

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Βιώσιμη Ανάπτυξη»

Κατεύθυνση: Διαχείριση Περιβάλλοντος

Διπλωματική εργασία

**Θέμα: « Περιβαλλοντική αξιολόγηση κύκλου ζωής της καλλιέργειας μήλων
ορεινής Κορινθίας»**

Μπουραντάνη Αντωνία (Α.Μ .214204)



Μέλη επιτροπής:

Αμπελιώτης Κ., Αναπληρωτής καθηγητής (επιβλέπων)

Δέτσης Β., Επίκουρος καθηγητής

Κωσταρέλλη Β., Επίκουρη καθηγήτρια

Ξυλόκαστρο, 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να αποδώσω ευχαριστίες σε όσους προσέφεραν την πολύτιμη βοήθεια τους.

Πρώτα απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Κωνσταντίνο Αμπελιώτη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, τη διαρκή καθοδήγηση του, την υπομονή του, την κατανόησή του και την ενθάρρυνση του.

Έπειτα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την συμπαράσταση τους αλλά και για την βοήθεια τους για την ολοκλήρωση της εργασίας, και ιδιαίτερα τον μπαμπά μου διότι είναι ο παραγωγός που μου έδωσε όλα τα στοιχεία που χρειαζόμουν για την έρευνα μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου για την υπομονή τους, και τους συμφοιτητές μου για την συμπαράσταση τους.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για την Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής(AKZ) η οποία εφαρμόζεται για να εκτιμήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα αγροτικά προϊόντα ή διαδικασίες.

Σκοπός της εργασίας είναι η περιβαλλοντική αξιολόγηση κύκλου ζωής της καλλιέργειας μήλων στην περιοχή της ορεινής Κορινθίας, με την βοήθεια της μεθόδου AKZ και την χρήση του λογισμικού SimaPro5.1 και την μέθοδο CML Baseline 2000. Το αντικείμενο της έρευνας περιλαμβάνει τις δραστηριότητες και τις εισροές στην φάση της παραγωγής των μήλων.

Στην εργασία παρουσιάζονται επίσης και συναφείς μελέτες που έχουν διεξαχθεί για την περιβαλλοντική αξιολόγηση της καλλιέργειας μήλων σε άλλες χώρες, καθώς επίσης και η καλλιέργεια μηλιάς στην Ελλάδα και τα συστήματα παραγωγής αυτής.

Το βασικό συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι οι μεγαλύτερες επιπτώσεις που προκαλούνται από το εξεταζόμενο σύστημα είναι από την χρήση των λιπασμάτων για την καλλιέργεια. Η συνεισφορά τους στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι από τις παραγόμενες εκπομπές των συστατικών τους, και ιδιαίτερα του φωσφόρου και έχει ως αποτέλεσμα την ένταση του προβλήματος του ευτροφισμού και άλλων κατηγοριών επιπτώσεων με μικρότερες βέβαια τιμές. Η κατάλληλη διαχείριση της λίπανσης είναι το σημείο αυτό το οποίο χρήζει βελτίωσης ώστε να έχουμε μια πιο φιλική προς το περιβάλλον καλλιέργεια μηλιάς, σε συνδυασμό πάντα με την απόδοση και την ποιότητα της παραγωγής.

Abstract

In recent years there has been an increasing interest in Life Cycle Assessment (LCA) applied to estimate the environmental impact of agricultural products or processes.

The aim of the study is the environmental life cycle assessment of the apple's cultivation in the region of North Korintia with the method of LCA, the use of the SimaPro 5 software and the CML 2 baseline 2000 method. The objective of this study includes the processes and the inputs for the apple's production.

The study presents studies and papers which have conducted for the environmental assessment of cultivation of apples in other countries, it also presents the production of apples in Greece and the production systems.

The main conclusion of the survey is that larger effects caused by the tested system are the use of fertilizers for cultivation. Their contribution to the environmental impacts is from the generated emissions of their components, in particular phosphorus and results in the intensity of the eutrophication problem, and other categories of effects in course smaller values. Proper lubrication management is the point which needs improvement to have a more environmentally friendly apple cultivation, always combined with the performance and quality of production.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Καλλιέργεια μηλιάς και γεωργικά συστήματα παραγωγής	
1.1 Ιστορικά στοιχεία.....	9
1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	9
1.3 Καλλιέργεια μηλιάς.....	9
1.3.1 Έδαφος.....	9
1.3.2 Άρδευση.....	10
1.3.3 Λίπανση.....	10
1.3.4 Αραίωμα καρπών.....	11
1.3.5 Κλάδεμα.....	11
1.3.6 Εχθροί και ασθένειες της μηλιάς	12
1.3.7 Ωρίμανση- Συγκομιδή- Συντήρηση.....	12
1.4 Γεωργικά συστήματα παραγωγής	13
1.4.1 Συμβατική γεωργία.....	13
1.4.2 Ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής	14
1.4.3 Βιολογική γεωργία.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μεθοδολογία έρευνας	
2.1 Εισαγωγή.....	16
2.2 Βιβλιογραφία – Δευτερογενής έρευνα.....	16
2.3 Δεδομένα μελέτης περίπτωσης – Πρωτογενής έρευνα.....	16
2.4 SimaPro 5.....	17
2.5 CML 2 baseline 2000.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών μελετών.....	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη περίπτωσης

4.1 Εισαγωγή.....	37
4.2 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης.....	37
4.3 Καθορισμός ορίων συστήματος μελέτης.....	37
4.4 Λειτουργική μονάδα.....	38
4.5 Παραδοχές του συστήματος.....	38
4.5.1 Έκταση και ποικιλίες των υπό μελέτη αγροκτημάτων.....	38
4.5.2 Πότισμα.....	39
4.5.3 Λίπανση.....	39
4.5.4 Κλάδεμα.....	39
4.5.5 Φυτοπροστασία.....	40
4.5.6 Αραίωμα καρπών.....	40
4.5.7 Χορτοκοπή – Αντιμετώπιση ζιζανίων.....	40
4.5.8 Συγκομιδή.....	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αποτελέσματα έρευνας

5.1 Χαρακτηρισμός.....	42
5.2 Κανονικοποίηση.....	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συζήτηση-Συμπεράσματα.....

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Φωτογραφικό υλικό.....

Πίνακες καταγραφής πρωτογενών δεδομένων.....

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μήλο στην ελληνική μυθολογία είχε την γεύση του μελιού και θεωρούταν πως θεραπεύει όλες τις ασθένειες ενώ στην αμερικάνικη παραδοσιακή ιατρική, το μήλο χαρακτηρίζεται ως ο «βασιλιάς των φρούτων». Περιέχει έναν εξαιρετικό συνδυασμό θρεπτικών συστατικών, ο οποίος εξασφαλίζει ιδιαίτερα οφέλη για την υγεία.

Η μηλιά αποτελεί για την Ελλάδα ένα από τα σημαντικότερα είδη οπωροφόρων δέντρων. Στην χώρα μας η μηλεοκαλλιέργεια είναι η τέταρτη σε σημασία καλλιέργεια μετά από εκείνη της ελιάς, των εσπεριδοειδών και της ροδακινιάς. Η συνολική έκταση της ήταν 13.500 εκτάρια το 2013(FAOSTAT,2013). Σπουδαιότερες περιοχές παραγωγής μήλων στην Ελλάδα είναι οι νομοί Ημαθίας, Πέλλας, Λάρισας, Καστοριάς, Μαγνησίας, Αρκαδίας, Φλώρινας και Κοζάνης. Όσον αφορά τις ποικιλίες που κατέχουν κυρίαρχη θέση στις καλλιέργειες είναι οι ποικιλίες της ομάδας Red Delicious με εκπρόσωπο την ποικιλία Redchief που τα τελευταία 15 χρόνια τείνει να αντικαταστήσει τις παλαιότερες ποικιλίες όπως Starking και Starcimson. Στην ορεινή Κορινθία (περιοχή μελέτης) προωθούνται οι ποικιλίες Granny Smith και κλώνοι της red Delicious, καθώς και η ποικιλία Φιρίκι, ιδιαίτερα οι μεγαλόκαρπες παραλλαγές της, μόνο σε αντικατάσταση ισάριθμων στρεμμάτων παλαιών φυτειών μηλιάς(Θέριος και Δημάση-Θέριου, 2013).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση την πρώτη θέση στην παραγωγή μήλων καταλαμβάνει η Πολωνία πια με ετήσια παραγωγή το 2013, 3.0850.074 τόνους, ενώ η Ελλάδα εκείνη την χρονιά είχε παραγωγή 243.800 τόνους (FAOSTAT,2013). Σε παγκόσμιο επίπεδο τη μέγιστη παραγωγή μήλων έχει η Κίνα ακολουθούμενη από τις ΗΠΑ, Πολωνία, Ιράν, Τουρκία, Ιταλία, Γαλλία, Ρωσία και Γερμανία.

Η παγκόσμια παραγωγή φρούτων το 2010 ήταν 609.213.512 τόνοι με τους περισσότερους να συγκεντρώνονται στην Ασία και Αμερική. Τα φρούτα και τα προϊόντα φρούτων γενικά θεωρούνται πως έχουν μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση με άλλα προϊόντα όμως τα αγροτικά συστήματα παραγωγής συνεισφέρουν σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών επιπτώσεων λόγω των εισροών σε λιπάσματα και φυτοφάρμακα κ.α (Tamburini et.al,2015). Έτσι έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για την Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής(AKZ) και την εφαρμογή της στα αγροτικά συστήματα παραγωγής φρούτων, με εξαίρεση βέβαια κάποιες σπάνιες πρωτοποριακές μελέτες, μπορεί να ειπωθεί πως η έρευνα για την αξιολόγηση κύκλου ζωής στον τομέα αυτόν

ξεκίνησε το 2005. Η AKZ είναι ένα εργαλείο που καθιστά δυνατή την αποτίμηση των συσσωρευτικών επιπτώσεων στο περιβάλλον που απορρέουν από όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Η περιβαλλοντική ανάλυση των γεωργικών προϊόντων μέσω της AKZ είναι μια αναγκαία πρακτική σε μια προοπτική περιβαλλοντικής συμβατότητας που επιτρέπει την ποσοτική ανάλυση των εισροών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή και των εκροών από αυτήν. Τα διαφορετικά συστήματα παραγωγής, η τοποθεσία και οι κλιματικές συνθήκες που επηρεάζουν την απόδοση παραγωγής και τις καλλιεργητικές πρακτικές μπορούν να δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των φρούτων. Ενδεικτικό είναι πως μια ίδια καλλιέργεια μηλιάς σε πέντε διαφορετικές περιοχές τις Ευρώπης όπου θα έχουν τελείως διαφορετικές συνθήκες προστασίας οδηγούν σε πολύ διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Cerrutti et.al, 2014).

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια περιβαλλοντικής αξιολόγησης του κύκλου ζωής την καλλιέργειας μήλων στην περιοχή της ορεινής Κορινθίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Καλλιέργεια μηλιάς και γεωργικά συστήματα παραγωγής

1.1 Ιστορικά στοιχεία

Από την περιοχή που βρίσκεται νότια του Καυκάσου κατάγεται η μηλιά., Στην Ευρώπη και στην Ασία καλλιεργείται από τους αρχαίους ακόμα χρόνους. Μνημονεύεται από τον Θεόφραστο κατά τον 3^ο π.Χ αιώνα, πράγμα το οποίο σημαίνει πως ήταν γνωστή στους Αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους. Μετέπειτα διαδόθηκε από τον άνθρωπο σε όλα σχεδόν τα μέρη της υφελίου(Ποντίκης, 2003).Η μηλιά είναι το πιο διαδεδομένο οπωροφόρο δέντρο παγκοσμίως και καταλαμβάνει το 50% των εκτάσεων των φυλλοβόλων δέντρων. Σήμερα καλλιεργούνται μηλεώνες έως και την Σιβηρία και την Β.Κίνα , όπου η θερμοκρασία του χειμώνα κατέρχεται στους -40°C(Θέριος και Δημάση-Θέριου,2013).

1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η μηλιά ανήκει στην οικογένεια Rosaceae, την υποοικογένεια Pomoideae, και στο γένος Malus. Το γένος Malus κατά την γνώμη των πιο πολλών βοτανικών περιλαμβάνει 25 έως 30 είδη και πάρα πολλά υποείδη, τα περισσότερα των οποίων έχουν μόνο καλλωπιστική αξία. Η μηλιά είναι δέντρο φυλλοβόλο, μεγάλου μεγέθους, πλαγιόκλαδο ή ορθόκλαδο και μακρόβιο(Ποντίκης, 2003). Η μηλιά μαζί με την αχλαδιά και την κυδωνιά αποτελούν τα λεγόμενα γιγαντόκαρπα οπωροφόρα. Εκτός από το είδος Malus pumila Mill που δίνει τις καλλιεργούμενες ποικιλίες υπάρχουν και πολλά άλλα είδη που αποτελούν εκλεκτό γενετικό υλικό και πηγή γονιδίων για δημιουργία νέων ποικιλιών με μεγάλη αντοχή σε αντίξοες συνθήκες όπως κρύο και ασθένειες(Θέριος και Δημάση-Θέριου,2013).

1.3 Καλλιέργεια της μηλιάς

1.3.1 Έδαφος

Η μηλιά ευδοκimeί σε εδάφη με διάφορη σύσταση. Το υπέδαφος όμως έχει μεγαλύτερη σημασία από την ποιότητα και το είδος του επιφανειακού εδάφους. Οι ρίζες της μηλιάς είναι ευαίσθητες σε περίσσεια νερού για αυτό το υπέδαφος πρέπει να αποστραγγίζεται καλά. Βέβαια το συνεκτικό υπέδαφος περιορίζει την ανάπτυξη των ριζών και μειώνει την ζωηρότητα και την διάρκεια ζωής των δέντρων. Το κατάλληλο έδαφος πρέπει να έχει σύσταση αμμοπηλώδη.

Στόχος της καλλιέργειας του εδάφους του μηλεώνα είναι η αύξηση ή η διατήρηση της περιεκτικότητας του σε χούμο, στην αποθήκευση του νερού και παρεμπόδιση της διάβρωσης του, στη διατήρηση της γονιμότητας του και στην ποιοτική και ποσοτική αύξηση της παραγωγής. η καλλιέργεια του εδάφους γίνεται είτε μηχανικά, είτε με χημικά μέσα(Ποντίκης , 2003).

1.3.2 Άρδευση

Η άρδευση γίνεται για να αναπληρώνει το νερό στο έδαφος, που απορροφάται από τα καλλιεργούμενα φυτά. Διατηρεί σταθερό το περιεχόμενο του εδάφους σε νερό και επαυξάνει την απορρόφηση του ασβεστίου(Θέριος και Δημάση-Θέριου ,2013). Η ποσότητα του νερού και η συχνότητα των ποτισμάτων επηρεάζεται από τον τύπο του εδάφους και της κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής. Η μισή ποσότητα νερού που καταναλώνεται από τα δέντρα, πρέπει να διατίθεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Τα προγράμματα ποτίσματος πρέπει να προσαρμόζονται ανάλογα με την τοποθεσία και τον τύπο του εδάφους του κάθε μηλεώνα(Βασιλακάκης και Θέριος, 1990). Υπάρχουν διάφορα συστήματα ποτίσματος όπως ,πότισμα με κατάκλιση , με διπλές λεκάνες, με αυλάκια, με τεχνητή βροχή και πότισμα στάγδην.

1.3.3 Λίπανση

Για την κατάλληλη λίπανση του μηλεώνα πρέπει να γίνεται ανάλυση των φύλλων για να διαπιστωθεί η θρεπτική κατάσταση της μηλιάς και σε συνδυασμό με αναλύσεις εδάφους, τις καλλιεργητικές εργασίες και τις επικρατούσες καλλιεργητικές συνθήκες του μηλεώνα, να προγραμματιστεί και να καθοριστεί η λίπανση εκείνη που στόχος της θα είναι η αύξηση της παραγωγικότητας(Ποντίκης, 2003). Η χορηγούμενη λίπανση εξαρτάται επίσης και από την ηλικία των δέντρων και τις στρεμματικές αποδόσεις που επιδιώκονται. Η λίπανση της μηλιάς συνήθως περιλαμβάνει μακροστοιχεία όπως άζωτο, κάλιο, φώσφορος, μαγνήσιο και μικροστοιχεία όπως ψευδάργυρος, μαγγάνιο, χαλκός και βόριο(Θέριος και Δημάση-Θέριου ,2013).

1.3.4 Αραίωμα καρπών

Το αραίωμα των καρπών στη μηλιά αποσκοπεί στην αύξηση του μεγέθους των καρπών της, στην βελτίωση της ποιότητας τους και στην εξάλειψη της

ανομοιομορφίας τους, η σχέση φύλλα – καρπών πρέπει να είναι η κατάλληλη ώστε η υψηλή αναλογία φύλλα – καρπών να τείνει να αυξήσει το μέγεθος των καρπών (Θέριος και Δημάση- Θέριου ,2013). Ακόμα το αραίωμα διατηρεί την ζωηρότητα των δέντρων και μειώνει τα σπασίματα των κλαδών και το κόστος συλλογής των καρπών. Το αραίωμα των καρπών μπορεί να γίνει με τα χέρια, όταν οι καρποί αποκτήσουν το μέγεθος καρυδιού, συνήθως τον Ιούνιο μετά την καρπόπτωση. Όταν το αραίωμα γίνεται με τα χέρια και όχι με χημικά μέσα που συνηθίζεται τα τελευταία χρόνια λόγω μικρότερου κόστους, συνήθως η απόσταση που πρέπει να έχει ο ένας καρπός από τον άλλο είναι 15 – 20 εκ και να είναι μονός , όταν η παραγωγή προβλέπεται μεγάλη, ειδικά πρέπει να αφήνονται διπλοί καρποί.

1.3.5 Κλάδεμα

Το κλάδεμα της μηλιάς πραγματοποιείται τον χειμώνα, πριν την αρχή της καινούργιας βλάστησης. Πρέπει να αφαιρεθούν τα μικρά ή άρρωστα κλαδιά και να κρατηθούν τα δυνατότερα , που θα αποδώσουν και την άνοιξη τους καινούργιους βλαστούς. Υπάρχει το κλάδεμα μορφώσεως του οποίου σκοπός είναι να κατευθυνθεί η βλάστηση των δέντρων κατά τρόπο που επιβάλλει το επιδιωκόμενο σχήμα μορφώσεως(οπορωφόρος φράχτης, θαμνώδης άτρακτος και κυπελλοειδές) και η καλή δομή τους(Βασιλακάκης και Θέριος ,1990).Επίσης υπάρχει και το κλάδεμα καρποφορίας το οποίο αποσκοπεί και αυτό στην διατήρηση του σχήματος των δέντρων, στην λογχοειδή βλάστηση και στην καλή κατάσταση της από πλευράς υγείας και ζωηρότητας, στην έκθεση του εσωτερικού του δέντρου σε άφθονο φως και επαρκή αερισμό, στην δημιουργία νέας επαρκούς βλάστησης και στην εξασφάλισης μιας ικανοποιητικής παραγωγής(Ποντίκης,2003). Η ηλικία του δέντρου παίζει σημαντικό ρόλο για τον τρόπο του κλαδέματος , καθώς γερασμένα και αδύνατα δέντρα κλαδεύονται εξονυχιστικά , ενώ τα νεαρά πιο ήπια.

