

«ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΡΟΕΣ CO₂ ΣΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΛΙΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ»



ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ- ΑΛΚΗΣΤΙΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΝΑΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2010



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή μελέτη αποτελεί μέρος των υποχρεώσεων των φοιτητών και είναι το επιστέγασμα των σπουδών τους. Σκοπός της πτυχιακής μου εργασίας είναι να συγκριθούν οι βιολογικές μέθοδοι καλλιέργειας με τις συμβατικές μεθόδους ως προς τη χρήση ενέργειας και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η κατανόηση των εκπομπών εκφρασμένων σε ισοδύναμα άνθρακα για διαφορετικές καλλιεργητικές φροντίδες είναι απαραίτητη, για την εύρεση εναλλακτικών, αποτελεσματικότερων ως προς τη χρήση άνθρακα μεθόδων και καλλιεργειών, όπως είναι τα βιοκαύσιμα, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και μέθοδοι βιολογικής γεωργίας όπως είναι η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και η βιολογική καταπολέμηση των εχθρών. Η αειφορία των καλλιεργητικών συστημάτων είναι εφικτή με την εφαρμογή των κατάλληλων μεθόδων. Στην παρούσα έρευνα γίνεται μια ενεργειακή ανάλυση των εισροών και εκροών και προσδιορίζεται ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος μιας βιολογικής και μια συμβατικής καλλιέργειας ελιάς και μιας βιολογικής και μιας συμβατικής καλλιέργειας μηλιάς στο νομό Μαγνησίας. Γίνεται επίσης αναφορά στη δυνατότητα απομόνωσης διοξειδίου του άνθρακα στα εδάφη, με τις σωστές καλλιεργητικές πρακτικές. Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, είναι ένα φλέγον ζήτημα, και η γεωργία μπορεί να συντελέσει στο μετριασμό της.

Η μελέτη αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος Δ.Π.Μ.Σ. «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες» του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Ευχαριστώ ιδιαιτέρως τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νάνο Γ., M.Sc., Ph.D., αναπληρωτή καθηγητή και διευθυντή εργαστηρίου δενδροκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη καθοδήγησή του, τις πληροφορίες και την υπομονή του, όλους τους καθηγητές μου, τους παραγωγούς για τα στοιχεία που μοιράστηκαν μαζί μου και το χρόνο που διέθεσαν, τη συνάδελφο Σολωμού Α. που με έφερε σε επαφή με κάποιους παραγωγούς, το συνάδελφο κ. Πολύζο Η. για τις χρήσιμες συμβουλές του και τέλος τη μητέρα μου.



1. Εισαγωγή

1.1. Σκοπός

- 1.1.1. Πλοκή της ταινίας με βάση την αφήγηση του σκηνοθέτη 5
- 1.1.2. Περιγραφή των εικαστικών στοιχείων της ταινίας **Στον μπαμπά μου** 9
- 1.1.3. Οι ηθοποιοί και η ταινία 12
- 1.1.4. Προσέγγιση αξιολόγησης της ταινίας 16

1.2. Ουράλιον και γωνία

- 1.2.1. Το σέρι του σερμπόβιτς 20
- 1.2.2. Στοιχεία χιούμορ 20
- 1.2.3. Ο ρόλος της γραμμής 27
- 1.2.4. Ο ρόλος της κτηνοτροφίας 36
- 1.2.5. Αξιοσημείωτοι ρόλοι 37
- 1.2.6. Θέματα της ταινίας 40

1.3. Η αξιολόγηση της ταινίας και των ηθοποιών

- 1.3.1. Η αξιολόγηση της ταινίας 45
- 1.3.2. Η αξιολόγηση των ηθοποιών 47



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
1. Εισαγωγή	
1.1. Η αειφορία	
1.1.1. Πλαίσια αειφορίας και αρχές διαχείρισης αγροτικών οικοσυστημάτων.....	8
1.1.2. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αγροτικών συστημάτων παραγωγής φρούτων.....	9
1.1.3. Θερμοδυναμική και αειφορία	12
1.1.4. Προσέγγιση αξιολόγησης της αειφορίας.....	16
1.2. Περιβάλλον και γεωργία	
1.2.1. Τα αέρια του θερμοκηπίου.....	20
1.2.2. Στροφή στα κλιματικά ουδέτερα προϊόντα	22
1.2.3. Ο ρόλος της γεωργίας	27
1.2.4. Ο ρόλος της κτηνοτροφίας.....	36
1.2.5. Διάθεση υπολειμμάτων	37
1.2.6. Ο ρόλος της δενδροκομίας	40
1.3. Η καλλιέργεια της Ελιάς και της Μηλιάς	
1.3.1 Η καλλιέργεια της ελιάς.....	45
1.3.2. Βιολογική καλλιέργεια της ελιάς.....	51



1.3.3. Η καλλιέργεια της μηλιάς	54
1.3.4. Ολοκληρωμένη και βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς.....	56
2 .Υλικά και μέθοδοι	
2.1. Υλικά.....	61
2.2.Μέθοδοι για την ενεργειακή ανάλυση και την εκτίμηση των ισοδύναμων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα.....	64
3. Αποτελέσματα	
3.1. Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας από μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς στο Ν. Μαγνησίας.....	77
3.2. Σύγκριση εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς στο Ν. Μαγνησίας.....	89
3.3. Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας από μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στο Ν. Μαγνησίας.....	96
3.4. Σύγκριση εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από μια από μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στο Ν. Μαγνησίας.....	104
4. Συζήτηση-συμπεράσματα.....	108

Παράρτημα

Βιβλιογραφία



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της έρευνας ήταν η καταγραφή της παρούσας κατάστασης και η κατανόηση των δυνατοτήτων της καλλιέργειας της ελιάς και της μηλιάς ώστε αυτές να είναι ενεργειακά αποδοτικότερες και περιβαλλοντικά φιλικότερες και να συντελέσουν στη μείωση των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα. Για το σκοπό αυτό εφαρμόστηκε ανάλυση του ισοζυγίου ενέργειας και των ισοδύναμων εκπομπών CO₂ (CO₂e) σε μηλεώνες και ελαιώνες που καλλιεργούνται βιολογικά ή συμβατικά στο νομό Μαγνησίας. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν μέσω συνεντεύξεων και τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων από τους παραγωγούς. Στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς η εισρέουσα ενέργεια ήταν 12909 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ τη χρονιά που οι εκροές ήταν 31338 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ και 3021 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ τη χρονιά που οι εκροές θεωρήθηκαν μηδενικές (όχι κλάδεμα και χρονιά χωρίς καρποφορία), ενώ στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς η εισρέουσα ενέργεια ήταν 34424 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ τη χρονιά που οι εκροές ήταν 113600 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ και 20548 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ τη χρονιά που οι εκροές ήταν μηδενικές. Το μέγεθος του ελαιώνα παίζει σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο του, ενώ οι παραγωγοί κάνουν ατελή φυτοπροστασία και λίπανση. Οι εκπομπές CO₂e ήταν 896 kg CO₂e στο βιολογικό και 1543 kg CO₂e στο συμβατικό ελαιώνα τη χρονιά που υπήρχε παραγωγή. Τα μυκητοκτόνα στο βιολογικό και τα μηχανήματα στο συμβατικό ελαιώνα πρόσθεσαν τις υψηλότερες εκπομπές CO₂e. Τη χρονιά που δεν υπήρχε παραγωγή, οι εκπομπές CO₂e ήταν 149 kg CO₂e στη βιολογική και 924 kg CO₂e στη συμβατική καλλιέργεια ελιάς. Στη βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς η εισρέουσα ενέργεια ήταν 55447 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ και οι εκροές 54500 MJ ha⁻¹ yr⁻¹, ενώ στη συμβατική καλλιέργεια των μήλων 46349 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ και οι εκροές 63765 MJ ha⁻¹ yr⁻¹. Οι εκπομπές CO₂ ήταν 2442 kg CO₂e στο βιολογικό μηλεώνα, ενώ στο συμβατικό 4226 kg CO₂e. Τα καύσιμα στο βιολογικό μηλεώνα (λόγω του μικρού κλήρου) και ο ηλεκτρισμός στο συμβατικό (για τη στάγδην άρδευση) ήταν οι κύριες καλλιεργητικές φροντίδες που πρόσθεσαν CO₂e στη μηλοκαλλιέργεια. Φυσικά η μηλοκαλλιέργεια λόγω των υψηλότερων αναγκών σε εισροές είναι πιο ενεργοβόρος.

