέρει απώλεια του χούμου στο επιφανειακό έδαφος και έχει ως αποτέλεσμα την ανοργανοποίηση του με επακόλουθο την απώλεια:

1. ικανότητας συγκράτησης νερού
2. ικανότητας διατήρησης θρεπτικών ουσιών

3. διήθησης του νερού
4. αερισμού του εδάφους

Από την άλλη πλευρά η βιολογική καλλιέργεια επιφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα από τη συμβατική καλλιέργεια. Η απόκτηση του χούμου έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό και την αύξηση του επιφανειακού εδάφους με ωφέλειες στα πιο κάτω:

1. ικανότητας συγκράτησης νερού
2. ικανότητας διατήρησης θρεπτικών ουσιών
3. διήθησης του νερού
4. αερισμός του εδάφους

5.1.3 Τα πλεονεκτήματα της οργανικής λίπανσης και της αμειψισποράς για το αγρο-οικοσύστημα

5.1.3.1 Αμειψισπορά

Στο σύστημα βιολογικής καλλιέργειας το οποίο είχε μεγαλύτερο ρυθμό SOM γινόταν αμειψισπορά με βίκο. Η εναλλαγή καλλιεργειών έχει πολλά αγρονομικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη σε σύγκριση με την καλλιέργεια μονοκαλλιέργειας. Η κατάλληλη εναλλαγή καλλιεργειών αυξάνει την οργανική ύλη στο έδαφος, βελτιώνει τη δομή του εδάφους, μειώνει την υποβάθμιση του εδάφους και μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερες αποδόσεις και μεγαλύτερη μακροπρόθεσμη κερδοφορία της εκμετάλλευσης. Τα αυξημένα επίπεδα οργανικής ύλης του εδάφους αυξάνουν την κατακράτηση νερού και θρεπτικών ουσιών και μειώνουν τις απαιτήσεις συνθετικών λιπασμάτων. Η βελτίωση της δομής του εδάφους με τη σειρά του βελτιώνει την αποστράγγιση, μειώνει τον κίνδυνο καταστροφής των υδάτων κατά τη διάρκεια των πλημμυρών και αυξάνει την παροχή νερού στο έδαφος κατά τη διάρκεια της ξηρασίας. Επιπλέον, η αμειψισπορά συμβάλει αποτελεσματικά τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Η ενθάρρυνση της παραγωγής φυτικών προϊόντων στην Ευρώπη θα

μειώσει επίσης την εξάρτησή μας από εισαγόμενες ζωοτροφές πρωτεΐνης σόγιας, η καλλιέργεια των οποίων οδηγεί σε μεγάλες αρνητικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές εξωτερικές επιπτώσεις, όπως είναι οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και οι εκτοπισμοί των αυτοχθόνων πληθυσμών (IFOAM, 2012).

Η εναλλαγή των καλλιεργειών χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των ζιζανίων και των ασθενειών και περιορίζει την προσβολή των εντόμων και άλλων παρασίτων και ως εκ τούτου μειώνει σημαντικά τη χρήση φυτοφαρμάκων. Οι οσπριοειδείς καλλιέργειες στην περιστροφή σταθεροποιούν το ατμοσφαιρικό άζωτο και την δεσμεύουν στο έδαφος, αυξάνοντας τη γονιμότητα και μειώνοντας την ανάγκη για συνθετικά λιπάσματα και τη χρήση φυτοφαρμάκων (IFOAM, 2012).

Η εναλλαγή καλλιεργειών που εφαρμόζεται για μεγάλο χρονικά διάστημα, συνήθως αυξάνει την περιεκτικότητα σε οργανική ύλη στο έδαφος και η αύξηση αυτή επηρεάζει τις μεταγενέστερες καλλιέργειες ευεργετικά. Αντίθετα, οι περισσότερες έρευνες δείχνουν ότι οι βραχείες εναλλαγές, όπως της σόγιας και καλαμποκιού σε σύγκριση με τον συνεχή αραβόσιτο, έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της οργανικής ύλης του εδάφους (Bullock G. D., 2008).

5.1.4 Βίκος και οργανική λίπανση

5.1.4.1 Εποχιακές καλλιέργειες και εδαφικός C

Μετά από μακροχρόνιες μελέτες που έγιναν από το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών Κύπρου, παρατηρήθηκε ότι για την ανάπτυξη και παραγωγή του βίκου αξιοποιείται το ατμοσφαιρικό N και δεν χρειάζεται πρόσθετη λίπανση N. Αυξημένη παραγωγή βίκου παρατηρήθηκε προσθέτοντας ελάχιστη ποσότητα N σε εποχή με υψηλή βροχόπτωση. Κριθάρι το οποίο ακολουθεί καλλιέργεια βίκου ξεπέρασε σε παραγωγή το κριθάρι σε μονοκαλλιέργεια ακόμα και με πρόσθετη ποσότητα λίπανσης N. Η συνολική δέσμευση ή παραγωγή N από τον βίκο υπολογίστηκε να είναι 21,2gr / δεκάριο καθαρό άζωτο από τα οποία τα 12,6gr ήταν στη χορτομάζα του βίκου (Papastylianou I., 1998).

Ο βίκος (*Vicia villosa*), καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να καλλιεργηθεί ως χειμερινό καλυπτικό εδάφους, για την καταστολή των ζιζανίων σε υποτροπικές περιοχές καθώς και στις εύκρατες περιοχές (Anugroho F. et al., 2009).

Πειράματα έχουν γίνει σε διάφορες χώρες, με σκοπό να μελετηθούν και να προσδιοριστούν οι ποσότητες άνθρακα που προστέθηκαν στο έδαφος από ρίζες σιταριού (*Triticum aestivum* L.) και μωβ βίκου (*Vicia benghalensis* L.) που σπάρθηκαν σε εναλλαγή με αρδευόμενο βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.). Έτσι, ο άνθρακας που προστίθεται σε Vertosols από τις ρίζες του σίτου μπορεί να είναι της τάξης των 2-3 t C / ha (Mukumbareza C. et al., 2016).

Η χρήση εναλλαγής καλλιεργειών βρώμης αραβοσίτου και αραβοσίτου βίκου έχουν δείξει βελτιώσεις στα ελαφρά κλάσματα οργανικής ύλης (Dube et al., 2012). Οι εναλλαγές αραβοσίτου βρώμης έχουν παρατηρηθεί να παράγουν υπολείμματα που αποδομούνται πιο αργά, και είναι πιο επίμονα στο να παρέχουν σάπια φύλλα με οφέλη διατήρησης υγρασίας και καταστολή των ζιζανίων. Από την άλλη πλευρά, τα υπολείμματα από εναλλαγή αραβοσίτου βίκου διασπώνται ταχύτερα, απελευθερώνοντας θρεπτικά συστατικά προς όφελος της επόμενης καλλιέργειας (Mukumbareza C. et al., 2016).

Οι συγκαλλιέργειες αναφέρεται να μετριάζουν τις αναλογίες C, N, με αποτέλεσμα την ενδιάμεση αποσύνθεση και ανοργανοποίηση σε σύγκριση με τις καλλιέργειες ενός μόνο είδους (Sainju et al., 2005).