1.3.6 Εχθροί και ασθένειες της μηλιάς

Η καλλιέργεια της μηλιάς είναι ευπαθείς σε διάφορους εχθρούς και ασθένειες. Ο σοβαρότερος εχθρός της μηλιάς είναι η καρπόκαψα ή σκουλήκι των μήλων, οι προσβεβλημένοι καρποί από την καρπόκαψα ωριμάζουν νωρίτερα από το κανονικό και πέφτουν στο έδαφος όπου σαπίζουν ή αν παραμείνουν στο δέντρο έχουν μικρή εμπορική αξία. Η καρπόκαψα είναι ο πιο συνηθισμένος εχθρός της μηλιάς και για αυτόν τον λόγο έχει μεγάλη σημασία η έγκαιρη διαπίστωση της εμφάνισης της για

την άμεση αντιμετώπιση με ψεκασμούς. Άλλοι εχθροί της μηλιάς επίσης είναι οι φυλλορύκτες, η νάρκη των μηλοειδών, η νάρκη της μηλιάς, ο φυλλορύκτης της μηλιάς, η στρογγυλή νάρκη, ο φυλλοδέτης, οι αφίδες, η ψώρα του Σαν Ζοζέ, και τέλος ο κόκκινος τετράνυχος που αποτελεί εδώ και χρόνια έναν από τους πλέον επιζήμιους εχθρούς της μηλιάς. Η συχνότερη από της ασθένειες της μηλιάς είναι το φουζικλάδιο και μπορεί να κάνει σημαντική ζημιά σε πολλές περιπτώσεις, ακόμα υπάρχουν οι ασθένειες του ωΐδιου, της μονίλιας, το βακτηριακό κάψιμο και τα βακτήρια του λαιμού και της ρίζας της μηλιάς *agrobacterium tumefaciens* (Θέριος και Δημάση- Θέριου, 2013). Η αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών γίνεται με ψεκασμούς με τα κατάλληλα φυτοφάρμακα και την κατάλληλη εποχή από τους παραγωγούς.

1.3.7 Ωρίμανση, συγκομιδή, συντήρηση

Τα μήλα είναι σημαντικό να συγκομίζονται στο κατάλληλο στάδιο της ωριμότητας τους. Τα άγουρα μήλα έχουν υποβαθμισμένη ποιότητα, στερούνται γεύσης και πολλές φορές και εμφάνισης, ζαρώνουν κατά την συντήρηση και υπόκεινται σε αλλοιώσεις. Το μέγεθος των καρπών, το χρώμα του φλοιού, το χρώμα των σπόρων, η συνεκτικότητα της σάρκας απόσπαση του καρπού από τον βλαστό είναι κάποια από τα κριτήρια ωρίμανσης. Όταν τα μήλα είναι έτοιμα για συγκομιδή μαζεύονται με τα χέρια και αυτά τοποθετούνται σε πλαστικά ή ξύλινα κιβώτια. Τα μήλα που έχουν μαζευτεί στο κατάλληλο στάδιο ωριμότητας μπορούν να αποθηκευτούν και να συντηρηθούν σε ψυκτικούς θαλάμους σε θερμοκρασία 0°C και σχετική υγρασία 90% και κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες διατηρούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα (Ποντίκης, 2003).

1.4 Γεωργικά συστήματα παραγωγής

1.4.1 Συμβατική γεωργία

Η συμβατική γεωργία (conventional agriculture) ήταν η απάντηση στο επισιτιστικό πρόβλημα που ταλάνιζε την ανθρωπότητα. Η αύξηση των εισροών στα αγροοικοσυστήματα που συνετέλεσε σε μια αύξηση της παραγωγής, θεωρήθηκε ως λύση και ακολουθήθηκε κατά κόρον από τους παραγωγούς αγροτικών προϊόντων. Η συμβατική γεωργία είναι η κύρια μορφή γεωργίας που εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα. Βασίζεται στην εντατικοποίηση και στην έντονη εκμηχάνιση των

καλλιέργειών. Αξιοποιεί ανεξέλεγκτα τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους, τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα. Με τη συμβατική γεωργία εισάγονται στα αγρόοικοσυστήματα μεγάλα ποσά ενέργειας, ώστε να καλυφθούν οι αυξημένες ανάγκες των δραστηριοτήτων της. Η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας αυξάνει συνεχώς το κόστος καλλιέργειας και την εξάρτηση των παραγωγών από τις επιδοτήσεις (Michos et.al., 2012).

Τα τελευταία πενήντα χρόνια έχει παρατηρηθεί μια εξάπλωση της σύγχρονης εντατικής γεωργίας σε παγκόσμια κλίμακα, με αποτέλεσμα όταν αναφερόμαστε στην γεωργική δραστηριότητα να εννοούμε την συμβατική/ εντατική γεωργία. Η συμβατική γεωργία δομείται πάνω σε δύο στόχους που είναι αλληλοεξαρτώμενοι, την μεγιστοποίηση της παραγωγής και την μεγιστοποίηση του κέρδους. Οι βασικές πρακτικές της είναι η εντατική καλλιέργεια, η μονοκαλλιέργεια, η άρδευση, η εφαρμογή της ανόργανης λίπανσης, η χημική φυτοπροστασία και ζιζανιοκτόνα, και τέλος ο γενετικός χειρισμός των φυτών καλλιέργειας.

Η μονομερή γεωργική ανάπτυξη στην οποία βασίστηκε η συμβατική γεωργία δυστυχώς δημιούργησε προβλήματα που χαρακτηρίζονται ως τα αδιέξοδα της συμβατικής γεωργίας. Τα κύρια προβλήματα που οφείλονται στην εντατικοποίηση της γεωργίας είναι τα παρακάτω: υποβάθμιση του εδάφους, αλόγιστη χρήση λιπασμάτων, αλόγιστη χρήση φυτοπροστατευτικών, διαταραχή της βιοποικιλότητας, ανεξέλεγκτη και αυθαίρετη κατασκευή έργων αξιοποίησης υδατικών πόρων, εντατική χρήση ορυκτών καυσίμων, υποβάθμιση της ποιότητας και ασφάλειας των παραγόμενων προϊόντων, χαμηλή τιμή των προϊόντων που δεν καλύπτει πλέον το πραγματικό κόστος παραγωγής, και τέλος δημιουργία κοινωνικών προβλημάτων.

1.4.2 Ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής

Όταν μιλάμε για ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής πρόκειται για ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης με στοιχεία συστήματος ποιότητας, το οποίο βασίζεται στην τήρηση των νομικών απαιτήσεων, την ορθολογική χρήση όλων των εισροών (νερό, λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά προϊόντα) και την παρακολούθηση και τον έλεγχο όλων των φάσεων παραγωγής με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και του καταναλωτή, καθώς και την παραγωγή επώνυμων, ποιοτικών, ασφαλών και ανταγωνιστικών προϊόντων. Η φιλοσοφία του συστήματος αυτού, όπως εφαρμόζεται σε διάφορες καλλιέργειες, στηρίζεται στη συνεχή επαγρύπνηση και τη στενή

παρακολούθηση της καλλιέργειας, έτσι ώστε οποιοδήποτε πρόβλημα να εντοπιστεί έγκαιρα, να αξιολογηθεί σωστά και να αντιμετωπιστεί με τον πιο κατάλληλο τρόπο(Σφακιωτάκης, 2000).

Με την ολοκληρωμένη διαχείριση επιδιώκεται η αύξηση της παραγωγής κύρια προς την κατεύθυνση της ποιότητας. Μειώνονται οι υπερβολικά υψηλές αποδόσεις, που είναι τις περισσότερες φορές σε βάρος της ποιότητας των καρπών. Με το σύστημα αυτό, εφαρμόζονται εκτός από τα συστήματα της ολοκληρωμένης καταπολέμησης των εχθρών και ασθενειών και καλλιεργητικές τεχνικές που έχουν ως σκοπό να παράγεται προϊόν που καλύπτει τις ανάγκες της αγοράς και ικανοποιεί τον καταναλωτή χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον.

Τα οφέλη της ολοκληρωμένης διαχείρισης μπορούν να συνοψιστούν στα εξής: 1) Παραγωγή υψηλής ποιότητας γεωργικών προϊόντων 2) Μεγιστοποίηση του οικονομικού οφέλους για τον παραγωγό, το όφελος έρχεται από την μείωση των εισροών 3) Ορθολογικότερη χρήση των εισροών που δέχεται η καλλιέργεια 4) Μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος 5) Μείωση της επιβάρυνσης της ανθρώπινης υγείας, του παραγωγού αλλά και του καταναλωτή του προϊόντος(Τσελές κ.α, 2001).

1.4.3 Βιολογική γεωργία

Η βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα παραγωγής και διαχείρισης αγροτικών προϊόντων, που προστατεύει το περιβάλλον σε όλα τα στάδια διαχείρισης του οικοσυστήματος, και ταυτόχρονα προασπίζοντας την υγεία των καταναλωτών. Το σύστημα αυτό προσπαθεί να σέβεται την φύση και συνεργάζεται αρμονικά μαζί της. Έτσι στην λογική αυτή εντάσσεται η διατήρηση ενός ζωντανού και υγιούς εδάφους, η διατήρηση της μεγαλύτερης δυνατής ποικιλομορφίας ζώϊκών και φυτικών οργανισμών στο οικοσύστημα της καλλιέργειας, η όσο το δυνατό στενότερη ανακύκλωση της ύλης και η αποφυγή της χρήσης χημικών συνθετικών και φυτοφαρμάκων. Η βιολογική γεωργία χρησιμοποιεί ήπιες καλλιεργητικές τεχνικές και μέσα φυτοπροστασίας και λίπανσης, που δεν αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον, αξιοποιώντας τις σύγχρονες κατακτήσεις της επιστήμης και της ντόπιας παράδοσης(Παλάτος και Κυρκενίδης,2006).

Σε γενικές γραμμές οι βασικοί στόχοι – αρχές της βιολογικής γεωργίας είναι οι ακόλουθοι: 1) Να παράγει τροφή υψηλής θρεπτικής αξίας σε επαρκή ποσότητα 2) Να αλληλεπιδράσει με εποικοδομητικό τρόπο με όλα τα φυσικά συστήματα του κύκλου 3) Να ενθαρρύνει και να αυξήσει τους βιολογικούς κύκλους στα γεωργικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των μικροοργανισμών, της εδαφικής χλωρίδας και πανίδας 4) να διατηρήσει και να αυξήσει μακροπρόθεσμα την γονιμότητα του εδάφους 5) Να χρησιμοποιήσει, όσο το δυνατόν, ανανεώσιμες πηγές στα γεωργικά συστήματα τα οποία είναι οργανωμένα σε τοπικό επίπεδο 6) Να εργαστεί μέσα σε κλειστά συστήματα σε σχέση με την οργανική ουσία και τα θρεπτικά στοιχεία 7) Οι εργασίες να γίνονται με υλικά και ουσίες που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν σε ένα αγρόκτημα ή οπουδήποτε αλλού 8) Να περιορίσει τις μορφές ρύπανσης που προέρχονται από την γεωργική πρακτική 9) Να διατηρήσει τη γενετική ποικιλομορφία των γεωργικών οικοσυστημάτων 10) Να εξετάσει τον ευρύτερο κοινωνικό και οικολογικό αντίκτυπο των αγροοικοσυστημάτων (IFOAM).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μεθοδολογία έρευνας

2.1 Εισαγωγή

Για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε πρωτογενής και δευτερογενής έρευνα. Η πρωτογενής έρευνα πραγματοποιήθηκε στα αγροκτήματα καλλιέργειας μηλιάς στην περιοχή της ορεινής Κορινθίας, στο χωριό Μάννα. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής(AKZ) SimaPro 5.1 και την μέθοδο CML 2 baseline 2000/ West Europe 1995. Η δευτερογενής έρευνα βασίστηκε σε εθνική και διεθνή αρθρογραφία και βιβλιογραφία.

2.2 Βιβλιογραφία – Δευτερογενής έρευνα

Η παρούσα διπλωματική χρησιμοποιεί σχετική βιβλιογραφία από έγκυρα άρθρα, επιστημονικά περιοδικά, και βιβλία ως κύριες πηγές πληροφοριών. Σε γενικές γραμμές, η έρευνα για τον σκοπό της βασίζεται στην εθνική και διεθνή βιβλιογραφία (άρθρα και βιβλία) που βρίσκονται σε ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες . Επίσης βασίζεται σε πηγές που προέρχονται από το διαδίκτυο έγκυρα online περιοδικά, σε έγκυρες online βιβλιοθήκες και ιστοσελίδες (όπως www.scopus.com, www.scholar.google.com, www.sciencedirect.com, <http://www.springerlink.com>). Όλες αυτές οι πηγές είναι αποδεκτές, υποστηρίζονται από έρευνες και συμπεριλαμβάνουν θέματα που σχετίζονται με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

2.3 Δεδομένα μελέτης περίπτωσης – Πρωτογενής έρευνα

Για την τρέχουσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από συγκεκριμένα αγροκτήματα καλλιέργειας μηλιάς που βρίσκονται στο ορεινό χωριό Μάννα του νομού Κορινθίας. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν με το πρόγραμμα SimaPro 5.1 και την μέθοδο CML 2 baseline 2000. Τα αποτελέσματα αναλύονται σε παρακάτω κεφάλαιο. Στην συνέχεια δίνονται ενημερωτικά στοιχεία για το πρόγραμμα SimaPro και την μέθοδο CML 2 baseline 2000 που χρησιμοποιήθηκαν για τον σκοπό της εργασίας.

2.4 SimaPro 5

Το SimaPro είναι ένα λογισμικό ΑΚΖ που παρέχει στους χρήστες την δυνατότητα συλλογής, ανάλυσης και παρακολούθησης της περιβαλλοντικής επίδοσης προϊόντων, διαδικασιών και υπηρεσιών. Περιέχει μια σειρά μεθόδων εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων των επιπτώσεων της αξιολόγησης. Η βασική μορφή των μεθόδων αξιολόγησης επιπτώσεων στο Sima Pro είναι ο χαρακτηρισμός (characterization), η εκτίμηση ζημιών (damage assessment), η κανονικοποίηση (normalization), και η στάθμιση (weighting). Κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1990, είναι ένα αποδεδειγμένα αξιόπιστο και εύχρηστο εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται από μεγάλες βιομηχανίες, συμβούλους επιχειρήσεων και πανεπιστημιακά ιδρύματα. Είναι παγκοσμίως το πιο πετυχημένο λογισμικό ΑΚΖ με χρήστες σε 80 χώρες(www.earthshift.com).

2.5 CML 2 baseline 2000

Η μέθοδος αυτή αρχικά αναπτύχθηκε από το Κέντρο Περιβαλλοντικών Μελετών στο Πανεπιστήμιο Leiden στην Ολλανδία, το 1992. Περιλαμβάνει τις έξι κατηγορίες επιπτώσεων, εξάντληση αβιοτικών πόρων, παγκόσμια υπερθέρμανση, απώλεια της στοιβάδας του όζοντος, τοξικότητα στον άνθρωπο, οικοτοξικότητα του γλυκού νερού, θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα, χερσαία οικοτοξικότητα, φωτοχημική οξείδωση, οξίνιση και ευτροφισμός. Δύο σετ κανονικοποίησης παρέχονται , ένα για την Ολλανδία και ένα για την Δυτική Ευρώπη, το οποίο χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία. Δεν περιλαμβάνει παράγοντες στάθμισης για την σύνθεση των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ ώστε να έχουμε έναν συνολικό περιβαλλοντικό δείκτη(Buonocore et.al,2009).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών μελετών

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (AKZ) που εφαρμόζεται για να αξιολογήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που υπάρχουν από την παραγωγή αγροτικών προϊόντων ή/και από τις διαδικασίες που ακολουθούνται γι' αυτήν. Έτσι παρακάτω θα παραθέσουμε έρευνες – μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί με εργαλείο την AKZ για την εκτίμηση περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων από την παραγωγή φρούτων και συγκεκριμένα των μήλων.

Το πρώτο άρθρο που θα παρατεθεί είναι των Cerutti et.al (2013) των οποίων η έρευνα μελετά την παραγωγή τριών αντιπροσωπευτικών παλιών ποικιλιών μήλων, Grigia di Torrianna, Magnana και Runse από τις επαρχίες του Torino και Cuneo με την μέθοδο Life Cycle Assessment (LCA) και συγκρίνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτών με τα αποτελέσματα που έχει η μελέτη τους για την εμπορική ποικιλία Golden Delicious. Η μελέτη αυτή είχε ως κίνητρο την έρευνα των παλιών ποικιλιών μήλων του Piemonte στην Βόρεια Ιταλία ως περίπτωση παραδοσιακής τροφής στα πλαίσια μιας βιώσιμης παραγωγής τροφής, και αυτό διότι οι στρατηγικές μάρκετινγκ για τα παραδοσιακά προϊόντα βασίζεται στην σχέση των προϊόντων αυτών με την περιοχή παραγωγής τους και υποστηρίζεται πως η περιβαλλοντική επιβάρυνση είναι μικρότερη διότι παράγονται στην περιοχή από την οποία «κατάγονται». Σε τέτοια παραδοσιακά προϊόντα συνήθως περιλαμβάνονται παλιές ποικιλίες οι οποίες όμως δεν ενδείκνυνται για μεγάλη παραγωγή παρόλο που απαιτούν λιγότερες εισροές. Για το λόγο αυτό η εμπορική και ευρέως σε παραγωγή ποικιλία Golden Delicious αντιπαραβάλλεται με τις παραδοσιακές ποικιλίες.

Η Ιταλία είναι από τις παραδοσιακές παραγωγούς μήλων με εκατοντάδες διαφορετικές ποικιλίες, όμως τώρα το 70% των μηλεοκαλλιεργειών παράγει μόνο Golden Delicious. Βέβαια οι παλιές παραδοσιακές ποικιλίες έχουν συγκεντρώσει το ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια και πολλά ερευνητικά προγράμματα έχουν πραγματοποιηθεί για να διατηρήσουν το γενετικό υλικό των ποικιλιών από το Piemonte καθώς πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ενδιαφέρουσες αισθητικές και θρεπτικές ιδιότητες.