Λέξεις- κλειδιά: Ενεργειακή ανάλυση, LCA, Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, Συμβατική καλλιέργεια, Βιολογική καλλιέργεια



ABSTRACT

The objective of this study was to record the present situation and understand the olive and apple production systems potentials to become more energetically efficient and environmentally friendly in order to reduce carbon dioxide emissions to the atmosphere. For this purpose an energy inputs and outputs analysis combined with estimates of equivalent carbon dioxide emissions (CO₂e) was carried out in a conventional and organic olive orchard and a conventional and organic apple orchard in Magnesia. Data were collected through interviews and questionnaires. In organic olive farming energy inputs were found 12909 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ the year that outputs were found 31338 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ and 3021 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ the year that outputs were considered zero (no pruning and season without fruits), while in conventional olive farming energy inputs were found 34424 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ the year that outputs were found 113600 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ and 20548 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ the year that outputs were considered zero. The size of the olive grove plays an important role in energy balance, while the producers do not fully do crop protection and fertilization. CO₂e emissions were found 896 kg CO₂e in organic farming and 1543 kg CO₂e in conventional farming the year with yield. Fungicides in organic and embodied in machinery energy in conventional olive farming resulted in the highest percentage of emissions. The year without yield, CO₂e emissions were found 149 kg CO₂e in organic farming and 924 kg CO₂e in conventional. In apple organic farming, energy inputs were 55447 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ and outputs 54500 MJ ha⁻¹ yr⁻¹, while in conventional apple farming were found 46349 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ and outputs 63765 MJ ha⁻¹ yr⁻¹. Carbon dioxide emissions were found 2442 kg CO₂e in organic and 4226 kg CO₂e in conventional. CO₂e emissions from fossil fuels in organic (due to small farms) and electricity in conventional apple farming (for drip irrigation) were the major constituents of emissions. Definitely, apple farming consumes greater amounts of energy, due to higher demand for inputs.

Key words: Energy analysis, LCA, Carbon dioxide emissions, Olive production, Apple production, Conventional farming, Organic farming

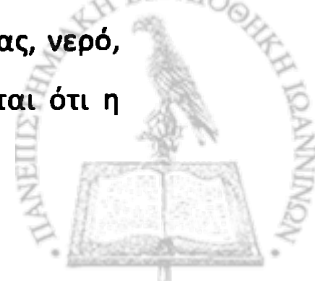


1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΑΕΙΦΟΡΙΑ

1.1.1. Πλαίσια αειφορίας και αρχές διαχείρισης αγροτικών οικοσυστημάτων

Το ενδιαφέρον για την αειφορία και η δημόσια ανησυχία για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωργίας, οδήγησαν τις κυβερνήσεις να επανεκτιμήσουν και να ελέγξουν την κατάσταση του περιβάλλοντος. Αρκετοί ορισμοί έχουν διατυπωθεί για τη βιώσιμη ή αειφορική γεωργία, ο ορισμός όμως του FAO θεωρείται ως ο πλέον αποδεκτός. Σύμφωνα με αυτόν βιώσιμη ανάπτυξη είναι: «η διαχείριση και συντήρηση των φυσικών πόρων με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζει την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών για τις παρούσες και μελλοντικές γενεές. Τέτοια βιώσιμη ανάπτυξη (στο γεωργικό, δασικό και αλιευτικό τομέα) συντηρεί τους φυσικούς και γενετικούς πόρους, δεν υποβαθμίζει το περιβάλλον, είναι οικονομικά βιώσιμη και κοινωνικά αποδεκτή.» Στην ουσία η βιώσιμη ανάπτυξη και φυσικά η γεωργία είναι η χρυσή τομή τριών συστημάτων: του οικονομικού, του κοινωνικού και των φυσικών πόρων (Καρράς, 1999). Σύμφωνα με το οικονομικό πλαίσιο, η γεωργία θεωρείται αειφορική εφόσον η συνολική παραγωγή τροφίμων καλύπτει τις διατροφικές ανάγκες ολόκληρου του πληθυσμού. Δηλαδή, η προσφορά τροφίμων πρέπει πάντα να ικανοποιεί τη ζήτηση (Raman, 2006). Η αειφορία, από την οικονομική σκοπιά, ενδιαφέρεται για τα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη των παραγωγών. Μια καλλιέργεια που δεν είναι επικερδής δεν θεωρείται αειφορική (π.χ. εάν μειώνεται η σοδειά με ταυτόχρονη αύξηση του κόστους παραγωγής). Σύμφωνα με το κοινωνικό πλαίσιο η αειφορική γεωργία θα πρέπει να ικανοποιεί τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες όπως είναι η διατροφή και άλλες κοινωνικές ανάγκες όπως η ασφάλεια, η ελευθερία, η εκπαίδευση, η προσφορά εργασίας κ.α. (Brown et al., 1987; Zinck et al., 2004). Τέλος, σύμφωνα με το περιβαλλοντικό πλαίσιο, τα συστήματα που προκαλούν υποβάθμιση του περιβάλλοντος δεν θεωρούνται αειφορικά (Yunlong & Smit, 1994). Με βάση αυτό το πλαίσιο, η διατήρηση των φυσικών πηγών (ήλιος, αέρας, νερό, βιοποικιλότητα) είναι η βασική αρχή της γεωργικής αειφορίας. Πιστεύεται ότι η



φύση θέτει φυσικούς περιορισμούς. Αυτό οφείλεται στην πεπερασμένη φύση των φυσικών πηγών και στο ότι το περιβάλλον έχει περιορισμένη δυνατότητα να απορροφά απόβλητα (Douglass, 1984). Αυτή που πρέπει να είναι κοινή και στα τρία πλαίσια, είναι η μεθοδολογία αντιμετώπισης των δυσλειτουργιών αυτών και ο προσδιορισμός αρχών διαχείρισης, ώστε να ακολουθείται η κατάλληλη αντιμετώπιση (Καρράς, 1999). Σύμφωνα με τον Reinjntjes και τους συνεργάτες του οι βασικές αρχές που πρέπει να εφαρμόζονται στη διαχείριση των αγροτικών οικοσυστημάτων είναι:

1. Ανακύκλωση της βιομάζας και βελτιστοποίηση της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων με την ενίσχυση του κύκλου των θρεπτικών στοιχείων.