Ο SOC προτείνεται ως πρωταρχικός δείκτης της ποιότητας του εδάφους. Η επιστροφή περισσότερων υπολειμμάτων στο έδαφος συνδέεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του SOC και η συγκαλλιέργεια καλλιεργειών κάλυψης θα μπορούσαν να έχουν σημαντικό αποτέλεσμα από την άποψη αυτή (Mukumbareza C. et al., 2016).

5.1.5 Η σχέση SOM και δέσμευσης άνθρακα στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής

Από την άλλη πλευρά συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του Διαγράμματος 4.4 το βάθος του εδαφικού ορίζοντα A μεταξύ βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας διαπιστώνουμε ότι ο ορίζοντας A στην βιολογική καλλιέργεια εκτός κόμης είχε μεγαλύτερη συσσώρευση SOM σε σχέση με την συμβατική καλλιέργεια. Παρατηρώντας το Διάγραμμα 4.5 είχαμε σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα εντός της κόμης, όπου στην βιολογική καλλιέργεια ο εδαφικός ορίζοντας A ήταν και πάλι πιο βαθύς σε σχέση με την συμβατική καλλιέργεια. Αυτό ίσως να οφείλετε στις επεμβάσεις του παραγωγού με την τοποθέτηση οργανικής ύλης και της συγκαλλιέργειας βίκου στην βιολογική καλλιέργεια.

Η SOM περιέχει περίπου 55-60% C κατά μάζα. Σε πολλά εδάφη, αυτός ο C περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος ή το σύνολο του αποθέματος C που αναφέρεται ως SOC εκτός από τις ανόργανες μορφές του εδάφους C. Παρόμοια με την SOM, το SOC διαιρείται σε διαφορετικές ομάδες ανάλογα με τη φυσική και χημική του σταθερότητα (Lefèvre C. et al., 2017). Ο όρος «δέσμευση άνθρακα» χρησιμοποιείται συνήθως για να περιγράψει οποιαδήποτε αύξηση της περιεκτικότητας σε SOC που προκαλείται από μια αλλαγή στη διαχείριση της γης, με την ένδειξη ότι η αυξημένη αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος (C) μετριάξει την αλλαγή του κλίματος. Ωστόσο, αυτό ισχύει μόνο αν η πρακτική διαχείρισης προκαλεί μια πρόσθετη καθαρή μεταφορά του C από την ατμόσφαιρα στη γη. Οι περιορισμοί της απομόνωσης C για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνουν τους ακόλουθους περιορισμούς: (i) η ποσότητα του C που αποθηκεύεται στο έδαφος είναι πεπερασμένη, (ii) η διαδικασία είναι αντιστρεπτή και (iii) ακόμη και αν αυξάνεται το SOC, μπορεί να υπάρξουν αλλαγές στις ροές άλλων αερίων του θερμοκηπίου, ιδίως του οξειδίου του αζώτου (N₂O) και του μεθανίου. Η αφαίρεση της γης από την ετήσια καλλιέργεια και η μετατροπή της σε δάση, λειμώνες ή πολυετείς καλλιέργειες μπορεί να απομακρύνει περισσότερο ατμοσφαιρικό CO₂ και να συμβάλει πραγματικά στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (Powlson S. D., 2011).

Λόγω της μεγάλης ποσότητας C που περιέχεται στην οργανική ύλη στα εδάφη του πλανήτη, είναι απολύτως σκόπιμο να εξεταστεί πώς η διαχείρισή της θα μπορούσε να μετριάσει ή να επιδεινώσει την κλιματική αλλαγή. Εκτιμάται ότι το παγκόσμιο απόθεμα SOC κυμαίνεται από 684-724 Pg σε βάθος 30cm και 1462-1548 Pg σε βάθος 1m (Batjes H. N., 1996).

Η αποθήκευση SOC εξαρτάται από την ισορροπία εισροών και εξόδων οργανικού άνθρακα. Η αλλαγή SOC είναι μια δυναμική διαδικασία και η πιο άμεση και αποτελεσματική μέθοδος για την αύξηση της SOC είναι η εισαγωγή οργανικής ύλης μέσω καταλοίπων φυτών, καταλοίπων ριζών και εκκρίσεων και τροποποιήσεων οργανικής ύλης (Liang F. et al., 2016).

5.1.5.1 Οργανική λίπανση και εδαφικός C

Δεδομένου ότι η ζωική οργανική ύλη περιέχει οργανική ύλη, αναμένεται γενικά η αύξηση της περιεκτικότητας SOC, όπως αναφέρεται σε πολλές μεμονωμένες μελέτες. Για παράδειγμα, στις νοτιοανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες, παρατηρήθηκε αύξηση στην επιφάνεια του εδάφους (0-20cm) SOC περίπου 3,2mg C ha⁻¹ μετά από 10 χρόνια εφαρμογής απορριμμάτων πουλερικών σε σύγκριση με εδάφη ανόργανων λιπασμάτων (Maillard E. and Angers A. D., 2013).

Σε σχέση με τα μη λιπασμένα εδάφη, οι διετείς χρήσεις των 40 και 80mg ha οργανικής ύλης αύξησαν το C, N και τις συνολικές περιεκτικότητες σε υδατάνθρακες του συνόλου του εδάφους και όλων των κλασμάτων των σωματιδίων. Τα ανόργανα λιπάσματα και η ζωική οργανική ύλη αύξησαν τόσο την περιεκτικότητα C των κλασμάτων αργίλου και πηλού σε σχέση με μη διαχειριζόμενα εδάφη (Angers D.A. and N'Dayegamiye A., 1990).

Η εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων και ιδιαίτερα οργανικής ύλης, είτε μόνη είτε σε συνδυασμό με ανόργανα λιπάσματα, αυξάνει τη συγκέντρωση SOC. Αντίθετα, οι εφαρμογές ανόργανων λιπασμάτων έχουν συχνά δημιουργήσει αντιφατικές επιδράσεις στις συγκεντρώσεις SOC και κλάσματά τους: ενίσχυση, καταστολή ή καμία επίδραση (Liang Q. et al., 2014).

Από την άλλη πλευρά, μπορεί με την εξάπλωση της οργανικής ύλης να υπάρξουν και κάποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον όπως για παράδειγμα η ροή της οργανικής ύλης μέσα σε ποτάμια με αποτέλεσμα την αύξηση του βιολογικά απαιτούμενου οξυγόνου και να είναι θανατηφόρο για την υδρόβια ζωή. Επίσης σε βαριά εδάφη μπορεί να εισέλθει από σχισμές που δημιουργούνται στο έδαφος. Από την άλλη σε αμμώδη εδάφη δεν παρατηρείται το φαινόμενο αυτό γιατί δρουν σαν φίλτρα. Άλλη μια πιθανή επίπτωση που υπάρχει είναι η ρύπανση του αέρα από τις οσμές που δημιουργούνται από την εξάπλωση της οργανικής ύλης στους αγρούς (Lampkin N., 1990).

5.1.6 Περιορισμοί της μελέτης

Για καλύτερα αποτελέσματα στη μελέτη, έπρεπε να γίνουν κάποια επιπλέον βήματα τα οποία περιγράφονται πιο κάτω.