Ο σκοπός της μελέτης αυτής είναι να γίνει σύγκριση με την βοήθεια της LCA της παραγωγής τριών αντιπροσωπευτικών παλιών ποικιλιών με την παραγωγή της

ποικιλίας Golden Delicious ώστε να εκτιμηθούν οι διαφορές ανάμεσα στις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που επιφέρουν καθεμία από τις προαναφερθείσες παραγωγές μήλων. Ακόμα η ποιοτική και ποσοτική καταγραφεί των κύριων περιβαλλοντικών πλευρών των παλιών ποικιλιών θα βοηθήσει στην θέσπιση παραμέτρων και αξιών για την βιωσιμότητα των παραδοσιακών αυτών προϊόντων.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες και τα απαιτήσεις του ISO 14040 και την προσέγγιση cradle – to – gate (από την αρχή έως την πύλη του οπωρώνα). Συλλέχθηκαν δεδομένα για τα διάφορα γεωργικά χαρακτηριστικά των ποικιλιών καθώς κάθε ποικιλία έχει διαφορετικές ανάγκες που οδηγούν σε διαφοροποιήσεις στην οργάνωση του οπωρώνα όπως η πυκνότητα των φυτών διαφοροποιήσεις που έχουν αποτέλεσμα διαφορετικές περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις. Έτσι για κάθε ποικιλία περιλαμβάνεται ο μέσος όρος τριών οπωρώνων με την συγκεκριμένη ποικιλία και οι οποίοι είναι διασκορπισμένοι ανάμεσα στις δύο επαρχίες του Torino και Cuneo. Τα δεδομένα περιλαμβάνουν τις γεωργικές εισροές, την κατανάλωση πόρων, την δομή του οπωρώνα καθώς και τις καλλιεργητικές πρακτικές. Η συλλογή έγινε με την διανομή ερωτηματολογίων στους παραγωγούς.

Καθώς οι οπωρώνες είναι πολυετή βιολογικά παραγωγικά συστήματα, η απόδοση παραγωγής διαφέρει από χρονιά σε χρονιά, έτσι η παραγωγή πρέπει να μοντελοποιηθεί για ολόκληρο τον κύκλο παραγωγής. Ακολουθώντας τις οδηγίες των παραγωγών η παραγωγή χωρίστηκε σε τρία στάδια. 1) στάδιο χαμηλής απόδοσης παραγωγής λόγω των νεαρών δέντρων, 2) στάδιο υψηλής αποδοτικότητας λόγω των ώριμων δέντρων και 3) στάδιο χαμηλής παραγωγής και πάλι λόγω των γερασμένων δέντρων. Η διάρκεια του κάθε σταδίου εξαρτάται από την ποικιλία και ανεξάρτητα της παραγωγής κάθε στάδιο περιλαμβάνει όλες τις εργασίες για ένα χρόνο. Συγκεκριμένα την διαχείριση των δέντρων, την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών, την λίπανση, την άρδευση και την συγκομιδή.

Στην παρούσα μελέτη αξιοσημείωτη είναι η χρήση τριών διαφορετικών λειτουργικών μονάδων, η χρήση των οποίων θέλει να οδηγήσει σε μια πιο ολοκληρωμένη και κατανοητή εικόνα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του υπό μελέτη συστήματος. Οι τρεις λειτουργικές μονάδες είναι οι εξής: 1) ποσότητας ,2) καλλιεργούμενης έκτασης και 3) οικονομικής αξίας. Η λειτουργική μονάδα ποσότητας είναι αυτή που συνήθως χρησιμοποιείται στην περιβαλλοντική αξιολόγηση των φρούτων και είναι πιο εύκολη

να κατανοηθεί και είναι συνήθως η παραγωγή ενός τόνου φρούτων. Παρά ταύτα κοιτάζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μόνο ανά μονάδα ποσότητας του προϊόντος εκτιμάται η οικολογική αποδοτικότητα και όχι η βιωσιμότητα αυτού. Με την χρήση της λειτουργικής μονάδας του εδάφους θα έχουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την διαχείριση ενός εκταρίου του οπωρώνα. Δεν συνηθίζεται η χρήση στην LCA αλλά μπορεί να δώσει ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Ακόμα η οικονομική λειτουργική μονάδα είναι χρήσιμη καθώς περικλείει την ποιότητα και την ποσότητα του προϊόντος σε ένα μέτρο, το εισόδημα του παραγωγού από την πώληση όλης της σοδειάς. Είναι μεταβλητή από χρονιά σε χρονιά και εξαρτάται από το οικονομικό πλαίσιο μέσα στο οποίο βρίσκεται ο οπωρώνας.

Η εργασία αυτή χρησιμοποίησε για τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις κατηγορίες επιπτώσεων, την μέθοδο EPID, επίσης χρησιμοποίησε κατηγορίες επιπτώσεων που επικεντρώνονται στην ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων στα οικοσυστήματα με ιδιαίτερη προσοχή στην υπερθέρμανση του πλανήτη, στον ευτροφισμό και στην οξίνιση παρά στην κατανάλωση πόρων και την ανθρώπινη τοξικότητα. Επίσης τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν και για στατιστική ανάλυση, να σταθμίσει τα αποτελέσματα ώστε να εκτιμηθεί η στατιστική σημαντικότητα της ολικής περιβαλλοντικής κατάταξης. Χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος ANOVA για την ανάλυση της διακύμανσης και το στατιστικό πακέτο SPSS 18.0.

Τα αποτελέσματα της έρευνας των Cerutti et.al.(2013) με λειτουργική μονάδα 1 τόνου μήλων, έδειξαν πως η ποικιλία Golden Delicious σε όλες τις κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχει την καλύτερη περιβαλλοντική επίδοση σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες με εξαίρεση την κατηγορία για την πιθανότητα μείωση της στοιβάδας του στρατοσφαιρικού όζοντος. Σε σχέση με την ποικιλία Golden Delicious οι άλλες ποικιλίες είχαν πιο υψηλούς μέσους όρους στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις κατηγορίες, πιθανότητα θρεπτικού εμπλουτισμού, οξίνισης και παγκόσμιας υπερθέρμανσης με 33%, 20% και 17% αντίστοιχα. Από την άλλη μεριά με βάση την λειτουργική μονάδα, επιπτώσεις ανά εκτάριο καλλιεργούμενης γης, οι παλιές ποικιλίες είχαν καλύτερη περιβαλλοντική επίδοση έναντι της Golden Delicious σε όλες σχεδόν τις κατηγορίες επιπτώσεων. Η τελευταία είχε 24% πιο υψηλό μέσο όρο στην παγκόσμια υπερθέρμανση, 22% στην οξίνιση και 14% στην πιθανότητα

θρεπτικού εμπλουτισμού, αποτελέσματα που έρχονται σε αντίθεση με τα προηγούμενα πιο πάνω.

Όσον αφορά την συνεισφορά διαφορετικών ουσιών σε συγκεκριμένες κατηγορίες, το CO₂ προβάλλεται ως η πιο σημαντική απορροή για την υπερθέρμανση του πλανήτη με μέσο όρο να κυμαίνεται από 85,54% έως 87,46% σε όλες τις ποικιλίες. Στην πιθανότητα θρεπτικού εμπλουτισμού κύριος παράγοντας είναι τα νιτρώδη οξείδια με μέσο όρο 66,34% ανάμεσα σε όλες τις ποικιλίες, και τέλος στην οξίνιση την μεγαλύτερη συνεισφορά έχουν τα οξείδια του αζώτου με μέσο όρο 71,36%.

Για να συγκριθούν τα αποτελέσματα τις έρευνας με αναφορές που υπάρχουν για την συνεισφορά ενός μέσου ατόμου από δραστηριότητες στην Ευρώπη στις κατηγορίες επιπτώσεων, τα αποτελέσματα κανονικοποιήθηκαν σύμφωνα με την μέθοδο EPID. Τα κανονικοποιημένα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε μονάδες ανθρώπινων ισοδύναμων, δηλαδή κατά πόσο ένα άτομο συνεισφέρει στην κάθε κατηγορία. Η σύγκριση έδειξε πως οι πιο σημαντικές κατηγορίες επιπτώσεων δεν διαφέρουν με αυτές που έχουν δείξει μελέτες με AKZ για την γεωργία, με πιο σημαντική την παγκόσμια υπερθέρμανση.

Επίσης και με βάση την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων η ποικιλία Golden Delicious είχε καλύτερη περιβαλλοντική επίδοση έναντι των παλιών ποικιλιών, έχοντας λειτουργική μονάδα την ποσότητα ενώ αντίθετα ήταν τα αποτελέσματα έχοντας λειτουργική μονάδα το ένα εκτάριο γης.

Από τα παραπάνω φαίνεται πως η χρήση διαφορετικών λειτουργικών μονάδων οδηγεί σε διαφορετικά αποτελέσματα, στην συγκεκριμένη έρευνα βλέπουμε την ποικιλία Golden Delicious να κινείται από καλύτερης σε χειρότερης περιβαλλοντικής απόδοσης ανάλογα με την λειτουργική μονάδα του συστήματος. Ένας λόγος είναι ο διαχωρισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατανάλωση πόρων και ενέργειας στην παραγωγή από την συνολική ποσότητα του εμπορικού προϊόντος όπου δεν λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις από το σύνολο του συστήματος παραγωγής, όσον αφορά την λειτουργική μονάδα ποσότητας. Από την άλλη η μέθοδος που μας δίνει επιπτώσεις ανά εκτάριο καλλιεργούμενης έκτασης μας δίνει την συνολική ποσότητα εκροών και πόρων που καταναλώθηκαν για όλο το σύστημα. Η χρήση της μονάδας επιπτώσεις ανά τόνο μας δίνει απαντήσεις για το πιο περιβαλλοντικά αποδοτικό σύστημα παραγωγής 'ενώ η μέθοδος ανά εκτάριο του οπωρώνα μπορεί να

δώσει απαντήσεις για ευαίσθητες περιοχές όπου απαιτείται μείωση συγκεκριμένων περιβαλλοντικά επιζήμιων απορροών. Η χρήση της οικονομικής λειτουργικής μονάδας δείχνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την παραγωγή εκφραζόμενες στο εισόδημα. Η συγκεκριμένη λειτουργική μονάδα μπορεί να θεωρηθεί και ως ένα ολοκληρωμένο μέτρο ποσότητας και ποιότητας, επίσης έχει κοινωνική διάσταση αφού το εισόδημα συνδέεται άμεσα με τις αγορές και τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Βέβαια για τον σκοπό της μελέτης αυτής από επιστημονικής σκοπιάς είναι λιγότερο το αντικειμενικό.

Η ποικιλία Golden Delicious μπορεί να θεωρηθεί ο πιο αποδοτικός γενότυπος από περιβαλλοντικής σκοπιάς έχοντας χαμηλότερες επιπτώσεις ανά τόνο μήλων από τις παλιές ποικιλίες. Η αυξημένη αποδοτικότητα της παραγωγής αυτού γενοτύπου σημαίνει πως αυτή εμπορική ποικιλία για μια δεδομένη ποσότητα εισροών αποφέρει περισσότερη ποσότητα φρούτων από τις παλιές ποικιλίες. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της παγκόσμιας υπερθέρμανσης, 1kg ισοδύναμων CO₂ παράγει 6,10 kg μήλα σε οπωρώνα Golden Delicious έναντι 5,18kg σε οπωρώνα με παλιές ποικιλίες.

Βέβαια σκεπτόμενοι την συνολική επιβάρυνση στο περιβάλλον από μηλεοκαλλιέργειες(λειτουργική μονάδα, ανά εκτάριο καλλιεργούμενης έκτασης), οι παλιές ποικιλίες έχουν μικρότερη επίδραση στο φυσικό περιβάλλον από το οποίο «κατάγονται». Όπως και για το προηγούμενο παράδειγμα για την παγκόσμια υπερθέρμανση, έχουμε 1kg ισοδύναμων CO₂ σε οπωρώνα με παλιές ποικιλίες 2,03m² καλλιεργούμενης έκτασης, έναντι 1,52m² για ποικιλία Golden Delicious. Στο πλαίσιο της βιωσιμότητας οι παλιές ποικιλίες μπορούν να θεωρηθούν πιο περιβαλλοντικά βιώσιμα συστήματα από τις μοντέρνες ποικιλίες. Η εκτίμηση της περιβαλλοντικής επίδοσης με βάση το εισόδημα δημιουργεί ένα άλλο σενάριο, οι παλιές ποικιλίες έχουν ίδια περιβαλλοντική κατάταξη με την Golden Delicious. Η υψηλότερη τιμή των παλιών ποικιλιών αντισταθμίζεται από την μικρότερη ποσότητα παραγόμενου προϊόντος.

Συνοπτικά η εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από το σύστημα παραγωγής φρούτων εξαρτώνται άμεσα από την επιλογή της λειτουργικής μονάδας. Τα αποτελέσματα αφορούν για την περιβαλλοντική αποδοτικότητα του συστήματος παραγωγής μήλων και γι' αυτό είναι αδύνατο να πούμε τι είδος ποικιλίας μπορεί να

καλλιεργηθεί για μια βιώσιμη περιβαλλοντικά παραγωγή, καθώς θα χρειάζονταν και άλλοι παράμετροι όπως η ποιότητα των φρούτων κ.α.

Η εκτίμηση των εναλλακτικών μεθόδων παραγωγής στην γεωργία που μπορούν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις με την χρησιμότητα της αξιολόγησης κύκλου ζωής (LCA) πραγματεύεται το δεύτερο άρθρο των Canals et.al.(2005). Η μελέτη αυτή με την βοήθεια της LCA προσπαθεί να εντοπίσει ευκαιρίες για περιβαλλοντική βελτίωση στα φυτοκομικά συστήματα. Η LCA προσφέρει ένα βαθμό αντικειμενικότητας που επιτρέπει να γίνονται συγκρίσεις στην βάση ενός εύρους περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συμβαίνουν σε διαφορετικές γεωγραφικές κλίμακες (από τοπική σε παγκόσμια).

Η έρευνα εφαρμόζεται σε τρεις οπωρώνες με μήλα εμπορίου και σε δύο περιοχές οι οποίοι παρουσιάζουν σύμφωνα με τους ειδικούς τις καθιερωμένες πρακτικές παραγωγής, στην Νέα Ζηλανδία. Τα τελευταία χρόνια στην Νέα Ζηλανδία έχουν αναπτυχθεί και εφαρμόζονται περισσότερο περιβαλλοντικά βιώσιμες μέθοδοι παραγωγής, με 90% των παραγωγών να εφαρμόζουν Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής(ΟΔΠ) και περίπου 9% να κάνει βιολογικές καλλιέργειες. Σκοπός της μελέτης είναι να αναγνωριστούν οι επιζήμιες για το περιβάλλον πρακτικές που σχετίζονται με την ΟΔΠ στις δύο περιοχές της Νέας Ζηλανδίας, Central Otago και Hawke's Bay. Η εκτίμηση της επίδρασης των καλλιεργητικών πρακτικών έγινε με την χρησιμοποίηση δεδομένων από τρεις συγκεκριμένες τοποθεσίες και συγκρίθηκαν με αυτές που θεωρούνται δεδομένες πρακτικές από εμπειρογνώμονες του κλάδου. Τα δεδομένα αφορούν την περίοδο 1999-2000 και βασίστηκαν πάνω και σε προηγούμενες μελέτες LCA που είχαν πραγματοποιηθεί στην Νέα Ζηλανδία. Για γεωργικές εισροές, κατανάλωση και καλλιεργητικές πρακτικές ρωτήθηκαν μέσω ερωτηματολογίων οι τρεις παραγωγοί και σε συνεννόηση με τους εμπειρογνώμονες του κλάδου. Δεδομένα για τις περιβαλλοντικές παρεμβάσεις που έχουν να κάνουν με τις λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα(ράντισμα, λίπανση, λειτουργία μηχανημάτων, η λειτουργία των φορέων ενέργειας και η μετακίνηση) πάρθηκαν από την βιβλιογραφία.

Τα όρια του συστήματος περιλαμβάνουν όλα τα στάδια από την αρχή της παραγωγής έως την συγκομιδή(cradle – to – gate) στην διάρκεια ενός έτους. Η μελέτη εστιάζει στην παραγωγή των μήλων και όχι στην διανομή, στην συντήρηση ή στην

κατανάλωση τους. Ανάλογα με την ποιότητα τα συγκομισμένα μήλα χωρίζονται: σε υψηλής ποιότητας τα οποία προγραμματίζονται για εξαγωγή(Grade 1) ,σε άλλα που πωλούνται στην εγχώρια αγορά(Grade 2) και στα υπόλοιπα που πηγαίνουν για επεξεργασία. Όλες οι περιβαλλοντικές επεμβάσεις για τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής κατανέμονται για τα μήλα Grade 1 και Grade 2.

Η λειτουργική μονάδα που χρησιμοποιείται είναι αυτή της ποσότητας, 1 τόνος παραγόμενου προϊόντος, η οποία είναι επαρκής όταν θέλουμε να αναλύσουμε μόνο τα στάδια παραγωγής των φρούτων για περιγραφικούς σκοπούς.

Οι κατηγορίες επιπτώσεων που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτές που συνήθως εξετάζονται σε μια LCA και είναι οι εξής: κλιματική αλλαγή, σχηματισμός φωτοχημικών οξειδωτικών, εμπλουτισμός του περιβάλλοντος με θρεπτικά, ανθρώπινη τοξικότητα(στον αέρα, νερό και έδαφος) και οικολογική τοξικότητα(οξύς και χρόνια για τα υδάτινα οικοσυστήματα, και χρόνια για τα χερσαία οικοσυστήματα. Επίσης πραγματοποιήθηκε και μια ποιοτική ανάλυση των απογραφέντων δεδομένων, τα οποία καθορίζουν τα αποτελέσματα, εκτιμώντας ένα περιθώριο σφάλματος για καθένα από αυτά όπως και διαστήματα εμπιστοσύνης υπολογίστηκαν για κάθε οπωρώνα και κατηγορία επίπτωσης ,για να προσδιορίσουν αν ο δείκτης των αποτελεσμάτων για την ίδια κατηγορία επίπτωσης διαφέρει σημαντικά από κάθε άλλη.

Επίσης για την μελέτη υπήρξαν και κάποιες παραδοχές του συστήματος, όπως για τα λιπάσματα, την διαχείριση των ασθενειών, την άρδευση, την καταπολέμηση της παγωνιάς, την καταπολέμηση της φυτοκάλυψης κάτω από τα δέντρα, του κλαδέματος των δέντρων, του αραιώματος των καρπών και της συγκομιδής. Τα αποτελέσματα βασίστηκαν στην λειτουργική μονάδα του 1 τόνου παραγόμενων μήλων Grade 1 και 1 τόνου παραγόμενων μήλων Grade 2.