2. Εξασφάλιση άριστων εδαφικών συνθηκών για την ανάπτυξη των φυτών με την προσθήκη οργανικής ουσίας και την ενίσχυση της βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους.

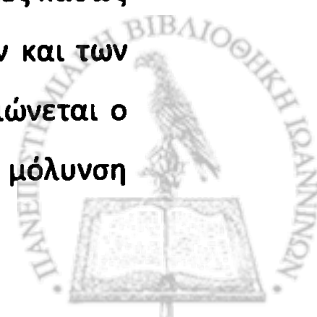
3. Ελαχιστοποίηση των απωλειών ενέργειας, εδάφους και νερού με τη σωστή εκμετάλλευση του μικροκλίματος και των τεχνικών κατεργασίας και χειρισμού του εδάφους.

4. Αύξηση της γενετικής βιοποικιλότητας καθώς και αυτής των καλλιεργούμενων ειδών στο χώρο και το χρόνο.

5. Ενίσχυση των ωφέλιμων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των δομικών στοιχείων του συστήματος.

1.1.2. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αγροτικών συστημάτων παραγωγής φρούτων

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αγροτικών συστημάτων βρίσκονται στην καρδιά της ανάλυσης της γεωργικής αειφορίας. Στη συμβατική καλλιέργεια οπωροφόρων δέντρων χρησιμοποιούνται μεγάλα ποσά μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατά τη χρήση των μηχανημάτων, την παραγωγή των χημικών εισροών, την άρδευση, τους ψεκασμούς και τη μεταφορά, ενώ, με αυτές τις πρακτικές καθώς και με την αναμόχλευση του εδάφους και την καύση των υπολειμμάτων και των κλαδιών, απελευθερώνονται μεγάλα ποσά CO₂ στην ατμόσφαιρα και μειώνεται ο άνθρακας του εδάφους. Η εκτεταμένη χρήση εντομοκτόνων συντελεί στη μόλυνση



των υδάτων. Το σύστημα παραγωγής βιολογικών φρούτων αλληλεπιδρά και έχει αντίκτυπο στο περιβάλλον με διάφορους τρόπους. Ένας οπωρώνας μπορεί να έχει αρνητικές εκπομπές από τη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εισροών και από τη χρήση χαλκού που προκαλούν ανεπιθύμητες επιδράσεις στη βιοποικιλότητα του εδάφους (MAF, 1992; Edwards- Jones and Howells, 2001; Wood et al., 2006)), αλλά και θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις [επιπλέον προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος από φύλλα και κλαδέματα, ανάπτυξη φυτών κάλυψης που μειώνουν τη διάβρωση του εδάφους, ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών και απομόνωση του CO₂ με τη φυτική βιομάζα στο έδαφος (OECD, 2004; OANZ, 2008)]. Πολλές χώρες όπως η Νέα Ζηλανδία, αναγνωρίζουν ότι η βιολογική γεωργία μπορεί να μειώσει τις αρνητικές επιπτώσεις της γεωργίας προς το περιβάλλον και κατ' επέκταση να αυξήσει την αειφορία (MAF, 1992; Stolze et al., 2000). Η βιολογική γεωργία παγκοσμίως καθορίζεται από όρια που θέτονται για την προστασία του περιβάλλοντος, ενώ η εφαρμογή και ο έλεγχος αυτών των ορίων διαφοροποιούν τη βιολογική από τη συμβατική γεωργία (Stolze et al., 2000; Mouron et al., 2006). Οι βασικές αγροπεριβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τη βιολογική παραγωγή οπωροκηπευτικών διακρίνονται σε:

1. Χρήση ενέργειας: η ενεργειακή ανάλυση χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της υψηλότερης σε κατανάλωση ενέργειας δραστηριότητας κατά την παραγωγή φρούτων (Reganold et al., 2001; Canals, 2003; ARGOS, 2005) και για τη στόχευση για μείωση των εκπομπών CO₂.

2. Επιπτώσεις στο έδαφος: η καλλιέργεια οπωροκηπευτικών έχει αρνητικές και θετικές επιπτώσεις στο έδαφος. Η οργανική ουσία του εδάφους απομονώνει άνθρακα (Shepherd et al., 2003). Η εφαρμογή compost, η εδαφοκάλυψη σε έναν οπωρώνα και μερικές ακόμα τεχνικές που ακολουθούνται στη βιολογική γεωργία αυξάνουν την οργανική ουσία του εδάφους (MAF, 2004; Marsh et al., 2007). Από την άλλη η καλλιέργεια οπωροκηπευτικών μπορεί να μειώσει τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους. Η πρόκληση στη βιολογική γεωργία είναι η παροχή κατάλληλων ποσοτήτων θρεπτικών συστατικών από οργανικές ουσίες και άλλα επιτρεπτά υλικά, έτσι ώστε τα θρεπτικά συστατικά να μην μειώνονται στο έδαφος



και να καλύπτονται οι ανάγκες των καλλιεργειών χωρίς απώλειες στο περιβάλλον (Canals et al., 2006).

3. Επιπτώσεις στα ύδατα: η έκπλυση του νιτρικού αζώτου είναι μια από τις σημαντικότερες επιπτώσεις της καλλιέργειας των οπωροκηπευτικών στο περιβάλλον. Για την προστασία της υγείας ο WHO (World Health Organization) όρισε τα 11,3 mg N / L ως το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα ύδατα.

4. Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα: η καλλιέργεια οπωροκηπευτικών εκπέμπει και απομονώνει CO₂. Η καλλιέργεια οπωροκηπευτικών παίζει θετικό ρόλο στον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα με την απομόνωση του άνθρακα στην ξυλώδη φυτική βιομάζα και στα εδάφη (Kerckhoffs & Reid, 2007). Οι αρνητικές επιπτώσεις αφορούν τις εκπομπές N₂O κατά την απονιτροποίηση, εκπομπές από τη χρήση ορυκτών καυσίμων (Mouron et al., 2006) και εκπομπές CO₂ από την οξείδωση της εδαφικής οργανικής ουσίας (Grogan & Matthews, 2002). Η καθαρή αριθμητική διαφορά ανάμεσα στην απομόνωση και την εκπομπή ισοδύναμων CO₂ , αποτελεί μέτρο συνεισφοράς του οπωρώνα στον κύκλο του άνθρακα (Kerckhoffs & Reid, 2007).

5. Επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα: η καλλιέργεια ενός οπωρώνα έχει επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα. Οι πρακτικές διαχείρισης, όπως η χρήση μηχανημάτων, επηρεάζουν δυσμενώς τη βιοποικιλότητα του εδάφους. Αποτελέσματα σε έναν οπωρώνα με ακτινίδια στη Νέα Ζηλανδία (Massey University in New Zealand, 2009) έδειξαν την παρουσία ζωνών που αποτελούν καταφύγια και παρουσιάζουν υψηλή βιοποικιλότητα στις περιοχές που ήταν λιγότερο προσβάσιμες στα μηχανήματα (Moller et al., 2007). Το compost που φτιάχνεται επιτόπου βρέθηκε ότι αυξάνει τον αριθμό των εντόμων και μικροοργανισμών σε οπωρώνες ακτινιδίων (ARGOS,2005). Η χρήση μυκητοκτόνων με βασικό συστατικό το χαλκό οδηγεί το χαλκό στα ανώτερα στρώματα του εδάφους, επιδρώντας δυσμενώς στην εδαφική βιοποικιλότητα (Sonmez, 2007). Η ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση είναι 60 mg χαλκού ανά kg εδάφους (Van-Zwieten et al., 2004).



1.1.3. Θερμοδυναμική και αειφορία

Η συσχέτιση της ενεργειακής ανάλυσης με τη γεωργική παραγωγή ξεκίνησε το 1970. Η χρήση της ενέργειας στη γεωργία αναπτύχθηκε ανταποκρινόμενη στην αύξηση του πληθυσμού, την περιορισμένη καλλιεργήσιμη έκταση και τη θέληση για βελτίωση της ποιότητας ζωής. Σε όλες τις κοινωνίες αυτοί οι παράγοντες ενθάρρυναν την αύξηση των ενεργειακών εισροών με σκοπό τη μεγιστοποίηση της παραγωγής και την ελαχιστοποίηση των επίπονων εργασιών (Esengun et al., 2007). Η αποτελεσματική χρήση της ενέργειας στη γεωργία αποτελεί προϋπόθεση για μια αειφορική γεωργία και συντελεί στην εξοικονόμηση χρημάτων, την προστασία των ορυκτών και τη μείωση της μόλυνσης της ατμόσφαιρας. Η ανάλυση της ενέργειας είναι μια προσέγγιση που βασίζεται στη θερμοδυναμική για την αξιολόγηση της αειφορίας των αγροτικών συστημάτων. Όλη η ενέργεια και η ύλη στο σύμπαν υποτάσσονται στους νόμους της θερμοδυναμικής, που είναι οι φυσικοί νόμοι που επεξηγούν τη μετατροπή της ενέργειας και της ύλης από μια μορφή σε κάποια άλλη και συνεπώς την επίδραση αυτών των μετατροπών στο περιβάλλον. Ολόκληρος ο φυσικός κόσμος γύρω μας είναι ενέργεια: τόσο οι νεκροί οργανισμοί όσο και οι ζωντανοί και όλη η ύλη γενικότερα (Norde, 1997). Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε αντικείμενο περιέχει ενσωματωμένη ενέργεια σύμφωνα με την εξίσωση του Einstein $E=mc^2$. Η επίγνωση της θερμοδυναμικής έχει εφαρμογές στην αειφορία, επειδή όλες οι διεργασίες στη γη συνεπάγονται μετατροπή ενέργειας. Για παράδειγμα, η ακτινοβολία του ήλιου μετατρέπεται σε θερμότητα στην επιφάνεια της γης, σε χημική ενέργεια στα φυτά με τη φωτοσύνθεση, σε λανθάνουσα θερμότητα εξαέρωσης καθώς το νερό εξατμίζεται (Peet, 1992). Κατά τον πρώτο νόμο της θερμοδυναμικής, εάν όλες οι μορφές ενέργειας εισέλθουν σε μια διεργασία και όλες οι μορφές ενέργειας εξέλθουν από αυτή, η εισροή και η εκροή θα είναι ίση. Με την ανάλυση της ενέργειας προσδιορίζεται η απαιτούμενη ενέργεια που επιτρέπει ένα σύστημα να παράγει συγκεκριμένα αγαθά ή υπηρεσίες (IFIAS, 1974 cited in Brown & Herendeen, 1996). Όλες οι εισροές εκφράζονται σε μια γενική μονάδα και αυτό επιτρέπει τη σύγκριση διαφορετικών ενεργειακών ροών και τον υπολογισμό του λόγου των εκροών προς τις εισροές. Στα αγροτικά οικοσυστήματα, εάν αυτός ο λόγος είναι μεγαλύτερος από 1, τότε αυτά θεωρούνται



ενεργειακά αποδοτικά (Schroll, 1994). Ο λόγος αυτός μπορεί να είναι μεγαλύτερος της μονάδας, επειδή η ηλιακή ενέργεια δεν περιλαμβάνεται στην ενεργειακή ανάλυση (Stout, 1990; Steinborn & Svirezhev, 2000). Το αποτέλεσμα της ενεργειακής ανάλυσης είναι: Ενεργειακή αποδοτικότητα (energy efficiency) = εκροή ενέργειας/ εισροή ενέργειας. Μια ενεργειακή ανάλυση μπορεί να υποδείξει τρόπους μείωσης των ενεργειακών εισροών με ταυτόχρονη αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας (Strapatsa et al., 2006). Η μείωση των ενεργειακών εισροών έχει οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά οφέλη. Στο Κεφ. 3 αυτού του πονήματος παρουσιάζεται μια σύγκριση των εισροών και εκροών ενέργειας σε δύο συμβατικές και δύο βιολογικές καλλιέργειες, παρουσιάζονται οι εργασίες που καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια και συγκρίνονται τα αποτελέσματα των δύο συστημάτων καλλιέργειας. Η σωστή διαχείριση μπορεί να συντελέσει στην εξοικονόμηση ενέργειας ειδικότερα των μη ανανεώσιμων πηγών. Όμως η ενεργειακή ανάλυση, όπως προτάθηκε από τον Pimentel (1973), είναι ανεπαρκής επειδή δεν ποσοτικοποιεί τη συσχετιζόμενη υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Για να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο, εκτιμάται η υπερπαραγωγή εντροπίας, η οποία βασίζεται στο δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής και χρησιμοποιείται ως δείκτης περιβαλλοντικής υποβάθμισης (Eulenstein et al., 2003) για την αξιολόγηση της αειφορίας, στο επίπεδο του αγροοικοσυστήματος (Steinborn & Svirezhev, 2000; Eulenstein et al., 2003). Σύμφωνα με το δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής, η καθορισμένη ενέργεια από πηγές χαμηλής εντροπίας (το μέτρο της ενέργειας που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί έργο), όπως είναι τα ορυκτά καύσιμα και τα μέταλλα, μετατρέπεται κατά τη χρήση των πηγών και τελικά διαχέεται στο περιβάλλον με τη μορφή υλικών υψηλής εντροπίας, όπως είναι τα αέρια του θερμοκηπίου, οι τοξικές ουσίες κ. α. (Peet, 1992; Dincer & Rosen, 1998). Δίνει έμφαση στο γεγονός ότι οι ρύποι δεν μπορούν να περιοριστούν, όταν χρησιμοποιούνται ενέργεια και ύλη ειδικά από μη ανανεώσιμες πηγές. Η μόλυνση και τα απόβλητα (υψηλής εντροπίας ουσίες) είναι αναπόφευκτα, σύμφωνα με το δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής (Georgescu- Roegen, 1976). Η αυξημένη χρήση των πηγών υποδεικνύει ότι οι πηγές είναι περιορισμένες, συσσωρεύονται ανεπιθύμητες ουσίες και, τέλος, ότι η παραγωγική ικανότητα του οικοσυστήματος