1. Η αύξηση του αριθμού των δειγμάτων και η επέκταση της μελέτης και σε άλλες καλλιέργειες θα έδινε πιο αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα.
2. Επίσης η μελέτη θα έπρεπε να γίνει και σε διάφορες χρονικές στιγμές. Θα μπορούσε να γίνει και τις τέσσερις εποχές του χρόνου γιατί με αυτό τον τρόπο θα είχαμε και διαφορετικά αποτελέσματα όσον αφορά την συσσώρευση της SOM και SOC στο έδαφος.
3. Στο πεδίο μελέτης μας όπως είδαμε γινόταν συγκαλλιέργεια με βίκο. Θα μπορούσε να εξεταστεί κατά πιο χρονικό σημείο της ανάπτυξης του βίκου γίνεται μεγαλύτερη δέσμευση ή απώλεια C.

Εκτός από την απλή μέθοδο μέτρησης του πάχους του ορίζοντα A υπάρχουν και άλλες πιο ακριβείς μέθοδοι για τον προσδιορισμό της SOM και SOC που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και παρατίθενται παρακάτω (Βλέπε Κεφ 5.1.7-9)

5.1.7 Ημι-ποσοτικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της οργανικής ύλης

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι για την ημι-ποσοτική εκτίμηση της οργανικής ύλης σε εδάφη και ιζήματα. περιεκτικότητα σε οργανική ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια πρόχειρη εκτίμηση της συνολικής περιεκτικότητας σε οργανικό άνθρακα. Οι ημι-ποσοτικές μέθοδοι βασίζονται στην αδιάκριτη αφαίρεση όλων των οργανικών ουσιών, ακολουθούμενη από τον σταθμιστικό προσδιορισμό της απώλειας βάρους του δείγματος. Οι δύο βασικές ημιποσοτικές μέθοδοι είναι: (1) η απώλεια κατά την ανάφλεξη και (2) η πέψη με υπεροξειδίου του υδρογόνου.

5.1.8 Ποσοτικές τεχνικές για τον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα

Τόσο οι καταστροφικές όσο και οι μη καταστροφικές τεχνικές είναι διαθέσιμες για τον προσδιορισμό του ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) και του συνολικού άνθρακα στα εδάφη και τα ιζήματα. Οι καταστροφικές τεχνικές είναι μακράν οι πιο συνηθισμένες τεχνικές που χρησιμοποιούνται σήμερα και γενικά περιλαμβάνουν κάποια μορφή προετοιμασίας ή προεπεξεργασίας δειγμάτων ακολουθούμενη από εκχύλιση και ποσοτικοποίηση δείγματος. Οι τρεις βασικές αρχές των καταστροφικών τεχνικών είναι: (1) η υγρή οξείδωση ακολουθούμενη από τιτλοδότηση με θειικό αμμώνιο σίδηρο ή φωτομετρικό προσδιορισμό της υγρής οξείδωσης Cr₃ + (2) υγρή οξείδωση ακολουθούμενη από τη συλλογή και τη μέτρηση του εξελιγμένου CO₂, και (3) την ξηρή καύση σε υψηλή θερμοκρασίες σε φούρνο με συλλογή και ανίχνευση εξελιγμένου CO₂. Μια καινοτόμος μη καταστροφική τεχνική που χρησιμοποιεί μη ελαστική σκέδαση νετρονίων αναπτύσσεται επίσης για τον προσδιορισμό του TOC.

Η τυπική τεχνική υγρής χημείας για την εκχύλιση του δείγματος περιλαμβάνει την ταχεία διχρωμική οξείδωση της οργανικής ύλης. Ίσως η πιο γνωστή από τις μεθόδους ταχείας διχρωμάτωσης οξείδωσης είναι η μέθοδος Walkley-Black, η οποία υπήρξε η μέθοδος αναφοράς για σύγκριση με άλλες μεθόδους σε πολυάριθμες μελέτες.

Η διαδικασία Walkley-Black χρησιμοποιείται ευρέως επειδή είναι απλή, γρήγορη και έχει ελάχιστες ανάγκες εξοπλισμού. Ωστόσο, αυτή η διαδικασία έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί στην ατελή οξείδωση του οργανικού C και είναι ιδιαίτερα φτωχή για την αφομοίωση των στοιχειωδών μορφών C.

Οι τεχνικές ξηρής χημείας μπορούν να χωριστούν σε δύο φάσεις, δηλαδή στην καύση δειγμάτων και στην ποσοτικοποίηση του δείγματος. Η τεχνική καύσης του δείγματος συνίσταται στην καύση του δείγματος σε φούρνο σε αυξημένες θερμοκρασίες. Το τελικό προϊόν της καύσης είναι το CO₂ το οποίο ποσοτικοποιείται με τεχνικές τιτλομετρικής, βαρυμετρικής, μανομετρικής, φασματοφωτομετρικής ή αέριας χρωματογραφίας. Οι τεχνικές ξηρής χημείας αναφέρονται συνήθως ως ολικές τεχνικές άνθρακα αλλά με την απουσία ή απομάκρυνση ανόργανων ανθρακικών αλάτων, αυτές οι τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ποσοτικοποίηση του TOC.

5.1.9 Ποιοτικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα

Υπάρχουν δύο μέθοδοι για τον δομικό χαρακτηρισμό των μορφών οργανικού άνθρακα σε εδάφη και ιζήματα. Μία από αυτές τις ποιοτικές μεθόδους βασίζεται σε φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR) και η άλλη στην φασματοσκοπία μετασχηματισμού Fourier με υπέρυθρη ανακλαστικότητα (DRIFT) (Schumacher B. A., 2002).

5.2 Συμπεράσματα

Από τη σύγκριση που έγινε ανάμεσα στα δύο είδη καλλιεργειών, τη βιολογική και τη συμβατική, μπορούμε να καταλήξουμε στα παρακάτω συμπεράσματα.

Μετά από τα αποτελέσματα που είχαμε από τις δειγματοληψίες στις δύο καλλιέργειες συμπεραίνουμε ότι με την χρήση της βιολογικής γεωργίας αντί της συμβατικής υπάρχουν δυνατότητες δέσμευσης περισσότερου SOC που μπορεί να οδηγήσει σε μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Απαντώντας τώρα στα ερευνητικά ερωτήματα που είχαν τεθεί βάση των αποτελεσμάτων στο κεφάλαιο 4, θα λέγαμε πως:

5.2.1.1 Στη βιολογική καλλιέργεια παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συσσώρευση SOM άρα και μεγαλύτερη συσσώρευση SOC, αφού όπως αναφέρουν οι Lefèvre C. et al., (2017) η SOM περιέχει περίπου 55-60% C κατά μάζα. Ο ρυθμός συσσώρευσης SOM εντός της κόμης είναι 0,15cm/έτος (Διάγραμμα 4.5), ενώ εκτός κόμης 0,13cm/έτος (Διάγραμμα 4.4). Στη συμβατική καλλιέργεια είχαμε μικρότερο ρυθμό συσσώρευσης, άρα και ποσότητα SOM.

5.2.1.2 Οι διαφορές που βρήκαμε στις δύο καλλιέργειες βάση των αποτελεσμάτων οφείλονται πιθανόν στο τρόπο λίπανσης της κάθε καλλιέργειας, στην αμειψισπορά με βίκο για την βιολογική καλλιέργεια, στην καλλιέργεια του εδάφους και στην προσθήκη ζωικής οργανικής ύλης.