Έτσι η κατανάλωση ενέργειας που συνδέεται με τους μη ανανεώσιμους πόρους προέρχεται κυρίως από τις εργασίες που γίνονται στους οπωρώνες, με κύριο παράγοντα κατανάλωσης την συγκομιδή, το ράντισμα συμμετέχει με 10 - 20% στην συνολική κατανάλωση ενέργειας, η λειτουργία των μηχανημάτων συμβάλλει με 7 – 12% και η λίπανση με 5 – 11%. Ενδιαφέρον είναι πως η κατανάλωση της ενέργειας διαφέρει από παραγωγό σε παραγωγό, καθώς για τις ίδιες εργασίες καταναλώνονται διαφορετικές ποσότητες. Οι μεταβολές είναι τουλάχιστον 40 – 80 % αν συγκρίνει

κανείς μια εργασία για έναν οπωρώνα που ακολουθείται ΟΠΔ. Εδώ να αναφέρουμε πως οι επιπτώσεις από την κατανάλωση ενέργειας είναι ελαφρώς χαμηλότερες σε καλλιέργειες μήλων στη Νέα Ζηλανδία σε σχέση με μελέτες που έχουν γίνει για άλλες χώρες όπως στην Σουηδία και την Γαλλία. Ο σχηματισμός φωτοχημικών οξειδωτικών και η τοξικότητα των χερσαίων οικοσυστημάτων συνδέονται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας και έτσι η κύρια αιτία για τον σχηματισμό φωτοχημικών οξειδωτικών είναι οι μη μεθανούχες πτητικές ενώσεις (NMVOC) σε όλα τα συστήματα με 69 – 75% και ακολουθεί το μονοξείδιο του άνθρακα(CO) με 18 – 26%.

Στην κατηγορία επίπτωση , κλιματική αλλαγή κυριαρχεί το CO₂ από την κατανάλωση ενέργειας (34 – 50%) καθώς σημαντική συνεισφορά έχει και η ρίψη λιπασμάτων με 25 – 51%. Όπως και στην κλιματική αλλαγή έτσι και στην οξίνιση οι εκπομπές από την από την ενέργεια που καταναλώνεται την επηρεάζουν καθώς και η λίπανση.

Οι εκπομπές των βαρέων μετάλλων που συνδέονται με την απευθείας κατανάλωση ενέργειας στο χωράφι όπως η λειτουργία των μηχανημάτων και των εισροών στην παραγωγή, φυτοφάρμακα και λιπάσματα επηρεάζουν την χρόνια οικολογική τοξικότητα στα υδάτινα οικοσυστήματα. Αν οι εκπομπές από τα φυτοφάρμακα λαμβάνονταν υπόψη σε σχέση με το νερό, τα αποτελέσματα δεν διέφεραν και πολύ, αν και θα περιμέναμε πως οι εκπομπές από τα φυτοφάρμακα θα είχαν μεγαλύτερη συνεισφορά σε τέτοιου είδους κατηγορίες. Αυτό γίνεται διότι οι εκπομπές για τα υπόγεια ύδατα δεν θεωρούνται πως επηρεάζουν τα υδάτινα οικοσυστήματα και οι εκπομπές στα επιφανειακά ύδατα θεωρούνται σχετικά χαμηλές. Εξάλλου τα βαρέα μέταλλα είναι αυτά που έχουν μακροχρόνια επίδραση και η ιδιαίτερη τοξικότητα τους τείνει να είναι υψηλότερη. Στην περίπτωση βέβαια για την τοξικότητα στον άνθρωπο οι εκπομπές από τα φυτοφάρμακα και η απευθείας κατανάλωση ενέργειας και ιδιαίτερα οι εκπομπές της καταναλισκόμενης βενζίνης φαίνονται να είναι αυτές που την προκαλούν. Η τοξικότητα στον άνθρωπο διαμέσου του νερού και του αέρα κυριαρχείται από τα συνθετικά φυτοφάρμακα και οι μεγάλες διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις περιοχές μελέτης είναι εξαιτίας των τοπικών συνθηκών όπως τον τύπο του εδάφους. Αυτά τα αποτελέσματα συνάδουν με εκείνα άλλων μελετών LCA στα φυτοκομικά συστήματα, όπου τα φυτοφάρμακα εμφανίζονται να καθορίζουν πολλές επιπτώσεις τοξικότητας.

Ο εμπλουτισμός με θρεπτικά οφείλεται κυρίως από εκπομπές νιτρικών από τους οπωρώνες, και σύμφωνα με την βιβλιογραφία η έκπλυση νιτρικών συνεισφέρει με ποσοστό 83 – 91% στην συνολική τιμή αυτής της κατηγορίας σε όλα τα συστήματα. Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις περιοχές μελέτης.

Σύμφωνα με την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων, η οποία έγινε ακολουθώντας τα πρότυπα του ISO,200a δείχνει πως η τοξικότητα στον άνθρωπο είναι η κύρια επίπτωση(5 – 25%) από την παραγωγή 1 τόνου μήλων. Βέβαια για τις επιπτώσεις της τοξικότητας πρέπει να υπάρχει ιδιαίτερη επιφύλαξη διότι δεδομένης της υπάρχουσας οικονομίας είναι αδύνατον να καταγραφούν με λεπτομέρεια όλες οι τοξικές εκπομπές. Από την άλλη μεριά οι διαφορές για την συνεισφορά στην τοξικότητα στον άνθρωπο διαμέσου εδάφους και των άλλων κατηγοριών επιπτώσεων είναι αρκετά μεγάλες. Από αυτό εξάγεται το συμπέρασμα πως οι εκπομπές από τα φυτοφάρμακα είναι οι περισσότερο σχετικές με την ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής. Ακόμα υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στους οπωρώνες όσον αφορά τις επιπτώσεις από τα φυτοφάρμακα, κάτι το οποίο σημαίνει πως ο έλεγχος στην χρήση των φυτοφαρμάκων θα είχε ιδιαίτερη σημασία για το περιβάλλον. Τέλος οι δύο οπωρώνες στην περιοχή Hawke's Bay δείχνουν να είναι καλύτερη στις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων(κλιματική αλλαγή, σχηματισμός φωτοχημικών οξειδωτικών και οξίνιση) που σχετίζονται με την ενέργεια.

Το επόμενο άρθρο είναι των Keyes et.al.(2015) και στόχος του είναι να αναδείξει πιθανές ευκαιρίες βελτίωσης στις συμβατικές και βιολογικές καλλιέργειες μήλων στην περιοχή Nova Scotia στον Καναδά, με την βοήθεια της μεθόδου LCA και την περιβαλλοντική αξιολόγηση μέσω αυτής. Η παραγωγή μήλων στον Καναδά είναι μεγάλης σημασίας για την οικονομία της χώρας καθώς για το 2010 τα έσοδα που απέφερε εκτιμήθηκαν στα 148,5\$ εκατομμύρια. Συγκεκριμένα η περιοχή Nova Scotia αντιπροσωπεύει κατά προσέγγιση το 10% των παραγόμενων μήλων στην χώρα, το 2010 η παραγωγή έφτασε τους 33,700 τόνους μήλων. Στην περιοχή Annapolis Valley όπου βρίσκεται η Nova Scotia πάνω από 150 αγροκτήματα παράγουν μήλα και καταλαμβάνουν περίπου 1850 εκτάρια γης. Τα μήλα έχουν προορισμό το τοπικό λιανικό εμπόριο, την επεξεργασία τους για την δημιουργία χυμών, κρασιών και μηλόπιτων, και τέλος την εξαγωγή. Στον Καναδά περισσότερο από το 95% των παραγωγών χρησιμοποιούν μέτρα της ολοκληρωμένης διαχείρισης παραγωγής και η βιολογική γεωργία επίσης αρχίζει να εμφανίζεται.

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να αξιολογήσει από περιβαλλοντικής σκοπιάς την τυπική συμβατική καλλιέργεια μήλων και την αναδυόμενη βιολογική στην Nova Scotia, διότι πολλές είναι οι διαφορές μεταξύ των δύο. Ωστόσο δεν θα γίνει σύγκριση των δύο επειδή η συμβατική γεωργία υπάρχει για δεκαετίες έχοντας αναπτύξει μεθόδους αποδοτικότητας και υποσχόμενων μεγάλων σοδειών. Έτσι θα δούμε τα αποτελέσματα ανεξάρτητα μεταξύ τους. Η περιβαλλοντική αξιολόγηση κύκλου ζωής χρησιμοποιείται εδώ για να αναδείξει περιοχές όπου μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη αποδοτικότητα στην χρήση πόρων και ενέργειας ώστε να γίνει ένα βήμα να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην γεωργία. Ποτέ πριν δεν έχει διεξαχθεί έρευνα για το θέμα αυτό σε περιοχή του Καναδά από την πλευρά του Ατλαντικού παρά του μεγάλου μεγέθους του τομέα αυτού της καλλιέργειας μήλων. Οπότε η ώθηση για την μελέτη αυτή είναι να αναγνωρίσει ποιες είναι αυτές οι ενέργειες που μπορούν να γίνουν ώστε να βελτιωθούν τόσο η συμβατική όσο και βιολογική καλλιέργεια στην περιοχή με στόχο τις λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν για τους οπωρώνες προέρχονται από 10 καλλιεργητές της συμβατικής γεωργίας και από 3 της βιολογικής γεωργίας. Ερωτηματολόγια χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή των δεδομένων κατά την περίοδο του έτους 2010. Η λειτουργική μονάδα που χρησιμοποιήθηκε είναι 1 τόνος παραγόμενων μήλων. Τα όρια του συστήματος περιλαμβάνουν όλες τις διαδικασίες παραγωγής, προετοιμασία του εδάφους μέσω εισροών, υποδομή και εξοπλισμός για το αγρόκτημα, χρήση καυσίμων, χρήση λιπασμάτων, χημικές και μη ουσίες για τα ραντίσματα των δέντρων. Ακόμα συμπεριλαμβάνονται και διαδικασίες που ακολουθούν το μετά την παραγωγή στάδιο, όπως η αποθήκευση και η μεταφορά των φρούτων σε διάφορα σημεία λιανικής πώλησης σε όλο τον Καναδά με φορτηγά, τρένα και πλοία.

Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό της LCA, SimaProversion 7.3.3, το πακέτο των κατηγοριών επιπτώσεων “Recipe H” χρησιμοποιήθηκε για να ποσοτικοποιήσει τις επιπτώσεις, παγκόσμια υπερθέρμανση(GWP), φωτοχημική οξύτητα (POFP), οξίνιση του εδάφους(AP), τον ευτροφισμό του γλυκού νερού και του θαλάσσιου(FEP & MEP), την εξάντληση μετάλλων(MDP), και την δυνητική εξάντληση των απολιθωμάτων(FDP). Με την μεθοδολογία της UseTox methodology εκτιμήθηκαν η καρκινογόνος τοξικότητα στον άνθρωπο(HCTP), η μη

καρκινογόνος τοξικότητα στον άνθρωπο(HNCTP) και η υδάτινη οικοτοξικότητα(ETP). Ακόμα η αθροιστική απαιτούμενη ενέργεια(CED) υπολογίστηκε ανεξάρτητα ως μια κατηγορία μόνη της.

Εκτός από την ανάλυση των αποτελεσμάτων με τα δεδομένα που δόθηκαν και αποτελούν ένα σενάριο, κάποια σενάρια αναπτύχθηκαν με υποθετικές αλλαγές που επικεντρώνονται στην μεταφορά των προϊόντων και την παραγωγή ενέργειας. Πέντε σενάρια για την μεταφορά έγιναν, ώστε να διαπιστωθεί πόσο επηρεάζουν η απόσταση και το μέσο μεταφοράς. Όλα τα σενάρια μοντελοποιήθηκαν με σημείο αναφοράς των μεταφορών στο Kentville το κέντρο παραγωγής μήλων της Nova Scotia, οι επιστροφές των ταξιδιών δεν συμπεριλαμβάνονται στα σενάρια.

Εκτός των σεναρίων για την μεταφορά, αναπτύχθηκαν και για την παραγωγή ενέργειας δεδομένου πως η παραγωγή ενέργειας στην περιοχή εξαρτάται κυρίως από τον εισαγόμενο γαιάνθρακα που καλύπτει το 57% των αναγκών για ενέργεια. Τρία πιθανά σενάρια βελτιώσεων εμφανίζονται ώστε να διαπιστωθεί αν οι τροποποιήσεις σε αυτό το σημείο κλειδί για τις εισροές θα έχει δυνητικά περιβαλλοντικά οφέλη. Στο πρώτο σενάριο, το 40% για τον ηλεκτρισμό θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 34% από τον άνθρακα, 19% από την αιολική ενέργεια και 21% από την υδροηλεκτρική. Το δεύτερο αντικαθιστά πλήρως τον άνθρακα με φυσικό αέριο με ποσοστό 54%, και με τα ίδια ποσοστά όπως και παραπάνω η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια. Και το τελευταίο και τρίτο σενάριο εξετάζει το ενδεχόμενο η ηλεκτρική ενέργεια να προέρχεται ολοκληρωτικά από ανανεώσιμες πηγές και πως αυτό θα επηρεάσει το στάδιο αποθήκευσης των φρούτων στην περιοχή.

Ακόμα εξετάστηκαν οι μειώσεις και αυξήσεις του μεγέθους 10% σε παραμέτρους όπως οι η κατανάλωση των καυσίμων, η χρήση των χημικών και μη χημικών φυτοφαρμάκων για την καταπολέμηση των ασθενειών και η κατανάλωση λιπασμάτων τόσο στην συμβατική όσο και στην βιολογική καλλιέργεια. Αυτό έγινε με σκοπό να εκτιμηθεί η επίδραση της μεταβλητότητας και της αβεβαιότητας αυτών των δεδομένων και κατά πόσο έχουν αντίκτυπο στα αποτελέσματα της μελέτης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας που δίνονται στην συνέχεια δίνουν την εικόνα για τις εκπομπές που παράγονται από τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στα αγροκτήματα, και από τα αγροκτήματα μέχρι την μεταφορά τους στο Halifax, κέντρο λιανικού εμπορίου. Για την συμβατική καλλιέργεια οι επιπτώσεις προέρχονται κυρίως

από την κατανάλωση καυσίμων, τα λιπάσματα και την χρήση χημικών στην παραγωγή. Η κατανάλωση καυσίμων συνεισφέρει στις εξής κατηγορίες επιπτώσεων, στην GWP με 41%, στην POFP με 83%, στην FDP με 46% και στην CED με 36%. Από την ρίψη λιπασμάτων, οι αζωτούχες εκπομπές οδηγούν με 67% στην επίπτωση AP στην οποία συνεισφέρει και η κατανάλωση καυσίμων με 20%, ακόμα οι εκπομπές νιτρικών(NO_3) και η εκπλύσή τους στο νερό συνεισφέρουν στην MEP με 78%. Ακόμα η παροχή φωσφορικών λιπασμάτων προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις στην FEP(54%) και οι εκπομπές υποξειδίου του αζώτου (N_2O) συνεισφέρει στην GWP με 18%. Οι χημικές εισροές στην παραγωγή επηρεάζουν περισσότερο τις κατηγορίες τοξικότητας και όχι μόνο έτσι έχουμε ακολούθως MDP(56%), HTCP(95%), HTNCP(94%), ETP(100%) και επιβαρύνει επίσης στην GWP(21%), FEP(39%), FDP (33%), CED(32%). Οι χημικές αυτές ουσίες είναι λόγω των ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων που χρησιμοποιούνται ώστε να προστατευθούν τα δέντρα και να αναπτυχθούν οι υγιείς καρποί.

Από τον οπωρώνα μέχρι και την μεταφορά τους στο κέντρο λιανικού εμπορίου στο Halifax οι πιο σημαντικές επιπτώσεις προέρχονται από την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται για την αποθήκευση των μήλων {GWP(63%), FEP(52%), FDP(57%), CED(54%) } και από τις δραστηριότητες που χρειάζονται ηλεκτρισμό στο αγρόκτημα {POFP (46%), MEP(84%), MDP(67%)}. Η συνεισφορά στις κατηγορίες της τοξικότητας όπως HTCP(84%), HTNCP(96%) και ETP(100%) προέρχονται κυρίως από την εισροή καυσίμων, λιπασμάτων και χημικών.

Για την βιολογική καλλιέργεια και τις δραστηριότητες στο αγρόκτημα οι συνεισφορές στις κατηγορίες επιπτώσεων προέρχονται από διάφορα υποσυστήματα της παραγωγής. Για αρχή η καύση πετρελαίου είναι ο κύριος επιβαρυντικός παράγοντας για GWP(37%), POFP(80%), FDP(38%) HTCP(57%). Η κοπριά η οποία χρησιμοποιείται ως λίπασμα και οδηγεί σε αζωτούχες και φωσφορικές εκπομπές συνεισφέρει στην MEP(89%) και FEP(67%). Βέβαια και οι μη χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται επιβαρύνει τις HTNCP(56%) και MPD(41%) αυτές οι επιβαρύνσεις προέρχονται κυρίως από τον χαλκό και το θείο μέσω των φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στην βιολογική γεωργία. Ακόμα από τα μηχανήματα υπάρχει η συνεισφορά 49%, 20%, 20% και 34% για τις κατηγορίες MPD, HTCP, HTNCP και ETP αντίστοιχα.

Τώρα όσον αφορά το δεύτερο σκέλος του συστήματος, δηλαδή όλη η αλυσίδα παραγωγής μέχρι και την μεταφορά των μήλων στο Halifax, παρόμοια όπως και στην περίπτωση της συμβατικής καλλιέργειας έτσι και εδώ ο κύριος επιβαρυντικός παράγοντας είναι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις δραστηριότητες στο αγρόκτημα. Είναι ο πρωταρχική αιτία για POF(49%), AP(71%), ME(89%), MDP(72%), HTCP(83%), η κατανάλωση ενέργειας για αποθήκευση είναι για GWP, FEP, FDP, CED, με ποσοστά 61%, 54%, 54% και 46% αντίστοιχα. Εν τω μεταξύ ενδιαφέρον παρουσιάζει η επιβάρυνση των υλικών που σχετίζονται με το πακετάρισμα και την αποθήκευση στην ETP με 94%.

Τα σενάρια που δημιουργήθηκαν για να κατανοηθεί πως το μέσο μεταφοράς και η απόσταση επηρεάζουν τις επιβαρύνσεις από τον κύκλο ζωής των μήλων έδειξαν πως μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουμε όταν μέσο μεταφοράς είναι το φορτηγό και για μεγάλες αποστάσεις. Όταν το μέσο μεταφοράς αλλάζει σε τρένο ή πλοίο οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις είναι μικρότερες.