είναι περιορισμένη. Η ισορροπία ανάμεσα στη μείωση και την αύξηση της εντροπίας έχει συνέπειες στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Κατά τη φωτοσύνθεση, τα πράσινα φυτικά κύτταρα χρησιμοποιούν ενέργεια από τον ήλιο, για να μετατρέψουν τα μικρά διασκορπισμένα μόρια, όπως το CO₂ σε πιο ταξινομημένες ουσίες όπως είναι οι υδατάνθρακες. Η φωτοσύνθεση, η ανάπτυξη των φυτών, ο σχηματισμός χούμου και η ανάπτυξη της δομής του εδάφους είναι διεργασίες που μειώνουν την εντροπία, ενώ η αναπνοή, η γήρανση, η αποσύνθεση του χούμου και η υποβάθμιση της δομής του εδάφους αυξάνουν την εντροπία (Addiscott, 1995). Η εκτίμηση της υπερπαραγωγής της εντροπίας συγκρίνεται με το σημείο αναφοράς που είναι το μη διαταραγμένο οικοσύστημα και υπολογίζεται η περιβαλλοντική υποβάθμιση. Η ισορροπία της εντροπίας είναι η διαφορά ανάμεσα στην παραγόμενη και την εξαγόμενη εντροπία. Μια ισορροπία εντροπίας μεγαλύτερη του μηδενός σημαίνει ότι υπάρχει υπερπαραγωγή εντροπίας, η οποία ισοδυναμεί με αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Όμως και αυτή η προσέγγιση έχει εμπόδια, αφού δεν μπορεί να εκτιμήσει το είδος της υποβάθμισης (διάβρωση εδάφους, αλλαγή pH, αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα, αέρια του θερμοκηπίου, υποβάθμιση ποιότητας νερού) και τις περιοχές στις οποίες υφίσταται αυτή (Eulenstein et al., 2003) και απαιτεί μεγάλο αριθμό δεδομένων. Η αποτελεσματική χρήση της ενέργειας βασίζεται στον πρώτο νόμο της θερμοδυναμικής, ενώ οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη χρήση ενέργειας και ύλης βασίζονται στο δεύτερο νόμο.

Ένα σύστημα είναι συνήθως ένα σύνολο από συνδεδεμένα μέρη τα οποία αλληλεπιδρούν και αλληλεξαρτώνται με ανταλλαγή ενέργειας, ύλης και πληροφοριών (Costanza & Wainger, 1993). Τα όρια καθορίζουν ποιοι παράγοντες είναι εξωγενείς και ποιοι ενδογενείς στο σύστημα. Τα κλειστά συστήματα ανταλλάσσουν μόνο ενέργεια, όχι ύλη, με το περιβάλλον τους. Η γη είναι ένα κλειστό σύστημα (η εντροπία συνεχώς αυξάνει) , αφού η μόνη εισροή είναι η ηλιακή ενέργεια και η θερμότητα είναι η μόνη εκροή. Ένας οπωρώνας, αποτελεί ένα ανοιχτό σύστημα (η εντροπία μπορεί να αυξηθεί, να μειωθεί ή να παραμείνει σταθερή) , στο οποίο ενέργεια και ύλη ρέει συνεχώς από και προς το περιβάλλον (Addiscott, 1995). Ένα ανοιχτό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί αειφορικό, με το



κόστος όμως της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Επειδή τα ανοιχτά συστήματα είναι μέρος της βιόσφαιρας, δεν μπορούν να απομονωθούν από το κλειστό σύστημα της γης και συνεπώς, η όποια υποβάθμιση στο περιβάλλον, κάνει το σύστημα (π.χ. τον οπωρώνα) λιγότερο αειφορικό (ο οπωρώνας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μαζί με το περιβάλλον). Η μείωση της χρήσης της ενέργειας και της ύλης από τα ορυκτά καύσιμα μέσα σε ένα αγροτικό σύστημα έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον και την αειφορία (Edwards- Jones & Howells, 2001; Raman, 2006) . Μια γεωργία με χαμηλές εισροές καυσίμων είναι πιο αειφορική επειδή α) όσο περισσότερες είναι οι εισροές καυσίμων, τόσο μεγαλύτερη η εντροπία και συνεπώς η επίπτωση στο περιβάλλον (Ruth, 1993; Dincer, 2003) και β) η ενέργεια από μη ανανεώσιμες πηγές είναι περιορισμένη και θα εξαντληθεί κάποια στιγμή στο μέλλον. Η αποτελεσματική χρήση της ενέργειας και της ύλης, επιβάλλει οι ανθρώπινες δραστηριότητες να ανακυκλώσουν τα απόβλητα από το να τα διαχέουν στο περιβάλλον (Ruth, 1993). Το περιβάλλον έχει κάποια ικανότητα να ανακυκλώνει ένα μέρος των αποβλήτων (Kim, 2004). Έτσι το αειφορικό σύστημα είναι ένα κύκλωμα, στο οποίο οι περισσότερες εκροές μετατρέπονται σε εισροές και τα απόβλητα ως ένα βαθμό ανακυκλώνονται (Hanson, 1997; Kim, 2004). Για παράδειγμα η καύση των ορυκτών καυσίμων εκπέμπει CO₂ στην ατμόσφαιρα και πρέπει να γίνονται προσπάθειες για τη δέσμευση του εκλυόμενου CO₂ μακροχρόνια στη βιομάζα με τη φωτοσύνθεση, για να ανακυκλωθεί τουλάχιστον ένα μέρος από τις εκπομπές και να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις. Η περιβαλλοντική υποβάθμιση οφείλεται στα κάτωθι: α) η ενέργεια και η ύλη, κυρίως από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερο βαθμό από το βαθμό στον οποίο τα απόβλητα που προκύπτουν μπορούν να αφομοιωθούν από το περιβάλλον και β) η ανθεκτικότητα της αφομοίωσης των αποβλήτων από το περιβάλλον έχει μειωθεί εξαιτίας της μείωσης στη βιοποικιλότητα, υποβάθμισης των υδροβιότοπων, απερήμωσης, υψηλών εκπομπών CO₂, ευτροφισμού υδάτων και αποψίλωσης των δασών (Robert, 1997; Folke et al., 2004). Η αειφορία που βασίζεται στη θερμοδυναμική, καθορίζεται από τη ροή ενέργειας και ύλης και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον (Ruth, 1993).



1.1.4. Προσέγγιση αξιολόγησης της αειφορίας

Η ορθή αξιολόγηση της αειφορίας, με την οποία θα λαμβάνονται αποφάσεις, θα σχεδιαστεί κάποια πολιτική, θα εγείρεται η κοινωνική αφύπνιση και θα αυξηθεί η δημόσια συμμετοχή μπορεί να οδηγήσει σε πρόοδο (Rao & Rogers, 2006; United Nations, 1992). Πλήθος προσεγγίσεων έχουν σχεδιαστεί, για την αξιολόγηση της αειφορίας, η οποία αποτελεί φλέγον θέμα των παγκοσμίων συζητήσεων. Οι προσεγγίσεις βασίζονται σε: α) χρονικά χαρακτηριστικά: η αειφορία στην ουσία έχει χρονική διάσταση και είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ποια χρονική διάσταση καλύπτεται από κάθε προσέγγιση (αναδρομική, μελλοντική, και οι δύο) β) χωρικά χαρακτηριστικά: κατά πόσο η προσέγγιση είναι χρήσιμη στο επίπεδο ενός αγροτικού/ καλλιεργητικού συστήματος και γ) θερμοδυναμική ερμηνεία: σύμφωνα με όσα αναλύθηκαν παραπάνω.