5.2.1.3 Η ποσότητα οργανικού φορτίου εντός της κόμης στη βιολογική καλλιέργεια τείνει να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα εκτός κόμης, αυτό ίσως να οφείλετε στο ότι κάποιες εργασίες γίνονται πιο εντατικά κάτω από τη κόμη. Για παράδειγμα η εφαρμογή οργανικής ύλης γίνεται περιμετρικά του κορμού του δέντρου, το ίδιο και οι λιπάνσεις. Άλλος ένας λόγος είναι η καλλιέργεια βίκου μέσα στον οπωρώνα. Εντός και εκτός κόμης μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει αρκετή διαφορά σε σχέση με την συμβατική καλλιέργεια όπου δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ τους. Στη συμβατική καλλιέργεια έχουμε ελάχιστα μεγαλύτερη ποσότητα οργανικού φορτίου αυτή τη φορά εκτός

κόμης. Αυτό ίσως να οφείλετε και πάλι στις εργασίες που γίνονται για συντήρηση των δέντρων εντός και πάνω στη κόμη, με χημικά λιπάσματα, πιο εντατική καλλιέργεια εδάφους και τους χημικούς ψεκασμούς που έχουν ως αποτέλεσμα τη χαμηλότερη συσσώρευση SOM.

5.3 Εισηγήσεις

Η μελέτη αυτή έγινε μόνο σε ένα χωριό της ορεινής Λευκωσίας από ολόκληρη την Κύπρο. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί από το συγκεκριμένο δείγμα, δεν αποτελούν αντιπροσωπευτικό αποτέλεσμα για όλο το νησί ώστε να μπορεί κανείς να πει με σιγουριά ότι μπορεί να γίνει μετριασμός στην κλιματική αλλαγή με την μετατροπή όλων των καλλιεργειών από συμβατικές σε βιολογικές. Παρόλα αυτά το δείγμα μπορεί να μας δώσει το έναυσμα για περαιτέρω μελέτη και έρευνα.

Θα μπορούσε να μιλήσει κανείς για μετριασμό της κλιματικής αλλαγής μέσα από την βιοκαλλιέργεια μόνο αν είχαμε πάρει δείγματα από πολύ μεγαλύτερο αριθμό καλλιεργειών, βιολογικών και συμβατικών από διάφορες περιοχές του νησιού. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσαμε να έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα και να συγκρίνουμε τις δυο καλλιέργειες.

Καλό θα ήταν να υπάρχει κρατική ενημέρωση των καλλιεργητών για τα οφέλη και το αντίκτυπο στην υγεία και στο περιβάλλον όσον αφορά την βιοκαλλιέργεια. Με αυτό τον τρόπο υποθέτουμε ότι θα ευαισθητοποιηθούν περισσότεροι γεωργοί ως προς το θέμα και θα μετατρέψουν τις καλλιέργειες τους από συμβατικές σε βιολογικές. Επιπλέον μια κρατική χορηγία για οικονομική ενίσχυση των γεωργών που θα επιχειρούσαν την μετατροπή αυτή στις καλλιέργειές τους θα αποτελούσε ένα επιπλέον ισχυρό κίνητρο.

Επιπλέον η διαφήμιση και η επιμόρφωση του κοινού όσον αφορά τα βιολογικά παράγωγα από αυτές τις καλλιέργειες θα αυξάνει την αγορά ζήτησης με επακόλουθο την ανάγκη αύξησης της παραγωγής με τελικό αποτέλεσμα κι άλλοι γεωργοί να στραφούν στην βιοκαλλιέργεια.

Τέλος θα ήταν καλό να γινόταν επίσης και χρηματοδότηση ενός νέου προγράμματος από το αρμόδιο υπουργείο ώστε να μπορέσουν να γίνουν έρευνες σε μεγαλύτερη κλίμακα όσο αφορά την βιοκαλλιέργεια και τις προοπτικές της στο μέλλον.

1. Παράρτημα

1.1 Ερωτηματολόγιο Βιολογικής Καλλιέργειας



ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Όνοματεπώνυμο παραγωγού: Λουκάς Γεωργίου

1. Ενασχόληση με τη γεωργία σε χρόνια

Λιγότερα από 10 11-20 21-30 Πάνω από 30

2. Είδος καλλιέργειας

Βιολογική Συμβατική

3. Ποια είναι η περιοχή στην οποία βρίσκονται οι καλλιέργειες ;
(τοπλησιέστερο χωριό σε ακτίνα 10 χιλιομέτρων) **Κουτραφάς**

4. Ποια είναι η έκταση των καλλιεργειών σε στρέμματα; **52 δεκάρια**

Είδος καλλιέργειας	Τι παράγεται π.χ καρπός	Ποσότητα παραγωγής (Kg) /στρέμμα			Άρδευση Καλλιέργειας	
		2013	2014	2015	Ξερική	Ποτιστική
Εσπεριδοειδή	Καρπός	8000	8000	8000		Ναι
Δέσπολα	Καρπός	6000	6000	6000		Ναι

Δαμασκηλιά	Καρπός	700	835	800		Ναι
Ελιές	Καρπός/λάδι	300	300	300		Ναι
		500 L	500 L	500 L		
Χρυσόμηλα	Καρπός	2000	2000	2000		Ναι
Σύκα	Καρπός	300	300	300		Ναι
Ρόδια	Καρπός	200	200	200		Ναι

5. Η κλίση του εδάφους είναι παρόμοια σε όλες τις καλλιέργειες σας;

Ναι Όχι

6. Τι ποσοστό της καλλιέργειας είναι σε επίπεδο έδαφος και τι σε πλαγιά;

Σε επίπεδο έδαφος 23 %

Σε πλαγιά 77 %

7. Αν η καλλιέργεια είναι σε πλαγιά, ποια η μέση κλίση του εδάφους;

Κάτω από 10% 11-20% 21-30% Πάνω από 31%

8. Αν η καλλιέργεια είναι σε πλαγιά, ποια είναι η μέση έκθεση; (προς τα που κοιτάει)

Ανατολική Δυτική Βόρεια Νότια

1/3 Βορειοανατολικά 1/3 Νοτιοδυτικά 1/3 Ισοτόπι

9. Πόσα από τα στρέμματα των καλλιεργειών σας βρίσκονται σε υψόμετρο:

0-100 μέτρα: _____

101-200 μέτρα: 18 δεκάρια

201-300 μέτρα: 34 δεκάρια

301-400 μέτρα: _____

10. Όλες οι καλλιέργειες σας έχουν παρόμοια ηλικία δέντρων;

Ναι Όχι

11. Προσδιορίστε το ποσοστό της ηλικίας των δέντρων σας

0-30 ετών: 100%

31-60 ετών: _____%

61-90 ετών: _____%

Άνω των 90 ετών: _____%

12. Όλες οι καλλιέργειες είναι παρόμοιας πυκνότητας; (τα δέντρα έχουν παντού την ίδια απόσταση μεταξύ τους)

Ναι Όχι εξαρτάται από το είδος του δέντρου

13. Εάν η πυκνότητα των δέντρων είναι παρόμοια πόση είναι αυτή;

10-20 δέντρα/στρέμμα 20-30 δέντρα/στρέμμα

30-40 δέντρα/στρέμμα 40-50 δέντρα/στρέμμα

14. Εάν η πυκνότητα των δέντρων είναι διαφορετική ποιο είναι το ποσοστό της;

10-20 δέντρα/στρέμμα: _____%

20-30 δέντρα/στρέμμα: _____%

30-40 δέντρα/στρέμμα: _____%

40-50 δέντρα/στρέμμα: _____%

15. Ποια είναι η συχνότητα του κλαδέματος;

- 1 φορά/έτος 2 φορές/έτος 3 φορές/έτος

16. Τι λίπανση χρησιμοποιείτε;

- οργανική χλωρή λίπανση
 κοπριά άλλη.....(Συμπληρώστε)

- 10-3-3 Ιχνοστοιχεία
- 6-8-15 3MgO Ιχνοστοιχεία

17. Τι ποσότητα λίπανσης χρησιμοποιείτε ανά στρέμμα κάθε έτος

Μία χρονιά χλωρή λίπανση και μια οργανική ουσία.