Από τα τρία σενάρια που ασχολήθηκαν με τον τρόπο παραγωγής ενέργειας, απορρέει το συμπέρασμα πως η απομάκρυνση από την χρήση άνθρακα ως μέσο παραγωγής ενέργειας και η στροφή προς ανανεώσιμες πηγές για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ,μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή μήλων στην Nova Scotia. Επίσης τα τεστ που πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με αυξομειώσεις σε σημαντικές παραμέτρους της μελέτης, δεν έδειξαν σημαντικές αλλαγές στις περισσότερες κατηγορίες επιπτώσεων που αναλύθηκαν σε σχέση με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Συνολικά τα αποτελέσματα υπέδειξαν μερικά κεντρικά σημεία τα οποία αν βελτιωθούν θα φέρουν καλύτερα αποτελέσματα για το περιβάλλον. Η καύση των καυσίμων είναι ο κύριος οδηγός των επιπτώσεων τόσο στην συμβατική όσο και στην βιολογική καλλιέργεια, η μείωση αυτού παράγοντα αυτόματα μειώνει και τις επιβαρύνσεις σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων. Ίσως η ανθρώπινη εργασία έναντι της χρήσης μηχανημάτων και η χρήση μηχανημάτων με μικρότερες κυβισμού μηχανές να είναι κάποιες από τις ενδεχόμενες λύσεις. Τα φυτοφάρμακα είναι ένας άλλος παράγοντας που επιβαρύνει τον κύκλο ζωής των μήλων, ο προσανατολισμός προς την ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής των καλλιεργητών με τον έλεγχο και την χρήση λιγότερο τοξικών φυτοφαρμάκων είναι προτεινόμενες διέξοδοι. Αυτές θα

είχαν θετική επίδραση τόσο στην μείωση έκθεσης στην τοξικότητα των ανθρώπων και των φυσικού περιβάλλοντος όσο και στην υγεία των δέντρων. Ακόμα τα λιπάσματα πλούσια σε άζωτο και φώσφορο που οδηγούν σε ευτροφισμό και οξίνιση και στους δυο τύπους καλλιέργειας, είναι ακόμα ένα σημείο που πρέπει να εστιάσουμε. Η χρήση λιπασμάτων με μικρότερη περιεκτικότητα σε άζωτο, η επέκταση ποικιλιών με υψηλή θρεπτική ποσότητα αζώτου και οι ποικιλίες που απαιτούν ελάχιστες ποσότητες του, θα άλλαζαν την χρήση των λιπασμάτων και των φορτίων τους. Πάντα όμως σε συνάρτηση με την ποιότητα των φρούτων και την απόδοση παραγωγής. Τέλος σημαντικός παράγοντας αναδείχθηκε και ο τρόπος παραγωγής ενέργειας στην Nova Scotia καθώς η συνεισφορά της ηλεκτρικής ενέργειας για την αποθήκευση είναι σημαντική και έτσι επηρεάζει άμεσα την περιβαλλοντική αξιολόγηση κύκλου ζωής των μήλων στην περιοχή. Αν αυτός άλλαζε σίγουρα θα είχαμε διαφορετικά αποτελέσματα για τη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Συνεχίζοντας την βιβλιογραφική ανασκόπηση θα αναφερθούμε στην εργασία των De Marco et.al.(2015) η οποία ασχολείται με την παραγωγή κονιοποιημένων (σε σκόνη) μήλων και την περιβαλλοντική αξιολόγηση της μέσω της αξιολόγησης κύκλου ζωής LCA, στην Ιταλία. Τα φρούτα σε σκόνη είναι ιδιαίτερα εύχρηστα και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή διάφορων προϊόντων όπως σνακ, προϊόντα φούρνου, ποτών και βρεφικών τροφών. Ωστόσο για την διατήρηση της θρεπτικής τους αξίας χρησιμοποιούνται μέθοδοι ξήρανσης των φρούτων, η δια μέσου ρευμάτων θερμότητας, η δια μέσου επαφής ξήρανση(drum drying process) η οποία χρησιμοποιείται και στην παραγωγή του υπό εξεταζόμενου συστήματος, και η ξήρανση με κατάψυξη. Η δεύτερη μέθοδος είναι αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο σε μεγάλες και συνεχείς παραγωγές λόγω της απλής κατασκευής των στεγνωτήρων, του χαμηλού κόστους και των λιγότερων πιθανοτήτων αποτυχίας. Τα τελευταία χρόνια λίγες είναι εκείνες οι εργασίες αξιολόγησης ζωής των παράγωγων των φρούτων όπως χυμοί, και τα πιο μελετημένα φρούτα και το περιβαλλοντικό τους προφίλ είναι τα πορτοκάλια. Λίγη προσοχή έχει δοθεί στην παραγωγή προϊόντων από μήλα όπως σκόνη από μήλα ή χυμοί.

Ο σκοπός της μελέτης είναι εξετάσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την παραγωγή κονιοποιημένων μήλων στην Ιταλία και που εξάγονται σε όλη την χώρα. Η λειτουργική μονάδα του συστήματος που χρησιμοποιείται είναι το ένα πακέτο 3 κιλών μήλων σε σκόνη, και σύμφωνα με αυτήν θα αποδοθούν όλες εισροές

και εκροές του συστήματος. Τα όρια του συστήματος ορίστηκαν από την μεταφορά των μήλων στο εργοστάσιο ξήρανσης, την διανομή των μήλων σε σκόνη και η διαχείριση τους ως απορρίμματα. Όλες οι δραστηριότητες, διαδικασίες και υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στα στάδια παραγωγής συμπεριλαμβάνονται, συγκεκριμένα όλα τα προκαταρκτικά στάδια παραγωγής, το στάδιο της ξήρανσης, το πακετάρισμα, και όπως είπαμε παραπάνω η διανομή των προϊόντων και απόθεση τους ως απορρίμματα. Η μελέτη LCA διεξάχθηκε με το λογισμικό LCA, SimaPro version 8.0.3 και χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων Ecoinvent και η ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων υπολογίστηκε με την μέθοδο Impact 2002+.

Η συλλογή των δεδομένων για τις ειδικές διαδικασίες του υπό μελέτη συστήματος και των υλικών που χρησιμοποιούνται, συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια και προσωπικές συνεντεύξεις για κάθε ένα από τα βιομηχανικά στάδια. Για την διαχείριση των απορριμμάτων θεωρήθηκε πως όλα τα οργανικά απόβλητα κομποστοποιούνται και η συσκευασία από πολυαιθυλένιο ανακυκλώνεται

Για την εκτίμηση των επιπτώσεων από την παραγωγή μήλων σε σκόνη με την μέθοδο drum drying έχουμε τέσσερις κατηγορίες που συνδέονται με τις επιπτώσεις, στην ανθρώπινη υγεία, την ποιότητα του οικοσυστήματος, την κλιματική αλλαγή και τους ενεργειακούς πόρους. Η ανθρώπινη υγεία επηρεάζεται από καρκινογόνους και μη ουσίες, από ανόργανες και οργανικές ουσίες που προσβάλλουν το αναπνευστικό σύστημα, ιονίζουσες ακτινοβολίες και την εξασθένιση της στοιβάδας του όζοντος. Η ποιότητα του οικοσυστήματος με την σειρά της επηρεάζεται από την υδάτινη και χερσαία τοξικότητα, την υδάτινη και χερσαία οξίνιση, τον ευτροφισμό των υδάτων και την χρήση γης. Η κλιματική αλλαγή υπολογίζεται με βάση την παγκόσμια υπερθέρμανση και οι ενεργειακοί πόροι επηρεάζονται από την κατανάλωση μη ανανεώσιμης ενέργειας και την εξόρυξη ορυκτών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα στάδια της παραγωγής και η μεταφορά είναι οι κυρίως επιβαρυντικοί παράγοντες για διαφορετικές εκπομπές. Η μεταφορά είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την «πηγή» των μήλων, το αγρόκτημα που καλλιεργούνται, και με τις αποστάσεις για την διανομή και ως εκ τούτου δεν μπορεί να είναι σε χαμηλότερα επίπεδα εκπομπών. Η διαδικασία της ξήρανσης είναι αυτή που συμβάλει περισσότερο από όλα τα στάδια παραγωγής στις εξεταζόμενες κατηγορίες επιπτώσεων. Το νερό που αφαιρείται μέσω αυτής της διαδικασίας (82,5% βρίσκεται

στα φρέσκα μήλα και φτάνει στο 3% στα κονιοποιημένα μήλα) είναι ο λόγος των υψηλών τιμών συνεισφοράς αυτής του σταδίου παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα η ξήρανση συμμετέχει με 81,7% και 76,4% στην εκπομπή των συνολικών καρκινογόνων ουσιών και μη καρκινογόνων ουσιών αντίστοιχα, δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης για την ποιότητα του οικοσυστήματος, η ξήρανση συνεισφέρει με 67,6% στον υδάτινο ευτροφισμό, και στην παγκόσμια υπερθέρμανση που αφορά την κλιματική αλλαγή με 38,2%, εδώ να πούμε πως και η αποθήκευση των φρούτων δίνει το ποσοστό του 40,8%. Ακόμα η κατανάλωση μη ανανεώσιμης ενέργειας προέρχεται από την διαδικασία της ξήρανσης με 72,7%.

Το τελευταίο άρθρο που θα παρατεθεί είναι αυτό των Annaert et.al.(2015) ,η μελέτη αξιολογεί την ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής μήλων και την συγκρίνει με την συμβατική και την βιολογική παραγωγή μήλων με την μέθοδο της αξιολόγησης κύκλου ζωής (LCA) αλλά και δίνει τα αποτελέσματα και από οικονομική σκοπιά . Τα προϊόντα δεν αξιολογούνται πια μόνο από την τιμή και την ποιότητα τους αλλά και από άλλες παραμέτρους που λαμβάνουν υπόψη τους οι καταναλωτές, όπως άλλες οικονομικές και περιβαλλοντικές διαστάσεις που αυτά έχουν. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που εκτιμούνται από μια LCA μπορούν να μετατραπούν σε νομισματικές μονάδες, με την μέθοδο της “shadow price method” , όπου έχει αναπτυχθεί από De Bruyn et.al.(2010), και η οποία εκτιμά το κόστος ευκαιρίας των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είτε μέσω του κόστους ζημιάς, είτε μέσω της μείωσης του κόστους για τα προϊόντα και συγκεκριμένα τα αγροτικά. Έτσι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον θα μετατραπούν σε πραγματικά κόστη για να υπολογίσει συνολικά το «αληθινό» κόστος της κάθε παραγωγής.

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι να εκτιμήσει και να συγκρίνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το κόστος των μεθόδων παραγωγής μήλων στην περιοχή Flanders στο Βόρειο Βέλγιο. Η παραγωγή μήλων σε αυτήν την περιοχή καταλαμβάνει περίπου τα 16000 εκτάρια, με το 40% της περιοχής να καλύπτεται από μηλεώνες. Διάφορες ποικιλίες καλλιεργούνται στην περιοχή με την Jonagold να είναι η πιο διαδεδομένη και να καταλαμβάνει το 60% της συνολικής περιοχής όπου καλλιεργούνται μήλα. Οι περισσότεροι παραγωγοί χρησιμοποιούν την ολοκληρωμένη διαχείριση ως μια μέθοδο πιο φιλική στο περιβάλλον με την ελάχιστη χρήση χημικών ουσιών και με λιγότερα ανεπιθύμητα αποτελέσματα για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Βέβαια διαδεδομένη είναι και η συμβατική παραγωγή και ένας μικρός αριθμός αγροκτημάτων καλλιεργείται σύμφωνα με τις αρχές της βιολογικής καλλιέργειας.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από μια βάση δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπου καταγράφονται οικονομικά και φυσικά δεδομένα για τις εισροές και την κατανάλωση πόρων για τα αγροκτήματα στις χώρες μέλη της Ένωσης. Έτσι χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα από 64 αγροκτήματα της περιοχής, συμπεριλαμβανομένων 50 ολοκληρωμένης, 11 συμβατικής και 3 βιολογικής παραγωγής. Όλα τα αγροκτήματα καλλιεργούν την ποικιλία Jonagold και έχουν δέντρα ηλικίας μεταξύ 4 και 15 χρόνων, η επιλογή «ενήλικων» δέντρων είναι σημαντική διότι υπάρχουν διαφορές στις επιπτώσεις νεαρών και «ενήλικων» καλλιεργειών που βρίσκονται σε πλήρη παραγωγή. Για κάθε αγρόκτημα διεξήχθη LCA σύμφωνα με τις αρχές του ISO 14044.

Δύο λειτουργικές μονάδες ορίστηκαν για το σύστημα, η μια είναι το 1kg παραγόμενων μήλων Jonagold και η άλλη το 1 ha καλλιεργούμενης γης. Τα όρια του συστήματος περιλαμβάνουν μόνο το στάδιο της παραγωγής και όχι την αποθήκευση, την συντήρηση και την διανομή των προϊόντων στο λιανεμπόριο, η μελέτη επικεντρώνεται κυρίως στις εργασίες που λαμβάνουν χώρα στο πεδίο, δηλαδή στο αγρόκτημα για μια καλλιεργητική περίοδο. Όμως έμμεσες επιπτώσεις που σχετίζονται με την παραγωγή και μεταφορά λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και καυσίμων περιλαμβάνονται.

Οι κατηγορίες επιπτώσεων που θα εξεταστούν είναι τέσσερις, η πιθανότητα παγκόσμιας υπερθέρμανσης για 100 έτη που παρουσιάζεται με ισοδύναμα CO₂, η κατανάλωση μη ανανεώσιμης ενέργειας που εκφράζεται με Mj, η ενδεχόμενη οξίνιση που παρουσιάζεται μέσω των ισοδυνάμων του SO₂ (διοξείδιο του θείου) και ο ευτροφισμός που παρουσιάζεται με ισοδύναμα του PO₄ (φωσφορικό ιόν) .

Τα αποτελέσματα για τις τρεις κατηγορίες, παγκόσμια υπερθέρμανση, οξίνιση και ευτροφισμός αποτιμήθηκαν σε χρήματα ώστε να έχουμε τα επιπρόσθετα κόστη πέραν αυτών της παραγωγής, σύμφωνα με την μέθοδο που αναφέρθηκε παραπάνω.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν όσον αφορά τις χρήσεις εισροών και την σύγκριση αυτών μεταξύ των τριών διαφορετικών ειδών παραγωγής τα παρακάτω. Η κατανάλωση λιπασμάτων στην συμβατική παραγωγή δείχνει χρήση υψηλών

ποσοτήτων αζώτου και καλίου σε αντίθεση με την βιολογική καλλιέργεια που καταναλώνει υψηλή ποσότητα φωσφόρου. Αξιοσημείωτο είναι πως υπάρχει διαφορά ανάμεσα σε αγροκτήματα του ίδιου γκρουπ όσον αφορά τα λιπάσματα και αυτό λόγω της διαφορετικής χρήσης που κάνει ο κάθε παραγωγός.

Η χρήση γενικά των φυτοφαρμάκων όπως ήταν αναμενόμενο είναι μικρότερη στην ολοκληρωμένη παραγωγή σε σχέση με τις άλλες δύο, όμως χρησιμοποιούνται υψηλότερες ποσότητες μυκητοκτόνων και ζιζανιοκτόνων απ' ότι στις άλλες δύο. Στις καλλιέργειες βιολογικής παραγωγής από την άλλη καταναλώνουν 5 και 9 φορές περισσότερο εντομοκτόνα σε σχέση με την συμβατικές και ολοκληρωμένες καλλιέργειες αντίστοιχα, τα ζιζανιοκτόνα απαγορεύονται στην βιολογική καλλιέργεια. Θα περίμενε κανείς να δει πως λόγω των μη περιορισμών στα φυτοφάρμακα οι συμβατικές καλλιέργειες θα είχαν υψηλό βαθμό κατανάλωση αντί αυτού όμως δείχνουν ενδιάμεσες τιμές, οι οποίες βέβαια διαφέρουν από παραγωγό σε παραγωγό.

Η κατανάλωση καυσίμων είναι μεγαλύτερη στην ολοκληρωμένη παραγωγή σύμφωνα με τα αποτελέσματα και ακολουθείται από την συμβατική και την βιολογική.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανάλογα με τις λειτουργικές μονάδες που καθορίστηκαν έδειξαν πως δεν υπάρχουν ιδιαίτερες διαφορές ανάμεσα την ολοκληρωμένη και βιολογική παραγωγή με βάση την λειτουργική μονάδα ανά εκτάριο. Ενώ υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην ολοκληρωμένη και την συμβατική στις κατηγορίες επιπτώσεων, οξίνισης, και κατανάλωση μη ανανεώσιμης ενέργειας με υψηλότερες τιμές για την ολοκληρωμένη παραγωγή. από ην άλλη με βάση την λειτουργική μονάδα της ποσότητας, τα αποτελέσματα έδειξαν πως η βιολογική παραγωγή είναι η λιγότερο περιβαλλοντικά αποδοτική καθώς έχει τις υψηλότερες τιμές για τις επιπτώσεις σε σχέση με τους άλλους δυο τύπους παραγωγής. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί λόγω της μικρότερης παραγωγής σε κιλά που έχει σε σχέση με τις άλλες δυο, οι οποίες δεν διαφέρουν πολύ τόσο στην απόδοση της παραγωγής όσο και στις τιμές των επιπτώσεων.

Τέλος η αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε χρήματα δείχνει πως την μεγαλύτερη συνεισφορά στο επιπλέον κόστος που αυξάνει αυτό της παραγωγής, που σύμφωνα με την μελέτη ανέρχεται σε 5%, έχει η πιθανότητα παγκόσμιας

υπερθέρμανσης. Αυτό είναι λογικό λόγω των μακροπρόθεσμων επιδράσεων των αερίων του θερμοκηπίου που συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό του κόστους.

Συμπερασματικά από την μελέτη δεν μπορεί να ειπωθεί πως η ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής είναι μια πρόοδος σε σχέση με την συμβατική παραγωγή. Ανάμεσα στην ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής και συμβατική παραγωγή δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με την συνεισφορά τους σε δυο σημαντικές κατηγορίες επιπτώσεων, αυτή της παγκόσμιας υπερθέρμανσης και αυτή του ευτροφισμού. Από την μια η πρώτη έχει περισσότερη κατανάλωση συνολικών φυτοφαρμάκων και από την άλλη στην δεύτερη γίνεται μεγάλη κατανάλωση λιπασμάτων. Οι παραγωγοί της ολοκληρωμένης διαχείρισης πειραματίζονται με τις τεχνικές σε σχέση με τους παραδοσιακούς παραγωγούς που ακολουθούν ένα συγκεκριμένο μοτίβο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες διαφορές στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τέλος οι βιολογικές καλλιέργειες έχουν χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά εκτάριο και όχι ανά κιλό όπου διαφέρουν σημαντικά από τους άλλους δυο τύπους καλλιέργειας. Τέλος με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης τα προσωπικό κόστος ανά κιλό και ανά εκτάριο πρέπει να αυξηθεί τουλάχιστον 5% ώστε να αντικατοπτριστεί το αληθινό κόστος στην κοινωνία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Μελέτη περίπτωσης

4.1 Εισαγωγή

Τα παρακάτω δεδομένα συλλέχθηκαν σε συνεργασία με τον ιδιοκτήτη - παραγωγό των αγροκτημάτων μηλιών έπειτα από μια κατ' ιδίαν συνέντευξη. Τα δεδομένα αφορούν τον συγκεκριμένο τύπο καλλιέργειας που ακολουθείται για τα αγροκτήματα της μελέτης περίπτωσης, αφού από περιοχή σε περιοχή τα δεδομένα μπορούν να αλλάξουν καθώς και από παραγωγό σε παραγωγό λόγω διαφορετικών καλλιεργητικών πρακτικών. Από τον παραγωγό χρησιμοποιείται η παραδοσιακή(συμβατική) παραγωγή.