1. Προσέγγιση με δείκτες

Οι δείκτες είναι το αρχικό όχημα, τα αποτελεσματικά εργαλεία για τη μέτρηση της αειφορίας (Rigby et al., 2001) και αντιπροσωπεύουν τις επιδόσεις, τις καταστάσεις και τις τάσεις του συστήματος που διερευνάται (Ness et al., 2007). Οι δείκτες πρέπει να είναι απλοί στη χρήση, να καλύπτουν ευρύ φάσμα, να είναι ποσοτικοί, ευαίσθητοι στις αλλαγές, να επιτρέπουν τον έγκαιρο εντοπισμό των τάσεων (Harger, 1996; Ness et al., 2007) και τέλος να συντελούν στην επίγνωση της σωστής διαχείρισης των πόρων (Pannell, 2003) με αποτέλεσμα την οδήγηση του συστήματος σε ένα πιο αειφορικό επίπεδο.

Μη ολοκληρωμένοι δείκτες: Μη ολοκληρωμένοι είναι οι ξεχωριστοί δείκτες που δεν είναι συγκεντρωμένοι σε μια κατάσταση (Ness et al., 2007). Το PSR (Pressure- State- Response) πλαίσιο που επινοήθηκε από τον OECD, είναι μια προσέγγιση με την οποία μπορούν να προσδιοριστούν οι δείκτες που σχετίζονται με τις αγροπεριβαλλοντικές επιπτώσεις (Rao & Rogers, 2006). Στο PSR πλαίσιο εξετάζονται τρεις τύποι δεικτών: δείκτες πίεσης (περιγράφουν τις πιέσεις που ασκούν οι ανθρώπινες επεμβάσεις στο περιβάλλον), δείκτες κατάστασης (αξιολογούν τις περιβαλλοντικές συνθήκες) και δείκτες ανταπόκρισης (που δείχνουν το βαθμό στον οποίο η κοινωνία ανταποκρίνεται στις περιβαλλοντικές αλλαγές και



ανησυχίες). Οι FAO και World Bank χρησιμοποιούν το PSR πλαίσιο για την ανάπτυξη περιβαλλοντικών και αειφορικής ανάπτυξης δεικτών (Pieri et al., 1995; FAO, 1997). Με τη συνεργασία διεθνών και εθνικών φορέων υπό την αιγίδα του FAO αναπτύχθηκε το «Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management» για την αξιολόγηση της αειφορικής διαχείρισης της γης, βασισμένη σε δείκτες (Smyth & Dumanski, 1993). Η διαχείριση της γης θεωρείται αειφορική εάν ικανοποιούνται όλα τα παρακάτω:

- Παραγωγικότητα (διατήρηση ή αύξηση παραγωγής)
- Ασφάλεια (μείωση των επιπέδων κινδύνου)
- Προστασία (ενίσχυση περιβαλλοντικής ποιότητας/ ποιότητας γης)
- Βιωσιμότητα (οικονομική)
- Αποδοχή (κοινωνική)

Ολοκληρωμένοι δείκτες : Ολοκληρωμένοι είναι οι ξεχωριστοί δείκτες που είναι συγκεντρωμένοι σε μια κατάσταση, ένα πλαίσιο έτσι ώστε να προκύψει μια συνολική εικόνα της αειφορίας (Ness et al., 2007). Οι Sands & Podmore (2000) ανέπτυξαν και εφάρμοσαν σε αγροκτήματα στο Κολοράντο το πλαίσιο περιβαλλοντικής αειφορίας (ESI-Environmental Sustainability Index) για την αξιολόγηση της αειφορίας γεωργικών συστημάτων. Το ESI βασίζεται σε 15 ξεχωριστούς δείκτες, οι οποίοι καλύπτουν παραμέτρους της σύστασης του εδάφους, των υπόγειων υδάτινων πόρων, των εξωγενών επιδράσεων κ.α., και οι οποίοι ενσωματώνονται σε ένα πλαίσιο ώστε να προκύψει μια συνολική εικόνα της αειφορίας (όταν $ESI=0$ έχουμε κατάσταση αειφορίας, ενώ όταν $ESI>0$ έχουμε μη αειφορία).



2. Προσέγγιση συσχετιζόμενη με το προϊόν

Η δεύτερη προσέγγιση στην αξιολόγηση της αειφορίας επικεντρώνεται στις ροές που σχετίζονται με την παραγωγή και κατανάλωση αγαθών και υπηρεσιών (Ness et al., 2007), επιτρέπει την αναδρομική και μελλοντική αξιολόγηση της αειφορίας και περιλαμβάνει:

Product-related life cycle assessment: Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη προσέγγιση στην αξιολόγηση της αειφορίας είναι η ανάλυση του κύκλου ζωής (LCA-Life Cycle Assessment). Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της χρήσης των πηγών και του περιβαλλοντικού αντίκτυπου που αυτές έχουν στην παραγωγική αλυσίδα κατά τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος (Franklin, 1995; Canals et al., 2006). Είναι μια προσέγγιση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της πραγματικής και δυναμικής επίδρασης που ασκεί ένα προϊόν στο περιβάλλον κατά την απόκτηση των πρώτων υλών, την παραγωγική διαδικασία, τη διανομή, τη χρήση, τη συντήρηση και την απόρριψη του τελικού προϊόντος. Το πλαίσιο στο οποίο βασίζεται είναι η διατήρηση της ολότητας του συστήματος. Σε αρκετές έρευνες η LCA έχει χρησιμοποιηθεί στον προσδιορισμό του περιβαλλοντικού αντίκτυπου που έχει ένα παραγωγικό σύστημα (Audsley, 1997). Οι εκπεμπόμενοι ρύποι που έχουν μακροχρόνιες επιπτώσεις, όπως είναι τα αέρια του θερμοκηπίου, μπορούν να εκτιμηθούν με την LCA (Payraudeau & Hago, 2005). Υπάρχουν 6 βήματα στην Life Cycle impact assessment: επιλογή και προσδιορισμός κατηγοριών των επιπτώσεων, ταξινόμηση, χαρακτηρισμός, ομαλοποίηση, ομαδοποίηση και σύγκριση. Σύμφωνα με μια έρευνα του Dessane (2003), κατά το πρώτο και δεύτερο βήμα προκύπτει ο Πίν. 1.1 που ακολουθεί. Μια πλήρης ανάλυση LCA θα μελετούσε διεξοδικά όλες τις παραμέτρους που παρουσιάζονται στον Πίν. 1.1, αν και κάποιες από αυτές είναι εφαρμόσιμες μόνο στη βιομηχανία (ozone depletion, smell, noise).