18. Κάνετε συγκαλλιέργεια; (καλλιεργείτε και άλλα φυτά μέσα στις καλλιέργειες σας)

- Ναι Όχι

19. Τι είδη φυτών χρησιμοποιείτε για συγκαλλιέργεια;

- | | | |
|---|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> κουκιά | <input type="checkbox"/> ρεβίθια | <input type="checkbox"/> φασόλια |
| <input type="checkbox"/> σόγια | <input type="checkbox"/> πιζέλια | <input type="checkbox"/> κριθάρι |
| <input checked="" type="checkbox"/> βίκος | <input type="checkbox"/> μηδική | <input type="checkbox"/> βρώμη |
| <input type="checkbox"/> ελαιοκράμβη | <input type="checkbox"/> σίκαλη | <input type="checkbox"/> Αν άλλο συμπληρώστε..... |

20. Αν η καλλιέργεια σας είναι ποτιστική πόση διάρκεια ποτίζετε ανά ημέρα ανά μήνα

	Είδος καλλιέργειας Εσπεριδοειδή	Είδος καλλιέργειας Πυρηνόκαρπα	Είδος καλλιέργειας Ελιές
Ιαν	1/ μήνα 50L/ώρα/3ώρες	Όχι	1/ μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Φεβ	1/ μήνα 50L/ώρα/3ώρες	Όχι	1/ μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Μαρ	2/μήνα 50L/ώρα/3ώρες	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες	2/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Απρ	3/μήνα 50L/ώρα/3ώρες	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες	2/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Μάιος	3/μήνα 50L/ώρα/3ώρες	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες	2/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Ιουν	4/μήνα 50L/ώρα/4ώρες	Κάθε 4 ημέρες 50L/ώρα/3ώρες	3/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Ιουλ	4/μήνα 50L/ώρα/4ώρες	Κάθε 4 ημέρες 50L/ώρα/3ώρες	3/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Αυγ	4/μήνα 50L/ώρα/4ώρες	Κάθε 4 ημέρες 50L/ώρα/3ώρες	3/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Σεπ	2/μήνα 50L/ώρα/3ώρες	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες	2/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Οκτ	3/μήνα 50L/ώρα/3ώρες	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες	2/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Νοε	3/μήνα 50L/ώρα/3ώρες	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες	2/μήνα 50L/ώρα/3ώρες
Δεκ	1/ μήνα 50L/ώρα/3ώρες	Όχι	1/ μήνα 50L/ώρα/3ώρες

1.2 Ερωτηματολόγιο Συμβατικής Καλλιέργειας



ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Όνοματεπώνυμο παραγωγού: Γεώργιος Γεωργίου

1. Ενασχόληση με τη γεωργία σε χρόνια

Λιγότερα από 10 11-20 21-30 Πάνω από 30

2. Είδος καλλιέργειας

Βιολογική Συμβατική

3. Ποια είναι η περιοχή στην οποία βρίσκονται οι καλλιέργειες ;
(τοπλησιέστερο χωριό σε ακτίνα 10 χιλιομέτρων) **Κουτραφάς**

4. Ποια είναι η έκταση των καλλιεργειών σε στρέμματα; **52 δεκάρια**

Είδος καλλιέργειας	Τι παράγεται π.χ καρπός	Ποσότητα παραγωγής (Kg) /στρέμμα			Άρδευση Καλλιέργειας	
		2013	2014	2015	Ξερική	Ποτιστική
Ροδάκινα	Καρπός	600	600	500		Ναι
Δαμασκησιά	Καρπός	750	750	650		Ναι

5. Η κλίση του εδάφους είναι παρόμοια σε όλες τις καλλιέργειες σας;

Ναι Όχι

6. Τι ποσοστό της καλλιέργειας είναι σε επίπεδο έδαφος και τι σε πλαγιά;

Σε επίπεδο έδαφος ____100____%

Σε πλαγιά _____%

7. Αν η καλλιέργεια είναι σε πλαγιά, ποια η μέση κλίση του εδάφους;

Κάτω από 10% 11-20% 21-30% Πάνω από 31%

8. Αν η καλλιέργεια είναι σε πλαγιά, ποια είναι η μέση έκθεση; (προς τα που κοιτάει)

Ανατολική Δυτική Βόρεια Νότια

1/3 Βορειοανατολικά 1/3 Νοτιοδυτικά 1/3 ισοτόπι

9. Πόσα από τα στρέμματα των καλλιεργειών σας βρίσκονται σε υψόμετρο:

0-100 μέτρα: _____

101-200 μέτρα: _3 δεκάρια

201-300 μέτρα: _____

301-400 μέτρα: _____

10. Όλες οι καλλιέργειες σας έχουν παρόμοια ηλικία δέντρων;

Ναι Όχι

11. Προσδιορίστε το ποσοστό της ηλικίας των δέντρων σας

0-30 ετών: ___100___%

31-60 ετών: _____%

61-90 ετών: _____%

Άνω των 90 ετών: _____%

12. Όλες οι καλλιέργειες είναι παρόμοιας πυκνότητας; (τα δέντρα έχουν παντού την ίδια απόσταση μεταξύ τους)

Ναι

Όχι εξαρτάται από το είδος του δέντρου

13. Εάν η πυκνότητα των δέντρων είναι παρόμοια πόση είναι αυτή;

10-20 δέντρα/στρέμμα 20-30 δέντρα/στρέμμα

30-40 δέντρα/στρέμμα 40-50 δέντρα/στρέμμα

14. Εάν η πυκνότητα των δέντρων είναι διαφορετική ποιο είναι το ποσοστό της;

10-20 δέντρα/στρέμμα: _____%

20-30 δέντρα/στρέμμα: _____%

30-40 δέντρα/στρέμμα: _____%

40-50 δέντρα/στρέμμα: _____%

15. Ποια είναι η συχνότητα του κλαδέματος;

1 φορά/έτος 2 φορές/έτος 3 φορές/έτος

16. Τι λίπανση χρησιμοποιείτε;

οργανική χλωρή λίπανση

κοπριά Χημική

- Θειϊκή αμμωνία SO3 (21-0-0)

- (20-10-10)
- Νιτρικό κάλλιο KNO₃ (13-0-46)

17. Τι ποσότητα λίπανσης χρησιμοποιείτε ανά στρέμμα κάθε έτος

- S03 μία φορά τον χρόνο, 2,5Kg/δέντρο
- 20-10-10 μία φορά τον χρόνο, 2Kg/δέντρο
- KNO₃ μία φορά τον χρόνο, 1Kg/δέντρο

18. Κάνετε συγκαλλιέργεια; (καλλιεργείτε και άλλα φυτά μέσα στις καλλιέργειες σας)