4.2 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης

Σκοπός της μελέτης είναι να υπολογιστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από την καλλιέργεια μήλων στην περιοχή της ορεινής Κορινθίας ώστε να δοθούν προτάσεις και λύσεις για την βελτιστοποίηση της. Αντικείμενο της μελέτης είναι οι καλλιεργητικές τεχνικές παραγωγής μήλων που χρησιμοποιούνται για τα τέσσερα αγροκτήματα της μελέτης μας. Η μελέτη επικεντρώνεται στην παραγωγή μήλων και όχι στην αποθήκευση, συντήρηση, διανομή και κατανάλωση τους.

4.3 Καθορισμός ορίων συστήματος

Τα όρια του συστήματος περιλαμβάνει όλα τα στάδια που ακολουθούνται για την παραγωγή των μήλων στο κάθε αγρόκτημα, την χρήση εντομοκτόνων και μυκητοκτόνων για την προστασία της καλλιέργειας από εχθρούς και ασθένειες καθώς και το νερό που χρειάζεται για τα ραντίσματα , την λίπανση που απαιτείται, την άρδευση των δέντρων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, τα καύσιμα (βενζίνη και λάδι μηχανής) που καταναλώνονται για την λειτουργία και χρήση των μηχανημάτων για το ράντισμα και την χορτοκοπή.

Η μελέτη θεωρεί μια περίοδο ενός έτους καλλιεργητικών δραστηριοτήτων που συνδέονται με την παραγωγή μήλων μέχρι την στιγμή της επόμενης συγκομιδής.

4.4 Λειτουργική μονάδα

Η λειτουργική μονάδα μας βοηθά στην ποσοτικοποίηση του παραγόμενου προϊόντος ενός οπωρώνα ώστε να μπορούμε να συγκρίνουμε διαφορετικά παραγωγικά συστήματα. Τα φρούτα και τα προϊόντα φρούτων μπορεί να έχουν διαφορετική ποιότητα, διαφορετική θρεπτική αξία και οικονομικές τιμές και έτσι είναι λίγο δύσκολο να βρούμε μια χρήσιμη λειτουργική μονάδα. Όμως τις περισσότερες φορές δεν υπάρχει συζήτηση για τον ορισμό της καθώς τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται μια ποσοτική π.χ 1kg προϊόντος(Cerrutti et.al.,2014). Υπάρχουν διάφορες λειτουργικές μονάδες που μπορούν να υιοθετηθούν, η ποσοτική, η μονάδα της καλλιεργήσιμης γης και οικονομική μονάδα. Εδώ η λειτουργική μονάδα που χρησιμοποιήθηκε είναι η ποσοτική.

Ως λειτουργική μονάδα για την συγκεκριμένη μελέτη καθορίστηκε η παραγωγή των μήλων ανά 1 τόνο (1000kg). Για το λόγο αυτό όλα τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί έχουν αναχθεί ανά τόνο μήλου. Η συγκεκριμένη λειτουργική μονάδα που δηλώνει ποσότητα, είναι ανεξάρτητη της ποιότητας και της εμπορικής αξίας των φρούτων. Η ποσοτική λειτουργική μονάδα είναι εύκολη για την κατανόηση των αποτελεσμάτων και χρησιμοποιείται ευρέως στην αξιολόγηση κύκλου ζωής των φρούτων.

4.5 Παραδοχές του συστήματος

Σε αυτό το σημείο αναφέρονται οι βασικότερες παραδοχές που έγιναν για την διεξαγωγή της AKZ.

4.5.1 Έκταση και ποικιλίες των υπό μελέτη αγροκτημάτων

Η συνολική έκταση των τεσσάρων αγροκτημάτων είναι 12,6 στρέμματα, συγκεκριμένα το κτήμα Α είναι έκτασης 3,8 στρεμμάτων, το κτήμα Β είναι 2 στρέμματα, το κτήμα Γ είναι 3,6 στρεμμάτων και το κτήμα Δ είναι έκτασης 3,2 στρεμμάτων. Στο κτήμα Α καλλιεργούνται οι ποικιλίες Royal και φιρίκια, στο κτήμα Β καλλιεργούνται οι ποικιλίες Golden Delicious και Royal, στο κτήμα Γ οι ποικιλίες Scarlet και Granny Smith και τέλος στο κτήμα Δ καλλιεργείται η ποικιλία Redchief.

4.5.2 Πότισμα

Το πότισμα των μηλεώνων ξεκινά από τον Μάιο μέχρι και τον Αύγουστο και γίνεται ανά 15 μέρες περίπου. Όλα τα κτήματα ποτίζονται με το σύστημα της τεχνητής βροχής, όπου αποτελείται από την κεντρική διασωλήνωση, και τις δευτερεύουσες γραμμές σωλήνες. Αξίζει να σημειωθεί πως δεν χρησιμοποιούνται εκτοξευτήρες διότι η πίεση του νερού έρχεται φυσικά, λόγω της κλίσης του εδάφους. Το νερό που χρησιμοποιείται για το πότισμα των μηλιών, προέρχεται από φυσική πηγή, αποθηκεύεται σε δεξαμενές 1400m³ η καθεμία, στο σύνολο τους 7. Από τις δεξαμενές το νερό διοχετεύεται στο κεντρικό αρδευτικό δίκτυο και από εκεί στο κάθε αγρόκτημα. Στο κτήμα Α υπάρχουν 2 μπεκ τεχνητής βροχής 250 l/h, ανά δέντρο, στο κτήμα Β υπάρχει 1 μπεκ τεχνητής βροχής 250 l/h ανά δέντρο, στο κτήμα Γ υπάρχει 1 μπεκ τεχνητής βροχής 250 l/h και τέλος στο κτήμα Δ 1 μπεκ τεχνητής βροχής 250 l/h ανά δέντρο.

4.5.3 Λίπανση

Η λίπανση γίνεται με συνθετικό λίπασμα (N-P-K)(15-15-15), κάθε τρίτο χρόνο, η οποία πραγματοποιείται με το χέρι σε κάθε δέντρο ξεχωριστά. Επίσης χρησιμοποιείται οργανικός σίδηρος ανά ρίζα δέντρου κάθε τρία χρόνια. Όμως η λίπανση με συνθετικό λίπασμα δεν εφαρμόζεται τον ίδιο χρόνο με τον οργανικό σίδηρο. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε πως το κάλιο(K) δεν συμπεριλαμβάνεται στα τελικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων διότι δεν υπήρχε στην βάση δεδομένων του SimaPro 5.1.

4.5.4 Κλάδεμα

Η περίοδος του κλαδέματος των δέντρων αρχίζει τους χειμερινούς μήνες, συνήθως τον Δεκέμβριο και ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες έρχεται το πέρας του. Συνήθως γίνεται με χειροκίνητες ψαλίδες. Τα κλαδιά καίγονται. Είναι άξιο λόγου πως θεωρούνται μηδαμινές οι εκπομπές του CO₂ από την καύση τους όπως έχει αναφερθεί και από τον Νάνο κ.α, (2014) στην εργασία για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καλλιέργεια μηλιάς στο Πήλιο.

4.5.5 Φυτοπροστασία

Τα ραντίσματα ξεκινούν την περίοδο της άνοιξης και τελειώνουν τέλος Αυγούστου, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες τα ραντίσματα μέσα σε αυτήν την περίοδο είναι περίπου 10. Γίνονται με ψεκαστική αντλία εδάφους 5 hp με χειροκίνητες μάνικες . Τα πρώτα ραντίσματα ξεκινούν με την χρήση μυκητοκτόνων όπως Captan, Dithianon, Myclobutalin, Trifloxystrobin, εναλλάξ, για τη αντιμετώπιση του φουζικλαδίου, και την φαία σήψη των καρπών. Επίσης την άνοιξη χρησιμοποιείται παραφινέλαιο με κάποιο εντομοκτόνο όπως Phosmet για την αντιμετώπιση των ακάρεων, αυγών και κινητών τετρανύχων. Από τον Ιούνιο και μετά και έως το τέλος της περιόδου των ψεκασμών χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα όπως Chlorypyrifos, Phosmet και Metiram, εναλλάξ, για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, της σέζιας, της νάρκης και του ριχίτη. Το νερό για το ράντισμα και η βενζίνη που καταναλώνεται για την λειτουργία της ψεκαστικής αντλίας για κάθε κτήμα καταγράφονται στους πίνακες στο παράρτημα που ακολουθεί.

4.5.6 Αραίωμα καρπών

Το αραίωμα των καρπών ξεκινά το πρώτο 10ήμερο του Ιουνίου και γίνεται με το χέρι ή/ και με την χρήση ψαλιδιών.

4.5.7 Χορτοκοπή- Αντιμετώπιση ζιζανίων

Τα ζιζάνια αντιμετωπίζονται στις κρίσιμες για τα δέντρα περιόδους με την μέθοδο της χορτοκοπής με ειδικό μηχάνημα, ο παραγωγός των κτημάτων χρησιμοποιεί χορτοκοπτικό πλάτης 0,750cm³. Το κόψιμο των χορταριών συνήθως ξεκινά τον Μάιο και επαναλαμβάνεται όταν αυτό είναι αναγκαίο, συνήθως γίνονται 3 με 4 επαναλήψεις στο κάθε κτήμα. Η βενζίνη και το λάδι μείξης για την λειτουργία του χορτοκοπτικού για κάθε κτήμα καταγράφονται στους πίνακες στο παράρτημα που ακολουθεί παρακάτω.

4.5.8 Συγκομιδή

Η συγκομιδή των μήλων γίνεται με τα χέρια και οι καρποί τοποθετούνται σε πλαστικά κιβώτια. Η περίοδος συγκομιδής αρχίζει το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αποτελέσματα έρευνας

Στο κεφάλαιο αυτό θα συζητηθούν και θα αναλυθούν τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των δεδομένων με το πρόγραμμα SimaPro 5.1 και την μέθοδο CML 2 baseline 2000 / West Europe,1995, για την μελέτη περίπτωσης της καλλιέργειας μήλων.

Η μέθοδος CML 2 baseline 2000 δίνει την δυνατότητα να εξετάσουμε το σύστημα για δέκα κατηγορίες επιπτώσεων, την εξάντληση των αβιοτικών πόρων, την παγκόσμια υπερθέρμανση, την απώλεια του στρατοσφαιρικού όζοντος, την τοξικότητα στον άνθρωπο, την οικοτοξικότητα του γλυκού νερού, την θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα, την εδαφική οικοτοξικότητα, την φωτοχημική οξείδωση, την οξίνιση και τον ευτροφισμό.

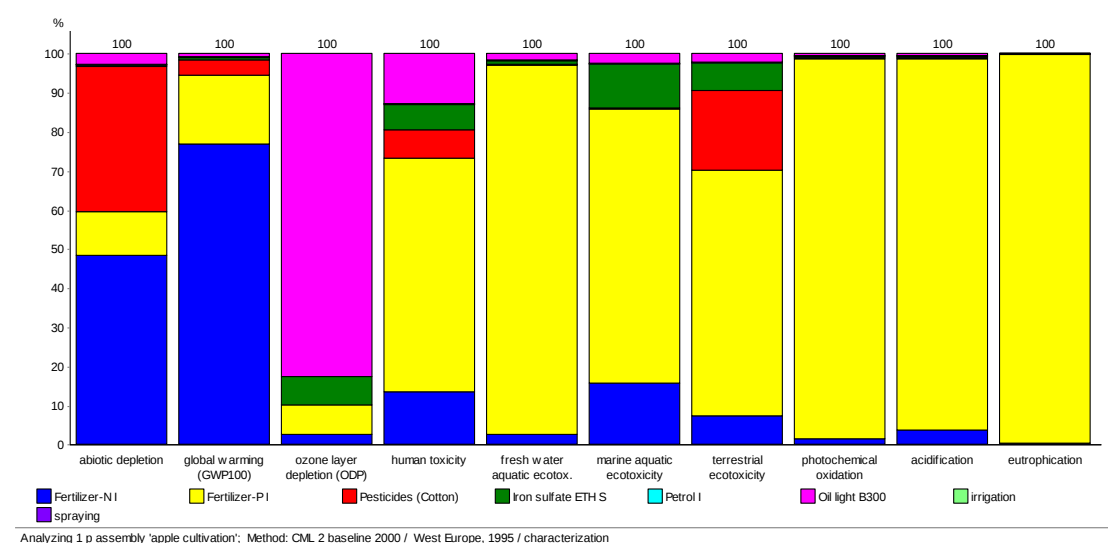
Η εξάντληση των αβιοτικών πόρων είναι η εξάντληση των φυσικών πόρων αυτών οι οποίοι δεν παράγονται από τους ζωντανούς οργανισμούς, οι επιπτώσεις απορρέουν από την εξαγωγή ορυκτών και ορυκτών καυσίμων, και εκφράζεται με ισοδύναμα Sb(αντιμόνιο)/kg(Cabal et.al., 2005). Η παγκόσμια υπερθέρμανση δηλώνει μια ειδική περίπτωση κλιματικής μεταβολής και αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας και των ωκεανών, και εκφράζεται με ισοδύναμα CO₂(διοξείδιο του άνθρακα)/kg εκπομπών. Η απώλεια του στρατοσφαιρικού όζοντος εκφράζεται με ισοδύναμα CFC-11/(χλωροφθοράνθρακες)kg εκπομπών και οφείλεται στην αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας ως αποτέλεσμα των εκπομπών ουσιών που καταστρέφουν το στρατοσφαιρικό όζον στην ατμόσφαιρα του αέρα. Η τοξικότητα στον άνθρωπο η οποία εκφράζεται με ισοδύναμα 1,4-DB(1,4 διχλωροβενζόλιο)/kg εκπομπών και είναι η πιθανότητα βλάβης στον άνθρωπο από χημικές ουσίες(όπως βαρέα μέταλλα) που απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Η οικοτοξικότητα του γλυκού νερού αναφέρεται στις επιπτώσεις των τοξικών ουσιών στα οικοσυστήματα γλυκού νερού και εκφράζεται με ισοδύναμα 1,4-DB/kg εκπομπών. Η θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα εκφράζεται ισοδύναμα 1,4-DB/kg εκπομπών και αναφέρεται στις επιπτώσεις που έχουν οι τοξικές ουσίες στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Ομοίως και η εδαφική οικοτοξικότητα αναφέρεται στις επιπτώσεις που δέχονται τα χερσαία οικοσυστήματα από τοξικές ουσίες και εκφράζεται με ισοδύναμα 1,4-DB/kg εκπομπών. Η φωτοχημική οξείδωση είναι ο σχηματισμός αντιδραστικών χημικών ενώσεων, όπως το όζον, με την επίδραση της ηλιακής

ακτινοβολίας σε συγκεκριμένους ρυπαντές του αέρα. Αυτές οι ενώσεις μπορεί να είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία, τα οικοσυστήματα, καλλιέργειες και υλικά. Η φωτοχημική οξείδωση εκφράζεται με ισοδύναμα C_2H_2 (ακετυλένιο)/kg εκπομπών. Η οξίνιση είναι το αποτέλεσμα εκπομπών οξεοποιητικών ρυπαντών, όπως το διοξείδιο του θείου(SO_2) ή των οξειδίων του αζώτου (NO_x) στον αέρα. Αυτές οι εκπομπές έχουν αρνητικές συνέπειες για το έδαφος, τα υπόγεια ύδατα, τα επιφανειακά ύδατα, τους βιολογικούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα(Cabal et.al., 2005). Η κατηγορία αυτή εκφράζεται με ισοδύναμα SO_2 /kg εκπομπών. Τέλος ο ευτροφισμός είναι το φαινόμενο κατά το οποίο υπέρμετρη αύξηση θρεπτικών συστατικών όπως, άζωτο και φώσφορο, στους υδάτινους αποδέκτες, έχει σαν συνέπεια την εξάντληση του διαλυμένου οξυγόνου που περιέχεται στους αποδέκτες αυτούς και τη σοβαρή αλλοίωση της βιοκοινότητας τους(Γεωργόπουλος,2006). Η κατηγορία αυτή εκφράζεται με ισοδύναμα SO_4 (φωσφορικών)/kg εκπομπών.

5.1 Χαρακτηρισμός

Σε αυτό το σημείο το μέγεθος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων υπολογίζεται ανά κατηγορία επίπτωσης με την χρήση των συντελεστών ισοδυναμίας, τους οποίους έχουμε αναφέρει παραπάνω για κάθε μια από τις κατηγορίες.

Διάγραμμα 5.1 Χαρακτηρισμός ανά κατηγορία επιπτώσεων



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 5.1 Χαρακτηρισμός ανά κατηγορία επιπτώσεων

Κατηγορία επίπτωσης	Μονάδες	Σύνολο	Λίπανση N(Αζωτο)	Λίπανση P(Φώσφορος)	Λίπανση (Οργανικός σίδηρος)	Φυτοπροστασία	Βενζίνη	Λάδι μηχανής	Άρδευση	Νερό ραντίσματος
Εξάντληση αβιοτικών πόρων	kg Sb eq	0,0342	0,0165	0,00386	0,000185	0,0126	7,45E-05	0,000921	X	x
Παγκόσμια υπερθέρμανση	kg CO2 eq	2,66	2,04	0,469	0,0259	0,104	0,000918	0,0191	X	x
Καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος	kg CFC-11 eq	1,5E-07	3,64E-09	1,15E-08	1,08E-08	X	X	0,000000125	X	x
Ανθρώπινη τοξικότητα	kg 1,4-DB eq	0,13	0,0173	0,0782	0,00885	0,00943	3,75E-07	0,0167	X	x
Οικοτοξικότητα γλυκού νερού	kg 1,4-DB eq	0,132	0,00322	0,125	0,00138	0,000134	1,24E-08	0,00219	X	x
Θαλάσσια οικοτοξικότητα	kg 1,4-DB eq	251	39,2	176	28,9	0,916	1,42E-05	6,06	X	x
Χερσαία οικοτοξικότητα	kg 1,4-DB eq	0,00138	0,0001	0,000866	0,000101	0,000282	1,96E-29	0,0000314	X	x
Φωτοχημική οξείδωση	kg C2H2	0,00125	0,0000159	0,00122	0,000008	3,58E-06	1,87E-07	0,0000068	X	x
Οξίνιση	kg SO2 eq	0,0301	0,0011	0,0285	0,0002	0,0000622	4,49E-06	0,000173	X	x
Ευτροφισμός	kg PO4-- eq	0,0897	0,000188	0,0895	0,00000629	1,27E-08	1,49E-08	0,0000144	X	x

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 5.2 Χαρακτηρισμός ανά κατηγορία επίπτωσης, με ποσοστά %

Κατηγορία επίπτωσης	Μονάδες	Σύνολο	Λίπανση N(Αζωτο)	Λίπανση P(Φώσφορος)	Λίπανση (Οργανικός σίδηρος)	Φυτοπροστασία	Βενζίνη	Λάδι μηχανής	Άρδευση	Νερό ραντίσματος
Εξάντληση αβιοτικών πόρων	%	100	48,3	11,3	0,541	36,9	0,217	2,69	X	x
Παγκόσμια υπερθέρμανση	%	100	76,7	17,6	0,974	3,9	0,0346	0,719	X	x
Καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος	%	100	2,42	7,62	7,18	X	x	82,8	X	x
Ανθρώπινη τοξικότητα	%	100	13,3	59,9	6,78	7,23	0,000288	12,8	X	x
Οικοτοξικότητα γλυκού νερού	%	100	2,44	94,7	1,05	0,102	9,44E-06	1,66	X	x
Θαλάσσια οικοτοξικότητα	%	100	15,6	70,1	11,5	0,364	5,65E-06	2,41	X	x
Χερσαία οικοτοξικότητα	%	100	7,27	62,7	7,29	20,4	1,42E-24	2,27	X	x
Φωτοχημική οξείδωση	%	100	1,27	97,3	0,638	0,285	0,015	0,543	X	x
Οξίνιση	%	100	3,65	94,9	0,665	0,207	0,0149	0,576	X	x
Ευτροφισμός	%	100	0,209	99,8	0,00701	1,41E-05	1,66E-05	0,016	X	x

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με βάση τον πίνακα 5.2 και το διάγραμμα 5.1 που δίνονται παραπάνω, μπορούμε να δούμε πως παρουσιάζονται επιπτώσεις και στις δέκα κατηγορίες επιπτώσεων. Κύρια

αιτία στις επτά από τις δέκα κατηγορίες είναι τα λιπάσματα φωσφόρου, ακολουθούν τα λιπάσματα αζώτου, τα φυτοφάρμακα και το λάδι μηχανής που επηρεάζει κατά το μέγιστο την απώλεια στρατοσφαιρικού όζοντος. Η κατηγορία του ευτροφισμού παρουσιάζει τις μεγαλύτερες επιπτώσεις. Σημαντικό είναι να επισημάνουμε πως η άρδευση και το νερό που καταναλώνεται για τα ραντίσματα των δέντρων δεν επηρεάζουν καθόλου καμία από τις κατηγορίες επιπτώσεων.