Ναι Όχι

19. Τι είδη φυτών χρησιμοποιείτε για συγκαλλιέργεια;

- | | | |
|---|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> κουκιά | <input type="checkbox"/> ρεβίθια | <input type="checkbox"/> φασόλια |
| <input type="checkbox"/> σόγια | <input type="checkbox"/> μπιζέλια | <input type="checkbox"/> κριθάρι |
| <input checked="" type="checkbox"/> βίκος | <input type="checkbox"/> μηδική | <input type="checkbox"/> βρώμη |
| <input type="checkbox"/> ελαιοκράμβη | <input type="checkbox"/> σίκαλη | <input type="checkbox"/> Αν άλλο συμπληρώστε..... |

20. Αν η καλλιέργεια σας είναι ποτιστική πόση διάρκεια ποτίζετε ανά ημέρα ανά μήνα

	Είδος καλλιέργειας Πυρηνόκαρπα	Είδος καλλιέργειας	Είδος καλλιέργειας
Ιαν	Όχι		
Φεβ	Όχι		

Μαρ	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες		
Απρ	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες		
Μάιος	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες		
Ιουν	Κάθε 4 ημέρες 50L/ώρα/3ώρες		
Ιουλ	Κάθε 4 ημέρες 50L/ώρα/3ώρες		
Αυγ	Κάθε 4 ημέρες 50L/ώρα/3ώρες		
Σεπ	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες		
Οκτ	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες		
Νοε	2/ μήνα 50L/ώρα/2ώρες		
Δεκ	Όχι		

1.3 Δειγματοληψία

Πιο κάτω παρατίθενται διάφορες φωτογραφίες από τη δειγματοληψία που έγινε στη βιολογική καλλιέργεια.



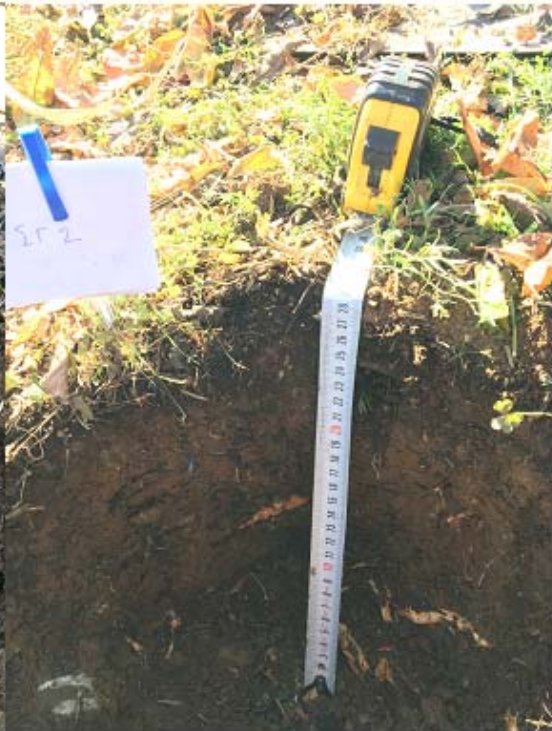






Πιο κάτω παρατίθενται διάφορες φωτογραφίες από τη δειγματοληψία που έγινε στη συμβατική καλλιέργεια.









Βιβλιογραφία

1. Al – Bitar L., 2008. Organic farming in the Mediterranean: towards further development. Mediterranean Agronomic Institute of Bari. Διαθέσιμο online: <http://portail2.reseau-concept.net/Upload/ciheam/fichiers/ANP30.pdf> [Πρόσβαση: 08.03.2018]
2. Angers D.A. and N'Dayegamiye A., 1990. Effects of manure application on carbon, nitrogen, and carbohydrate contents of a silt loam and its particle-size fractions. *Biology and Fertility of Soils* Vol. 11, (1), pp 79–82. Springer. Διαθέσιμο online: <https://link.springer.com> [Πρόσβαση: 14.05.2018]
3. Anugroho F. et al., 2009. Growth, nitrogen fixation, and nutrient uptake of hairy vetch as a cover crop in a subtropical region, *Weed Biology and Management* Vol. 9, 2009, p.p 63–71. Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net> [Πρόσβαση: 16.05.2018]
4. Aranda V. et al., 2011. Effect of soil type and management (organic vs. conventional) on soil organic matter quality in olive groves in a semi-arid environment in Sierra Mágina Natural Park (S Spain). *Geoderma* Vol. 164 (2011) p.p 54–63. Elsevier. Διαθέσιμο online: www.elsevier.com [Πρόσβαση: 03.04.2018]
5. Batjes, N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, Vol. 47, p.p 151–163. Willey online library. Διαθέσιμο online: www.wileyonlinelibrary.com [Πρόσβαση: 01.05.2018].
6. Bioaridaia, 2017. <http://www.bioaridaia.gr/proionta/damaskina/>
7. Bullock G. D., 2008. Crop Rotation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 11 (4), p.p 309-326. Taylor and Francis. Διαθέσιμο online: <http://www.tandfonline.com> [Πρόσβαση: 15.05.2018]
8. Charman P. and Murphy B., 2007. Soils: their properties and management. Third edition. Oxford university press.

9. Close M. E. 1996. Survey of pesticides in New Zealand groundwaters, 1994. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol 30, p.p 455-461. Taylor and Francis. Διαθέσιμο online: <http://www.tandfonline.com> [Πρόσβαση: 04.01.2018].
10. Condrón L. M. et al., 2010. A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 43:4, p.p443-466. Taylor and Francis. Διαθέσιμο online: <http://www.tandfonline.com> [Πρόσβαση: 04.01.2018].
11. Degens P. B., 1997. Macro-aggregation of soils by biological bonding and binding mechanisms and the factors affecting these: a review. *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 35 p.p 431-459. Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net> [Πρόσβαση: 16.05.2018]
12. Dilly O., 2001. Microbial respiratory quotient during basal metabolism and after glucose amendment in soils and litter. *Soil Biology & Biochemistry* 33 2001 p.p 117-127 Elsevier. Διαθέσιμο online: www.elsevier.com [Πρόσβαση: 21.03.2018]
13. Dube et al., 2012. Conservation agriculture effects on a Haplic Cambisol after four years of maize-oat and maize grazing vetch rotations in South Africa *Soil and Tillage Research*. Vol 123, 2012, p.p 21-28. Elsevier. Διαθέσιμο online: <https://www.sciencedirect.com> [Πρόσβαση: 08.05.2018].
14. Eglin T., et al., 2010. Historical and future perspectives of global soil carbon response to climate and land-use changes. *Tellus B* Vol. 62(5), p.p 700-718. Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net>
15. Erosion Pollution, 2018. <https://www.erosionpollution.com/water-erosion.html>
16. Esteban G. J and Robert B. J., 2000 The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation *Ecological Applications*, 10, pp. 423–436. Ecological Society of America. Διαθέσιμο online: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com> [Πρόσβαση: 30.03.2018]

17. European Communities, 2005. Soil Atlas of Europe. European Commission. Διαθέσιμο online: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/> [Πρόσβαση: 28.11.2017]
18. European Environment Agency, 2016. Cyprus. European Climate Adaptation Platform. Διαθέσιμο online: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/cyprus/index.html>
19. Eurostat, 2016. Area under organic farming. Διαθέσιμο online: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> Last update: 03/05/2018. [Πρόσβαση: 09.05.2018]
20. Eurostat, 2017(a). Organic crop production by crops. Διαθέσιμο online: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> Last update: 07/11/2017. [Πρόσβαση: 15.04.2018].
21. Eurostat, 2017(b). Greenhouse gas emissions by source sector. Διαθέσιμο online: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> Last update: 08/06/2017. [Πρόσβαση: 15.04.2018]
22. Eurostat, 2018. Organic crop area by agricultural production methods and crops. Διαθέσιμο online: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> Last update: 09/03/2018. [Πρόσβαση: 15.04.2018].
23. FAO, 2000. Organic Farming in Cyprus. <http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/284755/>
24. FAO, 2005. Italy. The importance of soil organic matter. Διαθέσιμο online: <http://www.fao.org> [Πρόσβαση: 15.05.2018]
25. Freibauer A. et al., 2004. Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. Geoderma Vol. 122 2004 p.p 1 –23 Elsevier. Διαθέσιμο online: www.elsevier.com [Πρόσβαση: 22.04.2018]
26. Gattinge A. et al., 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. PNAS, October 30, 2012. Vol. 109. PNAS. Διαθέσιμο online: <http://www.pnas.org/content/109/44/18226> [Πρόσβαση: 22.04.2018]
27. Gerhardt A. R., 1997. A Comparative Analysis of the Effects of Organic and Conventional Farming Systems on Soil Structure. Taylor and Francis.

- Biological Agriculture & Horticulture, 14:2, p.p 139-157 Διαθέσιμο online: <http://www.tandfonline.com> [Πρόσβαση: 21.03.2018]
28. Google Earth 2016. <https://earth.google.com/web> [Πρόσβαση: 11.12.2016]
29. Google Earth 2017. <https://earth.google.com/web> [Πρόσβαση: 14.10.2017]
30. Gougoulas, C., et al., 2014. The role of soil microbes in the global carbon cycle: tracking the below-ground microbial processing of plant-derived carbon for manipulating carbon dynamics in agricultural systems. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 94 p.p 2362-2371. Wiley online library. Διαθέσιμο online: www.wileyonlinelibrary.com [Πρόσβαση: 08.05.2018].
31. Griggs C et al., 2013. A 250-Year Annual Precipitation Reconstruction and Drought Assessment for Cyprus From Pinus Drutia Ten Tree-Rings. International Journal of Climatology, Vol 34 2014 p.p 2702–2714. Royal Meteorological Society. Διαθέσιμο online: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com> [Πρόσβαση: 13.04.2018]
32. Hadjiparaskevas C., 2001. Soil survey in Cyprus. CIHEAM, 2001 p.p 101-110. Διαθέσιμο Online: <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/b34/01002088.pdf> [Πρόσβαση: 12.03.2018]
33. Hathaway-Jenkins L. J., 2011. The effect of organic farming on soil physical properties, infiltration and workability. Cranfield University. School of applied science. <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk> [Πρόσβαση: 15.05.2018]
34. IFOAM, 2012. Crop Rotation, Benefiting farmers, the environment and the economy. Διαθέσιμο online: <http://www.ifoam-eu.org>
35. IFOAM, 2018. <https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>
36. Kane, D. 2015. Carbon Sequestration Potential on Agricultural Lands: A Review of Current Science and Available Practices National Sustainable

- Agriculture Coalition. Διαθέσιμο online: <http://sustainableagriculture.net>
[Πρόσβαση: 20.04.2018]
37. Lampkin N., 1990. Organic Farming. United Kingdom. Farming Press.
38. Lange M. et al., 2015. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nature Communications* vol. 6. Διαθέσιμο online: <https://www.nature.com> [Πρόσβαση: 10.04.2018]
39. Laurence S. et al., 2011. Soil Carbon Sequestration and Organic Farming: An overview of current evidence. Organic Centre Wales Διαθέσιμο online: www.organiccentrewales.org.uk
40. Lefèvre C. et al., 2017. Rome. Soil Organic Carbon the hidden potential. Διαθέσιμο online: <http://www.fao.org> [Πρόσβαση: 20.04.2018]
41. Leifeld J. et al., 2013. Organic farming gives no climate change benefit through soil carbon sequestration. PNAS, March 12, 2013. Vol. 110 Διαθέσιμο online: <http://www.pnas.org/content/110/11/E984>
[Πρόσβαση: 19.04.2018]
42. Liang F. et al., 2016. Three-decade long fertilization induced soil organic carbon sequestration depends on edaphic characteristics in six typical croplands. *Scientific Reports* vol. 6. Scientific report. Διαθέσιμο online: <https://www.nature.com> [Πρόσβαση: 02.05.2018]
43. Liang Q. et al., 2014. Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China Plain. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* Vol. 92, (1), pp 21–33 Springer. Διαθέσιμο online: <https://link.springer.com> [Πρόσβαση: 03.04.2018]
44. Liebig M. A and Doran J. W., 1999. Impact of Organic Production Practices on Soil Quality Indicators. *Jurnal Environmental Quality* Vol. 28 1999 p.p 1601-1609. USDA, United States Department of Agriculture, National Agricultural Library. Διαθέσιμο online: <https://naldc.nal.usda.gov>
[Πρόσβαση: 08.05.2018].

45. Lumen Learning, 2018.
<https://courses.lumenlearning.com/geo/chapter/reading-soil-horizons-and-profiles/>
46. Maillard E. and Angers A. D., 2013. Animal manure application and soil organic carbon stocks: a meta-analysis. *Global Change Biology*. Vol 20, 2014 p.p 666–679. Willey online library. Διαθέσιμο online: <https://onlinelibrary.wiley.com> [Πρόσβαση: 13.05.2018]
47. Marinari S. et al., 2005. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecological Indicators*, 6 2006, p.p 701–711 Elsevier. Διαθέσιμο online: www.elsevier.com [Πρόσβαση: 04.10.2017]
48. Martinez-Mena M. Et al., 2008. Effect of water erosion and cultivation on the soil carbon stock in a semiarid area of South-East Spain. *Soil and Tillage Research*. Vol. 99, (1), 2008, p.p 119-129. Elsevier. Διαθέσιμο online: <https://www.sciencedirect.com> [Πρόσβαση: 08.05.2018].
49. Mchunu C. and Chaplot V., 2010. Land degradation impact on soil carbon losses through water erosion and CO₂ emissions. *Geoderma* 177-178 2012 p.p 72–79 Elsevier. Διαθέσιμο online: <https://www.sciencedirect.com> [Πρόσβαση: 08.05.2018].
50. Milgroom et al., 2007. Influence of the shift from conventional to organic olive farming on soil management and erosion risk in Southern Spain. Research Gate. Cambridge University Press. Vol 22 June 2017 p.p 1-10. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net> [Πρόσβαση: 08.05.2018].
51. Montanaro G. et al., 2010. Effects of soil-protecting agricultural practices on soil organic carbon and productivity in fruit tree orchards. *Land Degradation & Development*. Vol. 21, 2010, p.p 132–138. Willey Online Library. Διαθέσιμο online: <https://onlinelibrary.wiley.com> [Πρόσβαση: 08.05.2018].
52. Montanaro G. et al., 2012. Soil management affects carbon dynamics and yield in a Mediterranean peach orchard. *Agriculture, Ecosystems and*