Πιο αναλυτικά στην εξάντληση των αβιοτικών πόρων την μεγαλύτερη συνεισφορά έχουν τα λιπάσματα με 59,6% εκ του οποίου το μεγαλύτερο ποσοστό είναι αυτό του αζώτου με 48,3% και το υπόλοιπο κατέχει ο φώσφορος. Σημαντικό ποσοστό συνεισφοράς σε αυτήν την κατηγορία έχουν και τα φυτοφάρμακα με 36,9%, ενώ αμελητέα είναι της βενζίνης με 0,217%. Την δεύτερη κατηγορία, αυτή της παγκόσμιας υπερθέρμανσης την επιβαρύνουν το άζωτο με 76,7% και με 17,6% ο φώσφορος, ενώ μικρή συνεισφορά έχουν τα φυτοφάρμακα. Παρατηρώντας τον πίνακα 5.1 βλέπουμε πως το σύνολο CO₂/kg eq είναι 2,66, το οποίο είναι σχετικά μικρότερο σε σχέση με άλλες μελέτες όπως για παράδειγμα στην μελέτη των Keyes et.al.(2015) είναι 6,41, με την διαφορά όμως πως στην συγκεκριμένη μελέτη είχαν συμπεριλάβει και άλλες δραστηριότητες στο πεδίο του αγροκτήματος, όπως η προετοιμασία του χωραφιού, οι υποδομές και την χρήση των μηχανημάτων. Έτσι μπορεί να δικαιολογηθεί ο μικρός αριθμός στην μελέτη μας, καθώς επίσης σημαντικό είναι το γεγονός πως στο πότισμα των δέντρων δεν χρειάζονται γεννήτριες (για κατανάλωση καυσίμων/ενέργειας) για την άντληση του νερού, αφού υπάρχει φυσική ροή, κάτι το οποίο σίγουρα συνέβαλε στην αύξηση του CO₂.

Η τρίτη κατηγορία επιπτώσεων είναι αυτή της απώλειας της στοιβάδας του όζοντος και είναι η μόνη που επηρεάζεται από την κατανάλωση του λαδιού μηχανής με 82,8%, με μικρή συνεισφορά είναι τα λιπάσματα του φωσφόρου και του οργανικού σιδήρου με 7,62% και 7,18% αντίστοιχα. Αξιοσημείωτο είναι πως εκτός από την άρδευση και την κατανάλωση νερού για ράντισμα που δεν επηρεάζουν καμία κατηγορία επίπτωσης, η απώλεια στοιβάδας του όζοντος δεν επηρεάζεται επίσης από τα φυτοφάρμακα και την κατανάλωση βενζίνης.

Η τέταρτη κατηγορία είναι αυτή της τοξικότητας στον άνθρωπο, στην οποία και πάλι ο φώσφορος συνεισφέρει με το μεγαλύτερο ποσοστό 59,9% και ακολουθούν το άζωτο με 13,3%, τα φυτοφάρμακα με 7,23% και ο οργανικός σίδηρος με 6,78%. Οι

αμέσως επόμενες κατηγορίες, η οικοτοξικότητα του γλυκού νερού, η θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα και η εδαφική οικοτοξικότητα είναι οι τρεις από τις επτά κατηγορίες επιπτώσεων όπου κύρια αιτία είναι ο φώσφορος με 94,7%, 70,1% και 62,7% αντίστοιχα. Ακόμα η κατανάλωση της βενζίνης συνεισφέρει στην οικοτοξικότητα του γλυκού νερού με 9,44% και στην θαλάσσια οικοτοξικότητα με 5,65%, ενώ την τελευταία επηρεάζουν ακόμα το άζωτο και ο οργανικός σίδηρος. Ενώ τα φυτοφάρμακα με 20,4% συνεισφέρουν στις επιπτώσεις για την εδαφική οικοτοξικότητα.

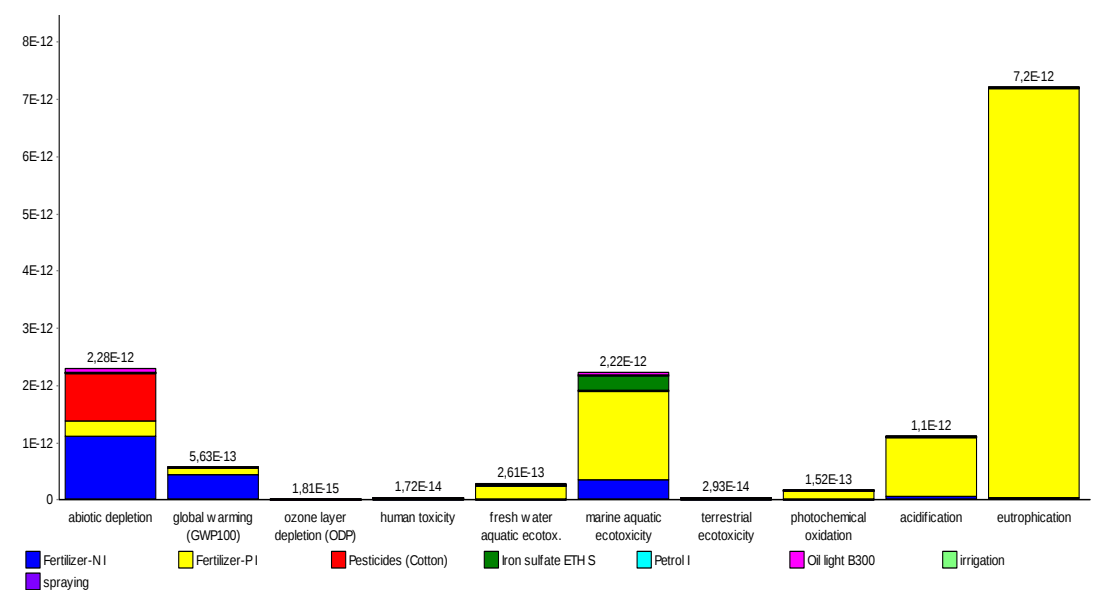
Ακόμα παρατηρώντας τον πίνακα 5.2 αλλά και το διάγραμμα 5.1 μπορούμε να διακρίνουμε εύκολα τα συντριπτικά ποσοστά φωσφόρου 97,3%, 94,9% και 99,8% για φωτοχημική οξείδωση, οξίνιση και ευτροφισμό αντίστοιχα.

5.2 Κανονικοποίηση

Σε αυτό το στάδιο της κανονικοποίησης, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον χαρακτηρισμό συσχετίζονται με το συνολικό (πραγματικό ή προβλεπόμενο) μέγεθος κάθε κατηγορίας επιπτώσεων.

5.2.1 Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης

Διάγραμμα 5.2 Κανονικοποίηση ανά κατηγορία επίπτωσης



Analyzing 1 p assembly 'apple cultivation'; Method: CML 2 baseline 2000 / West Europe, 1995 / normalization

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, συμπεραίνουμε ξεκάθαρα πως ο ευτροφισμός είναι η κατηγορία επίπτωσης που έχει το μεγαλύτερο μέγεθος με $7,2 \text{ E-12}$ και ο οποίος οφείλεται σχεδόν εξολοκλήρου στα λιπάσματα και συγκεκριμένα στον φώσφορο (99,8%). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συνάδουν με αυτά άλλα μελετών όπως αυτή των Keyes et.al.(2015), όπου στην έρευνα τους για την καλλιέργεια μήλων με συμβατική γεωργία διαπιστώθηκε πως η χρήση φωσφορικών λιπασμάτων και με τις εκπομπές του P_2O_5 (πεντοξείδιο του φωσφόρου) στο νερό προκαλούν ουσιαστικές επιπτώσεις στον ευτροφισμό και ιδιαίτερα του γλυκού νερού. Στην συμβατική γεωργία, η οποία ακολουθείται και από τον παραγωγό των αγροκτημάτων της παρούσας μελέτης, επιτρέπονται και χρησιμοποιούνται τα λιπάσματα χωρίς κάποιο περιορισμό. Η μικρότερη εισροή λιπασμάτων υποστηρίζει τις προσδοκίες μικρότερων ζημιών από φώσφορο και νιτρικά άλατα και συνεπώς σε μικρότερη διάσταση της επίπτωσης του ευτροφισμού (Tamburini et.al., 2015).

Η αμέσως επόμενη κατηγορία επίπτωσης μετά τον ευτροφισμό είναι η εξάντληση των αβιοτικών πόρων με $2,28 \text{ E-12}$ και την επηρεάζουν σχεδόν ισόποσα τα φυτοφάρμακα και η παροχή αζώτου μέσω των λιπασμάτων, μικρή συμμετοχή έχει ο φώσφορος και το λάδι μηχανής. Με σχεδόν ίδια βαρύτητα είναι και η επιπτώσεις στην θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα με $2,22 \text{ E-12}$ όπου και εδώ επιδρά περισσότερο ο φώσφορος, ακολουθούν το άζωτο και ο οργανικός σίδηρος, στο σύνολο τους λιπάσματα. Στην θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα θα περίμενε κανείς να δει μεγαλύτερη συνεισφορά των φυτοφαρμάκων, αυτό όμως δεν αποτελεί γεγονός διότι οι εκπομπές στα υπόγεια ύδατα δεν θεωρούνται πως επηρεάζουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα (Canals et.al., 2006).

Επίσης η οξίνιση είναι μια ακόμη υπολογίσιμη περιβαλλοντική επίπτωση της καλλιέργειας μήλων, με τα φωσφορικά λιπάσματα και πάλι να είναι η κύρια αιτία της επίπτωσης αυτής. Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει και με αυτό της έρευνας των Canals et.al.(2006), για όλες τις περιοχές μελέτης τους, όπου η κατηγορία επίπτωσης της οξίνισης επηρεαζόταν άμεσα από τις εκπομπές των λιπασμάτων αλλά και από την κατανάλωση της ενέργειας.

Οι επιπτώσεις απώλεια στοιβάδας του όζοντος, τοξικότητα στον άνθρωπο, εδαφική οικοτοξικότητα φαίνεται από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης πως η καλλιέργεια των μήλων, οι δραστηριότητες και διαδικασίες παραγωγής τουλάχιστον

δεν τις εντείνουν καθόλου. Ενώ μηδαμινές τιμές έχουν οι επιπτώσεις της παγκόσμιας υπερθέρμανσης, της οικοτοξικότητας του γλυκού νερού και της φωτοχημικής οξείδωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η καλλιέργεια φρούτων θεωρείται πως είναι μια εντατικής μορφής αγροτική καλλιέργεια εξαιτίας των εισροών της σε λιπάσματα, φυτοφάρμακα, όπως επίσης σε χρήματα και υλικά. Η καλλιέργεια γεωργικών προϊόντων διατροφής συνεισφέρει σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αν και τα προϊόντα φρούτων γενικά θεωρούνται να έχουν χαμηλότερες πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα περισσότερα είδη διατροφής στις δυτικές δίαιτες (Cerruti et.al., 2014).

Στην παρούσα εργασία η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (AKZ) χρησιμοποιήθηκε με σκοπό τον εντοπισμό των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων από την καλλιέργεια μήλων κατά την παραγωγή, συμπεριλαμβάνοντας τις περισσότερες διαδικασίες και εισροές. Μια πλήρης AKZ συμπεριλαμβάνει όλες τις διεργασίες που πραγματοποιούνται κατά την φάση της παραγωγής (λίπανση, φυτοπροστασία, άρδευση, χρήση μηχανημάτων, κ.α) καθώς και την μεταφορά, αποθήκευση, συντήρηση και μεταφορά στα σημεία λιανικής πώλησης. Η παρούσα εργασία σταματά στην φάση της παραγωγής, έως τα όρια δηλαδή του αγροκτήματος (candle-to- farm gate).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης εντόπισαν ως την κύρια περιβαλλοντική επιβάρυνση, τον ευτροφισμό με κύρια αιτία την χρήση λιπασμάτων από φώσφορο και άζωτο. Επίσης η εξάντληση αβιοτικών πόρων η οποία είναι η μόνη που επηρεάζεται από την χρήση φυτοφαρμάκων και παροχής αζώτου. Ακόμα η θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα και η οξίνιση είναι και αυτές επιπτώσεις που αξίζει να αναφερθούν και επηρεάζονται και αυτές, αν και όχι εξίσου με τον ευτροφισμό, από τα λιπάσματα.

Αρκετές προγενέστερες μελέτες έχουν διεξαχθεί για να εξετάσουν τις επιπτώσεις που επιδέχεται το περιβάλλον από την παραγωγή μήλων, χρησιμοποιώντας την AKZ. Παρά τις διαφορές για τις μεθοδολογικές αποφάσεις (όρια συστήματος, λειτουργική μονάδα, κ.α) ή την υπό εξέταση μέθοδο καλλιέργειας (συμβατική, ολοκληρωμένη, βιολογική), τα λιπάσματα αποτελούν έναν από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν αρκετές από τις κατηγορίες επιπτώσεων.

Η μελέτη μας εξέτασε αγροκτήματα μηλιών, τα οποία καλλιεργούνται με την μέθοδο της παραδοσιακής γεωργίας, οι Keyes et.al. (2015) στην ερευνά τους για την παραδοσιακή και βιολογική παραγωγή μήλων, κατέληξαν στο συμπέρασμα σύμφωνα

με τα αποτελέσματα τους πως και στους δύο τύπους καλλιέργειας εκτός από την χρήση καυσίμων και των φυτοφαρμάκων, και η παροχή φωσφορικών και αζωτούχων λιπασμάτων ήταν ένας από τους οδηγούς των βαρών των υπό εξέταση κατηγοριών επιπτώσεων. Από την άλλη στην ολοκληρωμένη διαχείριση παραγωγής εξαιτίας των περιβαλλοντικών περιορισμών, μελέτη σαν αυτή των Annaert et.al.,(2015) δείχνουν πως οι παραγωγοί της ολοκληρωμένης διαχείρισης χρησιμοποιούν λιπάσματα άλλες φορές πάνω και άλλες κάτω από το επιτρεπτό όριο, κάτι το οποίο κάνει τα λιπάσματα να μην είναι μια τόσο επιβαρυντικά εισροή για το περιβάλλον όσο η χρήση εντομοκτόνων και ζιζανιοκτόνων.

Η χρήση λιπασμάτων τόσο στην συμβατική όσο και στις άλλες μεθόδους καλλιέργειας φρούτων εξαρτάται από τον κάθε παραγωγό και ιδιαίτερα στην παραδοσιακή γεωργία. Ο κάθε παραγωγός συμβουλευέται τον δικό του γεωπόνο, αλλά εκτός από αυτό, επικρατεί σε πολλές περιοχές όπως και στην περιοχή μελέτης μας το φαινόμενο «αποφάσεις του καφενείου». Δηλαδή πολλές αποφάσεις για τις καλλιεργητικές πρακτικές που ακολουθούνται, λαμβάνονται στο καφενείο βάσει αυτού που «άκουσε» ή «είδε» κάποιος και ακολουθούν και οι υπόλοιποι.

Η παροχή φωσφόρου και αζώτου μέσω της λίπανσης και οι παράγωγες εκπομπές αυτών σε αέρα και νερό είναι η πιο σημαντική αιτία των επιπτώσεων του ευτροφισμού και της οξίνισης, όπως φαίνεται και στα αποτελέσματα της εργασίας αυτής. Η χρήση λιπασμάτων, η οποία γίνεται σε ομοιόμορφες ποσότητες εντός του οπωρώνα μη λαμβάνοντας υπόψη τις πραγματικές ανάγκες των φυτών, έχει σαν αποτέλεσμα τη χρήση υπερβολικά μεγάλης ποσότητας εισροών λίπανσης με συνέπεια την ρύπανση του περιβάλλοντος.

Έτσι για την ελάττωση των λιπασμάτων θα μπορούσαν να γίνονται εδαφολογικές εξετάσεις ανά χρονικά διαστήματα και να διαπιστώνονται οι πραγματικές ανάγκες των φυτών και του εδάφους και εξασφαλίζοντας έτσι μια ισορροπημένη και κατάλληλη διαχείριση θρεπτικών. Ακόμα μια από τις επιλογές θα ήταν η φύτευση και καλλιέργεια ποικιλιών με υψηλές ικανότητες πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, όπως και η επιλογή λιπασμάτων με λιγότερη περιεκτικότητα αζώτου και φωσφόρου. Βέβαια η βελτίωση της διαχείρισης της λίπανσης πρέπει να πραγματοποιείται με παράλληλη συντήρηση της ποιότητας των φρούτων, στην προκειμένη περίπτωση των

μήλων, και της άριστης απόδοσης παραγωγής, καθώς αυτοί είναι ουσιώδης παράγοντες για μια επιτυχημένη παραγωγή.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί και πως η χρήση των φυτοφαρμάκων, αν και συνεισφέρει μόνο σε μια κατηγορία των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αυτής της εξάντλησης των αβιοτικών πόρων, χρειάζεται καλύτερη διαχείριση με σκοπό την μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος αλλά και της ανθρώπινης υγείας.