- Environment Vol. 161 2012 p.p 46– 54. Elsevier. Διαθέσιμο online: www.elsevier.com [Πρόσβαση: 23.03.2018].
53. Moreno B. et al., 2009. Rainfed olive farming in south-eastern Spain: Long-term effect of soil management on biological indicators of soil quality. Agriculture, Ecosystems and Environment Vol.131 2009 p.p 333–339 Elsevier. Διαθέσιμο online: www.elsevier.com [Πρόσβαση: 24.03.2018].
54. Mukumbareza C. et al., 2016. Bicultures of oat (*Avena sativa L.*) and grazing vetch (*Vicia dasycarpa L.*) cover crops increase contents of carbon pools and activities of selected enzymes in a loam soil under warm temperate conditions. Soil Science and Plant Nutrition, vol. 62:5-6, p.p 447-455. Taylor and Francis. Διαθέσιμο online: <http://www.tandfonline.com> [Πρόσβαση: 13.05.2018]
55. N. R. Hulugalle R. N., 2012. Carbon inputs by wheat and vetch roots to an irrigated Vertosol. [Soil Research](#) vol. 50(3) p.p 177 Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net> [Πρόσβαση: 20.04.2018]
56. Nessly D., 2015. Effects of Organic versus Conventional Agricultural Management on Soil Quality in Skagit County, Washington. WWU Masters Thesis Collection. Διαθέσιμο online: <http://cedar.wvu.edu/wwuet> [Πρόσβαση: 14.05.2018]
57. Niggli U. et al., 2007. Research Institute of Organic Agriculture. Geneva. Organic Farming and Climate Change. Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net> [Πρόσβαση: 30.03.2018]
58. Papastylianou I., 1998. Ωφέλει από την καλλιέργεια Ψυχανθών. ΙΓΕ, Αγρότης, τεύχος Απρίλης – Ιούνης 1998, p.p 48-49. Διαθέσιμο online: www.moa.gov.cy [Πρόσβαση: 10.05.2018]
59. Pashiardis S. and Michaelides S., 2008. Implementation of the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Reconnaissance Drought Index (RDI) for Regional. European Water Vol. 23/24 2008, p.p 57-65. Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net>

60. Pimentel et al., 2005. Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *BioScience*, Vol. 55 No. 7 2005 p.p 573-583 Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net> [Πρόσβαση: 17.03.2018]
61. Pimentel, 2005. Environmental and Economic Costs of the Application of Pesticides Primarily in the United States. *Environment, Development and Sustainability* Vol. 7 2005 p.p 229–252 Springer. Διαθέσιμο online: <https://link.springer.com> [Πρόσβαση: 03.04.2018]
62. Powlson S. D., 2011. Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false. *European Journal of Soil Science* Vol 62, p.p 42–55. Wiley online library. Διαθέσιμο online: www.wileyonlinelibrary.com [Πρόσβαση: 08.05.2018].
63. Rao T. et al., 2014. The Effects of Manure and Nitrogen Fertilizer Applications on Soil Organic Carbon and Nitrogen in a High-Input Cropping System. *Plos One* Vol. 9(5). Διαθέσιμο online: <http://journals.plos.org> [Πρόσβαση: 14.05.2018]
64. Sainju et al., 2005. Biculture Legume–Cereal Cover Crops for Enhanced Biomass Yield and Carbon and Nitrogen. *Agronomy Journal*. Vol 97 2005 p.p1403–1412
65. Schmidt M. et al., 2011. Persistence of Soil Organic Matter as an Ecosystem Property. *Perspectives* Vol 478 p.p 49-56. Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net> [Πρόσβαση: 20.04.2018]
66. Schumacher B. A., 2002. Methods for the determination of Total Organic Carbon (TOC) in soils and sediments. Ecological Risk Assessment Support Center. Research Gate. Διαθέσιμο online: <https://www.researchgate.net> [Πρόσβαση: 15.06.2018]
67. Smith P. et al., 2005. Carbon sequestration potential in European croplands has been overestimated. *Global Change Biology*, Vol. 11, Issue12, December 2005, p.p 2153-2163. Wiley Online Library.

- Διαθέσιμο online <https://onlinelibrary.wiley.com> [Πρόσβαση: 20.04.2018]
68. Tiziano G., et al., 2011. Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. Taylor & Francis. Διαθέσιμο online: <http://www.tandfonline.com> [Πρόσβαση: 30.03.2018]
69. Van der Wal A. & De Boer W., 2017. Dinner in the dark: Illuminating drivers of soil organic matter decomposition. Soil Biology & Biochemistry Vol. 105 (2017) p.p 45-48 Elsevier. Διαθέσιμο online: <https://www.sciencedirect.com> [Πρόσβαση: 08.05.2018].
70. Watson C.A. et al., 2002. Managing soil fertility in organic farming systems. Soil Use and Management. Vol. 18, 2002 p.p 239-247. Willey Online Library. Διαθέσιμο online <https://onlinelibrary.wiley.com> [Πρόσβαση: 19.04.2018]
71. Whrite T. R., 2004_Environmental Science: Toward a Sustainable Future 9th Edition. Environmental Science.
72. Wikipedia. 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Soil_horizon
73. Xyloyannis C. et al., 2009. Η αύξηση του CO₂ στο περιβάλλον και ο ρόλος της τεχνικής της καλλιέργειας στη δενδροκομία. Πρακτικά 23ου Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Τεύχος Α, 2009.
74. Αριανούτσου Μ. et al., 1999. Εισαγωγή στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, το φυσικό περιβάλλον. Τόμος Α, p.p 40-42.
75. Ι. Θεριός και Κ. Δ. Θεριού, 2013. Ειδική δενδροκομία. Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Εκδόσεις Γαρντάνη.
76. Κ. Σινάνης 2003. Εδαφολογία. Τ.Ε.Ι Κρήτης Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
77. Λοϊζίδου Ι. Ξ., 2009. Κλιματικές Αλλαγές – Τοπικές Δράσεις. Ελληνικό Πανόραμα, Τεύχος 72, p.p 8-9. Διαθέσιμο online: www.akti.org.cy

78. Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου 2018.
http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcyclimate_gr/DMLcyclimate_gr?OpenDocument
79. Τμήμα Γεωργίας 2013. Ανάλυση Υφιστάμενης Κατάστασης. Διαχειριστική Αρχή Προγράμματος Αγροτικής Ανάπτυξης. Διαθέσιμο online:
[http://www.moa.gov.cy/moa/da/ead/ead.nsf/All/CC795D1070EE1EC9C2257C0F00275C5D/\\$file/SWOT-FINAL%2015.20.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/da/ead/ead.nsf/All/CC795D1070EE1EC9C2257C0F00275C5D/$file/SWOT-FINAL%2015.20.pdf)
80. Τμήμα Γεωργίας, Εθνική Στρατηγική της Κύπρου για βιώσιμα Επιχειρησιακά Προγράμματα των Οργανώσεων Παραγωγών Φρούτων και Λαχανικών. Διαθέσιμο online: <https://ec.europa.eu>
81. Υπουργείο Γεωργίας, 2013, Ετήσια έκθεση Υπουργείου Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος για το 2012
82. Υπουργείο Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, 2015. Τμήμα Στρατηγικό σχέδιο 2016-2018. Διαθέσιμο online: <http://www.moa.gov.cy/>