Συμπεράσματα

Τα τρωτά σημεία των παραγωγικών συστημάτων τροφής και οι επιβλαβής επιδράσεις τους στον πλανήτη έχουν αναγνωριστεί εδώ και δεκαετίες, ενισχύοντας έτσι την ανάγκη για την έρευνα βελτιωμένων μεθόδων παραγωγής, διανομής και κατανάλωσης. Είναι μεγάλης σημασίας η μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων που αυτά προκαλούν. Η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής(AKZ) είναι ένα χρήσιμο εργαλείο με το οποίο μπορούν να εκτιμηθούν οι επιβαρύνσεις στο περιβάλλον, ώστε να βρεθούν τα σημεία εκείνα που μπορούν να αλλάξουν ή να βελτιωθούν με σκοπό την καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος.

Η παρούσα μελέτη είχε ως στόχο την ανάδειξη των περιβαλλοντικών προβλημάτων που εντείνονται από την καλλιέργεια της μηλιάς. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στην ορεινή Κορινθία, στο χωριό Μάννα και το δείγμα αποτέλεσαν τέσσερα αγροκτήματα. Τα δεδομένα της μελέτης περιλάμβαναν όλες τις δραστηριότητες κατά την φάση της παραγωγής καθώς και τις εισροές που χρησιμοποιούνται, η λειτουργική μονάδα του συστήματος ήταν 1 τόνος παραγόμενων μήλων.

Τα αποτελέσματα της μελέτης ανέδειξαν ως η κύρια κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης τον ευτροφισμό, ακολουθούμενη από την εξάντληση των αβιοτικών πόρων, την θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα και την οξίνιση. Οι επιπτώσεις απώλεια στοιβάδας του όζοντος, τοξικότητα στον άνθρωπο, εδαφική οικοτοξικότητα δεν επηρεάζονται καθόλου ενώ η παγκόσμια υπερθέρμανση, η οικοτοξικότητα του γλυκού νερού και η φωτοχημική οξείδωση έχουν σχεδόν αμελητέες τιμές.

Η κύρια αιτία των επιπτώσεων που εμφανίζονται με μεγάλες τιμές όπως ο ευτροφισμός, είναι τα λιπάσματα και ιδιαίτερα τα φωσφορικά. Τα ίδια λιπάσματα

παίζουν κύριο ρόλο στην οξίνιση και στην θαλάσσια υδατική οικοτοξικότητα όπου εκεί το άζωτο και ο οργανικός σίδηρος συνεισφέρουν με μικρό ποσοστό. Στην εξάντληση των αβιοτικών πόρων βλέπουμε πως τα φυτοφάρμακα και τα αζωτούχα λιπάσματα συμμετέχουν σχεδόν ισομερώς. Έτσι μπορούμε να πούμε πως τα λιπάσματα είναι ο πιο περιβαλλοντικά επιβαρυντικός παράγοντας από την καλλιέργεια των μήλων, ακολουθούμενα από τα φυτοφάρμακα με πολύ μικρότερη συνεισφορά.

Αυτή η ΑΚΖ για τη καλλιέργεια μήλων, στην φάση της παραγωγής, προσπάθησε με όσα δεδομένα συλλέχθηκαν να εντοπίσει ποια είναι εκείνα τα σημεία τα οποία παράγουν περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και ποιες είναι οι κατηγορίες επιβαρύνσεων που αναδεικνύονται.

Είναι αναγκαία η περεταίρω περιβαλλοντική έρευνα για τα αγροτικά συστήματα καλλιεργειών στην Ελλάδα. Το εργαλείο της ΑΚΖ και η χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων αυτής μπορεί να προσφέρει τρόπους και μεθόδους βελτίωσης για τους παραγωγούς για πιο βιώσιμες, αποτελεσματικές καλλιέργειες αλλά ταυτόχρονα και περιβαλλοντικά φιλικές. Ίσως η σύνδεση αποτελεσμάτων μελετών ΑΚΖ και κοινωνικοοικονομικών αναγκών είναι καίριας σημασίας για την αποδοχή της ΑΚΖ από τον αγροτικό τομέα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βασιλακάκης Μ. και Θέριος Ι.(1990) , *Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας , Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δέντρα*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη
- Γεωργόπουλος Α.(2006) , *Γη, Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης*, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα
- Θέριος Ι. και Δημάση – Θέριου Κ.(2013), *Ειδική δενδροκομία, Φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη
- Κουλουρούδης Μ.(1996) ,Βασικοί στόχοι της οικολογικής γεωργίας,Βιολογική Καλλιέργεια του Αμπελιού ,Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου *Βιολογικής Γεωργίας*, Έκδοση ΔΗΩ –Οργανισμός Ελέγχου και Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων, Αθήνα
- Νάνος Γ, Διανέλλος Γ., Τσιντσιράκου Ι., Κάνδρη Ε., Ζαφειρίδης Ι., Σαραντίδου Μ. και Μακρή Μ.(2014), Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καλλιέργεια μηλιάς στο Πήλιο, *Γεωργία – Κτηνοτροφία*, Τεύχος 6, 64-68.
- Παλάτος Γ. και Κυρκενίδης Ι.(2006), *Βιολογική Γεωργία*, Εργαστηριακές σημειώσεις, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα , Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Θεσσαλονίκη
- Ποντίκης Κ.(2003), *Ειδική δενδροκομία*, Μηλοειδή Τομος Α, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα
- Σφακιωτάκης Ε.(2000), *Ολοκληρωμένη Παραγωγή Γεωργικών Προϊόντων Οπωροκηπευτικών*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη
- Τσελές Δ., Ευθυμιάδου Α. και Γκούλντα Μαρία(2001), Ολοκληρωμένη διαχείριση, το μέλλον της γεωργίας, *Πρακτικά από το Πρόγραμμα Γ.Γ.Ν.Γ Έπιστημονική υποστήριξη νέων αγροτών*, ΤΕΙ Πειραιά

Ξενόγλωσση

- Annaert B., Vranken L and Mathijs Eric(2015), Calculating the “real” cost of apple production: integrating environmental impacts using life cycle analysis into economic data, *IOAE*
- Buonocore E, Franzese P., Mellino S., Ulgiati S., Viglia S. and Zucaro A.(2009), Energy and LCA evaluation of the present dynamics of investigated case studies” Deliverable 14,WP4, Project SMILE, Turku School of Economics, Finland Futures Research Center
- Canals L.M, Burnip G.M and Cowell S.L(2006), Evaluation of the environmental impacts of apple production using Life Cycle Assessment (LCA): Case in New Zealand, *Agriculture Ecosystems and Environment*, 114, 226-238.

- Cabal H., Lechon Y. and Saez R.(2005), Environmental aspects of integration of decentralized generation into overall electricity generation system, *EUSUSTEL*, THE EUROPEAN COMMISSION
- Cerutti A. K., Bruun S., Donno P, Beccaro G and Bounous G.(2013), Environmental sustainability of traditional foods : the case of ancient apple cultivars in Northern Italy assessed by multifunctional LCA, *Journal of Cleaner Production*, 52, 245-252.
- Cerutti A.K., Baccaro G., Bruun S., Bosco S., Donno P., Notarnicola B. and Bounous G.(2013), Life cycle assessment application in the fruit sector: State of the art and recommendations for environmental declarations of fruit products, *Journal of Cleaner Production*, 73, 125-135.
- De Marco I., Iannone R., Miranda S. and Riemma S.(2015), Life Cycle Assessment of Apple Powders Produced by a Drum Drying Process, *Chemical Engineering Transactions*, 43.
- Keyes S., Tyedmers P. and Beazley K.(2015), Evaluating the environmental impacts of conventional and organic apple production in Nova Scotia, Canada, through life cycle assessment, *Journal of Cleaner Production*, 104, 40-51.
- Michos M., Mamolos A.P., Menexes G.C., Tsatsarelis C.A., Tsirakoglou V. M. and Kalburtji K.L.(2012), Energy inputs, outputs and greenhouse emissions in organic, integrated and conventional peach orchards, *Ecological Indicators*.
- Soode E., Lampert P., Weber- Blascke G. and Richter K.(2015), Carbon Footprints of horticultural products strawberries, asparagus, roses and orchids in Germany, *Journal of Cleaner Production*, 87, 168-179.
- Tamburini E, Pedrini P., Marchetti M.G., Fano E.A. and Castandelli G.(2015), Life Cycle based evaluation of environmental and economic impacts of agricultural productions in the Mediterranean area, *Sustainability*, 7, 2915-2935.

Διαδίκτυο

- EarthShift, www.earthshift.com, Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης στις 10 Ιανουαρίου 2016
- IFOAM-Organics International, www.ifoam.bio , Ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 11 Ιανουαρίου 2016
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, www.faostat.fao.org , επίσκεψη στην ιστοσελίδα στις 11 Ιανουαρίου 2016

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ :Φωτογραφικό υλικό



Εικόνα 1: Κτήμα Α

Εικόνα 2: Κτήμα Α



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 3: Κτήμα Β



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 4: Κτήμα Β



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 5: Κτήμα Γ



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 6: Κτήμα Γ



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 7: Κτήμα Δ



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Εικόνα 8: Κτήμα Δ



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Καταγραφή δεδομένων

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες με τα δεδομένα για κάθε ένα από τα κτήματα που μελετά η παρούσα εργασία, καθώς και ο τελικός πίνακας δεδομένων. Με βάση τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς που έγιναν, δόθηκαν τα τελικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ.

Πίνακας 1: Καταγραφή δεδομένων, Κτήμα Α

Δεδομένα	Μονάδα		Μονάδα		Μονάδα		Συμπληρωματικά δεδομένα
Στρεμματική απόδοση	tn/στρέμμα	6,5					
Πυκνότητα φύτευσης	Δέντρα/στρέμμα	30					
Άρδευση	Kg/στρέμμα	45000	Kg/1kg μήλου	6,923	Kg/1tn μήλων	6923,1	
Συνολική λίπανση(N-P- K)	Kg/στρέμμα	40	gr/1kg μήλου	0,006	gr/1tn μήλων	6,2	120 kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Άζωτο	Kg/στρέμμα	6	gr/1kg μήλου	0,923	gr/1tn μήλων	923,1	
Φώσφορος	Kg/στρέμμα	6	gr/1kg μήλου	0,923	gr/1tn μήλων	923,1	
Κάλιο	Kg/στρέμμα	6	gr/1kg μήλου	0,923	gr/1tn μήλων	923,1	
Οργανικός σίδηρος	Kg/στρέμμα	1	gr/1kg μήλου	0,154	gr/1tn μήλων	153,8	3kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Νερό ραντίσματος	Kg/στρέμμα	3500	Kg/1kg μήλου	0,538	Kg/ 1 tn μήλων	538,5	
Εντομοκτόνα	gr/στρέμμα	294	gr/1kg μήλου	0,045	gr/1tn μήλων	45,2	
Μυκητοκτόνα	gr/στρέμμα	164,3	gr/1kg	0,025	gr/1tn	25,3	

			μήλου		μήλων		
Βενζίνη (ράντισμα)	Lt/στρέμμα	10,5	Lt/1kg μήλου	0,002	Lt/1tn μήλων	1,6	
Βενζίνη (χορτοκοπή)	Lt/ στρέμμα	5,3	Lt/1kg μήλου	0,001	Lt/1tn μήλων	0,8	
Λάδι μηχανής	gr/στρέμμα	131,6	gr/1kg μήλου	0,020	gr/1tn μήλων	20,2	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 2: Καταγραφή δεδομένων, Κτήμα Β

Δεδομένα	Μονάδα		Μονάδα		Μονάδα		Συμπληρωματικά δεδομένα
Στρεμματική απόδοση	tn/στρέμμα	3,5					
Πυκνότητα φύτευσης	Δέντρα/στρέμμα	23					
Άρδευση	Kg/στρέμμα	16500	Kg/1kg μήλου	4,714	Kg/1tn μήλων	4714	
Συνολική λίπανση(N-P- K)	Kg/στρέμμα	40	gr/1kg μήλου	0,011	gr/1tn μήλων	11	120 kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Άζωτο	Kg/στρέμμα	6	gr/1kg μήλου	1,714	gr/1tn μήλων	1714	
Φώσφορος	Kg/στρέμμα	6	gr/1kg μήλου	1,714	gr/1tn μήλων	1714	
Κάλιο	Kg/στρέμμα	6	gr/1kg μήλου	1,714	gr/1tn μήλων	1714	
Οργανικός σίδηρος	Kg/στρέμμα	1	gr/1kg μήλου	0,285	gr/1tn μήλων	285	3kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Νερό ραντίσματος	Kg/στρέμμα	2000	Kg/1kg μήλου	0,571	Kg/ 1 tn μήλων	571	
Εντομοκτόνα	gr/στρέμμα	294	gr/1kg	0,084	gr/1tn	84	

			μήλου		μήλων		
Μυκητοκτόνα	gr/στρέμμα	164,3	gr/1kg μήλου	0,046	gr/1tn μήλων	46	
Βενζίνη (ράντισμα)	Lt/στρέμμα	7,5	Lt/1kg μήλου	0,002	Lt/1tn μήλων	2	
Βενζίνη (χορτοκοπή)	Lt/ στρέμμα	6	Lt/1kg μήλου	0,001	Lt/1tn μήλων	1	
Λάδι μηχανής	gr/στρέμμα	150	gr/1kg μήλου	0,042	gr/1tn μήλων	42	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 3: Καταγραφή δεδομένων, Κτήμα Γ

Δεδομένα	Μονάδα		Μονάδα		Μονάδα		Συμπληρωματικά δεδομένα
Στρεμματική απόδοση	tn/στρέμμα	2,5					
Πυκνότητα φύτευσης	Δέντρα/στρέμμα	45					
Άρδευση	Kg/στρέμμα	33750	Kg/1kg μήλου	13,5	Kg/1tn μήλων	13500	
Συνολική λίπανση(N-P- K)	Kg/στρέμμα	30	gr/1kg μήλου	0,012	gr/1tn μήλων	12	120 kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Άζωτο	Kg/στρέμμα	4,5	gr/1kg μήλου	1,8	gr/1tn μήλων	1800	
Φώσφορος	Kg/στρέμμα	4,5	gr/1kg μήλου	1,8	gr/1tn μήλων	1800	
Κάλιο	Kg/στρέμμα	4,5	gr/1kg μήλου	1,8	gr/1tn μήλων	1800	
Οργανικός	Kg/στρέμμα	0,75	gr/1kg	0,3	gr/1tn	300	3kg/στρέμμα κάθε

σίδηρος			μήλου		μήλων		3 χρόνια
Νερό ραντίσματος	Kg/στρέμμα	1667	Kg/1kg μήλου	0,667	Kg/ 1 tn μήλων	667	
Εντομοκτόνα	gr/στρέμμα	294	gr/1kg μήλου	0,117	gr/1tn μήλων	117	
Μυκητοκτόνα	gr/στρέμμα	164,3	gr/1kg μήλου	0,065	gr/1tn μήλων	65	
Βενζίνη (ράντισμα)	Lt/στρέμμα	8,3	Lt/1kg μήλου	0,003	Lt/1tn μήλων	3	
Βενζίνη (χορτοκοπή)	Lt/ στρέμμα	6,6	Lt/1kg μήλου	0,002	Lt/1tn μήλων	2	
Λάδι μηχανής	gr/στρέμμα	166,6	gr/1kg μήλου	0,066	gr/1tn μήλων	66	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 4: Καταγραφή δεδομένων, Κτήμα Δ

Δεδομένα	Μονάδα		Μονάδα		Μονάδα		Συμπληρωματικά δεδομένα
Στρεμματική απόδοση	tn/στρέμμα	4,5					
Πυκνότητα φύτευσης	Δέντρα/στρέμμα	43					
Άρδευση	Kg/στρέμμα	22500	Kg/1kg μήλου	5	Kg/1tn μήλων	5000	
Συνολική λίπανση(N-P- K)	Kg/στρέμμα	30	gr/1kg μήλου	0,006	gr/1tn μήλων	6	120 kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Άζωτο	Kg/στρέμμα	4,5	gr/1kg μήλου	1	gr/1tn μήλων	1000	
Φώσφορος	Kg/στρέμμα	4,5	gr/1kg μήλου	1	gr/1tn μήλων	1000	
Κάλιο	Kg/στρέμμα	4,5	gr/1kg μήλου	1	gr/1tn μήλων	1000	

Οργανικός σίδηρος	Kg/στρέμμα	0,75	gr/1kg μήλου	0,166	gr/1tn μήλων	166	3kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Νερό ραντίσματος	Kg/στρέμμα	1875	Kg/1kg μήλου	0,416	Kg/ 1 tn μήλων	416	
Εντομοκτόνα	gr/στρέμμα	294	gr/1kg μήλου	0,065	gr/1tn μήλων	65	
Μυκητοκτόνα	gr/στρέμμα	164,3	gr/1kg μήλου	0,036	gr/1tn μήλων	36	
Βενζίνη (ράντισμα)	Lt/στρέμμα	9,4	Lt/1kg μήλου	0,002	Lt/1tn μήλων	2	
Βενζίνη (χορτοκοπή)	Lt/ στρέμμα	6,2	Lt/1kg μήλου	0,001	Lt/1tn μήλων	1	
Λάδι μηχανής	gr/στρέμμα	156,2	gr/1kg μήλου	0,034	gr/1tn μήλων	34	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 5: Καταγραφή δεδομένων, Τελικά δεδομένα(Μέσος όρος)

Δεδομένα	Μονάδα		Συμπληρωματικά δεδομένα
Άρδευση	Kg/1tn μήλων	7963,12	
Συνολική λίπανση(N-P- K)	gr/1tn μήλων	8,568	120 kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Άζωτο	gr/1tn μήλων	1318,7	
Φώσφορος	gr/1tn μήλων	1318,7	
Κάλιο	gr/1tn μήλων	1318,7	
Οργανικός σίδηρος	gr/1tn μήλων	219,49	3kg/στρέμμα κάθε 3 χρόνια
Νερό	Kg/ 1 tn	549,1	

ραντίσματος	μήλων		
Εντομοκτόνα	gr/1tn μήλων	76,9	
Μυκητοκτόνα	gr/1tn μήλων	42,64	
Βενζίνη (ράντισμα)	Lt/1tn μήλων	2,165	
Βενζίνη (χορτοκοπή)	Lt/1tn μήλων	1,225	
Λάδι μηχανής	gr/1tn μήλων	40,25	

Πηγή : Ιδία επεξεργασία

Ο μέσος όρος υπολογίστηκε με βάση τον τύπο $(\alpha * \text{Έκταση A}) + (\beta * \text{Έκταση B}) + (\gamma * \text{Έκταση Γ}) + (\delta * \text{Έκταση Δ}) / \text{Συνολική Έκταση (A+B+Γ+Δ)}$

Όπου α οι τιμές των στοιχείων για το κτήμα Α, β οι τιμές των στοιχείων για το κτήμα Β, γ οι τιμές των στοιχείων για το κτήμα Γ και δ οι τιμές των στοιχείων για το κτήμα Δ.