Στην παρούσα έρευνα μόνο ένα τμήμα της LCA χρησιμοποιείται, αυτό που μας επιτρέπει την εκτίμηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και των ισοδύναμων εκπομπών CO₂e που σχετίζονται με εισροές και εκροές στο επίπεδο του αγρού σε ελαιώνες και μηλεώνες.



Πίνακας 1.1: Παράμετροι για την εκτίμηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου κατά την LCA

Τύπος	Κατηγορία
Ecological health	Global Warming (sequestered CO ₂ -CO ₂ emitted)
	Acidification
	Eutrophication
	Ozone depletion
	Ecotoxicity
	Photochemical pollution
Agro-environmental effects	Biodiversity
	Erosion
	Salination
Resource depletion	Energy use - fuel consumption (energy inputs- energy outputs)
	Water consumption
	Land use
Human health	Human toxicity
	Smell
	Noise

Πηγή: Damien Dessane- 2003

Product-related energy flow analysis: η ενέργεια που σχετίζεται με το προϊόν περιλαμβάνει την άμεση (η ενεργειακή εισροή κατά την παραγωγή) και την ενσωματωμένη ενέργεια (που χρησιμοποιείται για την παραγωγή των εισροών οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του τελικού προϊόντος). Η ενέργεια ενός προϊόντος είναι αυτή που απαιτείται για το σχηματισμό του και εκφράζεται σε ισοδύναμα θερμότητας (MJ) (Herendeen, 2004).

Στην Ελλάδα μελέτες στα συμβατικά αγροτικά παραγωγικά συστήματα στα ανωτέρω είναι ελάχιστες, ενώ στα εναλλακτικά συστήματα παραγωγής αγροτικών προϊόντων πολύ σπάνιες. Η ανάγκη εκπόνησης τους είναι μεγάλη καθόσον, όπως αναφέρθηκε, πρέπει να ποσοτικοποιήσουμε και να στοχεύσουμε στις κύριες παραγωγικές διαδικασίες που θα μειώσουν τη χρήση ενέργειας και την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου στο περιβάλλον.



1.2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ

1.2.1. Τα αέρια του θερμοκηπίου

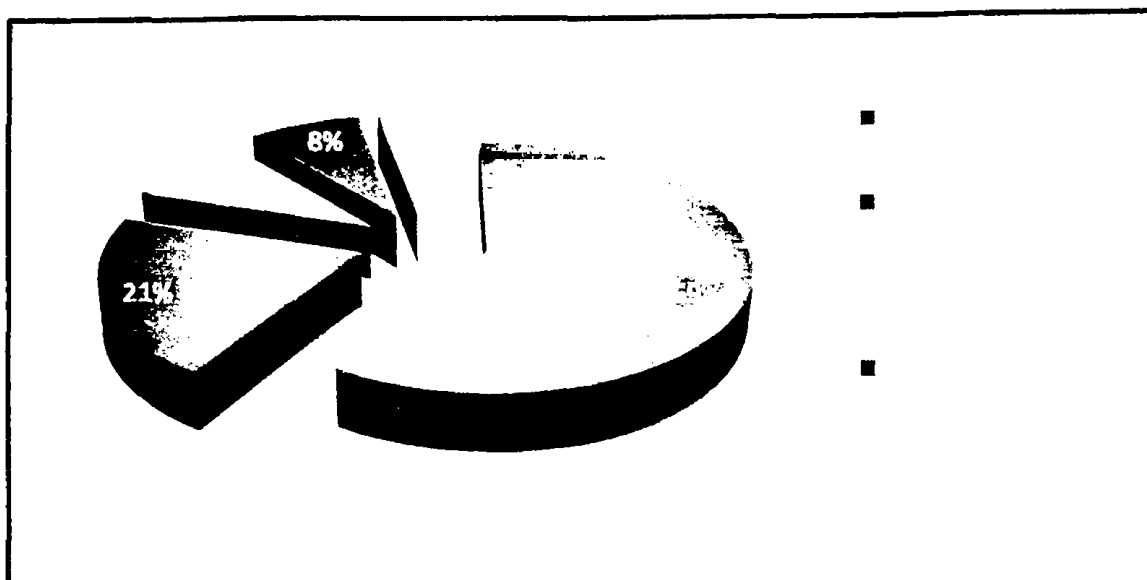
Η θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης αυξήθηκε $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ τον προηγούμενο αιώνα και εκτιμάται ότι θα αυξηθεί από $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως και $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ κατά τον 21^ο αιώνα (IPCC, 2007). Η απότομη αύξηση των θερμοκρασιών είναι γνωστή ως «το φαινόμενο του θερμοκηπίου». Κατά το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου η ακτινοβολία του ήλιου παγιδεύεται στη βιόσφαιρα και δεν επιστρέφει πίσω στο διάστημα. Αυτό επιτρέπει στην επιφάνεια της γης να διατηρείται ζεστή και κατοικήσιμη. Τα αυξημένα επίπεδα των αερίων του θερμοκηπίου ενισχύουν το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, παγιδεύοντας ολοένα και περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη. Το μεγαλύτερο μέρος της υπερθέρμανσης προέκυψε τα τελευταία 50 χρόνια. Η μεταβολή, έχει ήδη επηρεάσει σημαντικά, πολλά φυσικά και βιολογικά συστήματα (νερό, βιότοποι, υγεία), τα οποία γίνονται όλο και πιο ευπαθή. Οι κλιματικές συνθήκες είναι επίσης περισσότερο ευμετάβλητες. Η ένταση των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων έχει αυξηθεί σημαντικά στη βόρεια Ευρώπη, με αποτέλεσμα να έχουμε συχνότερες πλημμύρες, ενώ οι βροχοπτώσεις στη νότια Ευρώπη έχουν μειωθεί σημαντικά με αποτέλεσμα να έχουμε συχνότερες περιόδους ξηρασίας. Οι θερμοκρασίες έχουν γίνει πιο ακραίες. Οι οικονομικές απώλειες, εξαιτίας ακραίων καιρικών φαινομένων αυξήθηκαν σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες. Οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών θα γίνουν σταδιακά πιο σοβαρές σε ολόκληρο τον κόσμο. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές (ΔΕΚΑ), αποτελούμενη από τους κορυφαίους ειδικούς κλιματολόγους του κόσμου, υποστηρίζει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες και, ειδικά, στην καύση ορυκτών καυσίμων και την αποψίλωση των δασών, καθώς αμφότερες προκαλούν εκπομπές CO_2 και άλλων αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Στην Ευρώπη, η παραγωγή και χρήση ενέργειας και οι μεταφορές είναι οι μεγαλύτερες πηγές των εκπομπών αυτού του είδους. Η βιομηχανία και η γεωργία προκαλούν επίσης εκπομπές CO_2 (Σχ. 1.1). Οι κλιματικές αλλαγές παρουσιάζουν σήμερα μία διπλή πρόκληση για τον άνθρωπο: την περικοπή των εκπομπών που ευθύνονται για την υπερθέρμανση (γνωστή ως μετριασμός της υπερθέρμανσης του πλανήτη) και την



προσαρμογή σε μελλοντικές κλιματικές αλλαγές προκειμένου να μειωθούν οι αρνητικές τους επιπτώσεις. Πρόκειται για μεγάλες προκλήσεις και στον τομέα της γεωργίας και της κτηνοτροφίας.

Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο αποτελεί έναν «οδικό χάρτη», στον οποίο περιλαμβάνονται τα απαραίτητα βήματα για τη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος, τα κράτη που το έχουν συνυπογράψει δεσμεύονται να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου την πρώτη περίοδο ανάληψης υποχρεώσεων (2008-2012) κατά ένα συγκεκριμένο στόχο σε σχέση με τις εκπομπές του 1990 (ή του 1995 για ορισμένα αέρια). Αυτό επιχειρείται να γίνει με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο, ώστε να μην επιβαρυνθεί η παγκόσμια οικονομία. Σημειώνεται ότι τα 15 κράτη μέλη που αποτελούσαν την Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι τη διεύρυνσή της σε 27 σήμερα, έχουν δεσμευτεί να μειώσουν το σύνολο των οικείων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% ως προς τα επίπεδα των εκπομπών του 1990 έως τα τέλη της πρώτης περιόδου δέσμευσης του Πρωτοκόλλου μεταξύ 2008-2012. Τα αέρια που πραγματεύεται το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι έξι, σύμφωνα με τον IPCC: διοξείδιο του άνθρακα CO₂ (το σημαντικότερο αέριο), μεθάνιο CH₄, οξείδιο του αζώτου N₂O, υδροφθοράνθρακες HFC, πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες PFC, και εξαφθοριούχο θείο SF₆. Τέλος, κατά τη συνδιάσκεψη της Κοπεγχάγης αναφέρθηκε ότι στο σύνολο τους, οι ανεπτυγμένες χώρες πρέπει να δεσμευτούν σε μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% κάτω από τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2020, και σε ελάχιστες μειώσεις κατά 95% κάτω από τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2050. Αυτό θα οδηγούσε σε συνολικές εκπομπές που δεν ξεπερνούν τους 11,7 Gt CO₂e το 2020 και τον 1,0 Gt CO₂e το 2050. Το σύνολο των αναπτυσσόμενων χωρών πρέπει επίσης να περιορίσει το ρυθμό αύξησης των εκπομπών τους μέσα από κατάλληλες Δράσεις Μείωσης Εκπομπών (Η Πρόταση των ΜΚΟ για μία Συμφωνία στην Κοπεγχάγη).





Σχήμα 1.1: Ανάλυση των πηγών εκπομπής GHG στην ΕΕ– 2005

Πηγή: Εκπόνηση της Γενικής Διεύθυνσης Γεωργίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής βάσει δεδομένων του ΕΟΠ

1.2.2. Στροφή στα κλιματικά ουδέτερα προϊόντα

Η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος έχει οδηγήσει μερικώς τις επιχειρήσεις στην ανεύρεση τρόπων καλύτερης διαχείρισης των αερίων του θερμοκηπίου που εκλύουν είτε μέσω της λειτουργίας τους είτε μέσω των προϊόντων τους σε συνδυασμό πάντα με τη χρησιμοποιούμενη ενέργεια. Η δημιουργία προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον αποδεικνύει ότι οι επιχειρήσεις δρουν με γνώμονα την περιβαλλοντική και κοινωνική υπευθυνότητα. Όλο και περισσότεροι ερευνητές ασχολούνται σήμερα με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της παραγωγής τροφίμων, η οποία είναι ο τρίτος σημαντικότερος παράγοντας και στις αμερικανικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μετά τις μεταφορές και τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας (πχ παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος). Η μέτρηση και η διαχείριση των εκπομπών ρύπων από τις επιχειρήσεις αποτελεί για τις ίδιες τις εταιρίες ένα από τα κύρια και ύψιστης σημασίας θέματα που αντιμετωπίζουν αναφορικά με την εταιρική τους υπευθυνότητα και αποτελεί μέρος μιας Ολοκληρωμένης Εταιρικής Στρατηγικής για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου που μπορεί να αποφέρει ακόμη και σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους. Σε διεθνές επίπεδο, εμφανίζεται η τάση δημιουργίας ετήσιων απολογισμών για την αναφορά των εκπομπών που εκλύονται από τις επιχειρήσεις και τους τρόπους διαχείρισής τους.

Ένα πρώτο και καθοριστικό βήμα για τις επιχειρήσεις για να αναδείξουν την περιβαλλοντική τους υπευθυνότητα είναι η μέτρηση των εκπομπών ρύπων που εκλύονται κατά την παραγωγή ενός εκ των προϊόντων τους, με σκοπό να δημιουργήσουν ένα «πράσινο προϊόν». «Πράσινο προϊόν» θεωρείται εκείνο που κατά τη διαδικασία της παραγωγής του έχουν μετρηθεί όλες οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και στη συνέχεια έχουν αντισταθμιστεί, επενδύοντας σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μειώνουν τις παγκόσμιες εκπομπές ρύπων σε σημαντικό βαθμό. Αυτού του είδους τα προϊόντα έχουν ήδη ξεκινήσει την κυκλοφορία τους στη διεθνή αγορά, κατακτώντας σημαντικό της μερίδιο. Στην Ελλάδα σε αυτή την πρωτοποριακή ιδέα προχώρησε η εταιρία ΓΑΙΑ, δημιουργώντας το πρώτο κλιματικά ουδέτερο προϊόν, σε εθνικό επίπεδο. Πρόκειται για το ελαιόλαδο της, το οποίο αποτελεί και το πρώτο κλιματικά ουδέτερο (Carbon Neutral) ελαιόλαδο στον κόσμο (Σχ. 1.2). Η εταιρία κατέγραψε τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μέρος της παραγωγικής της διαδικασίας (από την καλλιέργεια μέχρι και τη διανομή) και σύμφωνα με τις υποδείξεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο, πληρώνει ως αντισταθμισμα ένα σημαντικό ποσό, το οποίο διοχετεύεται, μέσω του διεθνούς Ελβετικού οργανισμού «myclimate» και την εποπτεία του Ο.Η.Ε., σε περιβαλλοντικά προγράμματα. Οι υπολογισμοί των εκπομπών άνθρακα που παράγονται, έγιναν σε όλο τον κύκλο ζωής του ελαιολάδου, ο οποίος περιλαμβάνει: την καλλιέργεια και μεταφορά της ελιάς, την παραγωγή και εμφιάλωση του ελαιολάδου καθώς και την τελική διανομή στο δίκτυο εμπόρων της ΓΑΕΑ στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Οι εκπομπές από αυτές τις ξεχωριστές φάσεις του κύκλου ζωής αθροίστηκαν, ώστε να υπολογιστούν οι συνολικές εκπομπές άνθρακα ανά κιλό ελαιολάδου και το αποτέλεσμα ήταν 4,07 κιλά CO₂ ανά κιλό ελαιολάδου. Τέτοιες πρωτοβουλίες και η εφαρμογή πρωτοποριακών ιδεών, με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αποτελούν κινητήριο δύναμη για την ωρίμανση του ελληνικού επιχειρηματικού χώρου σε περιβαλλοντικά θέματα. Για να χαρακτηρισθούν κάποια προϊόντα ή εταιρίες «κλιματικά ουδέτερα», σε πρώτο στάδιο ακολουθείται μια διεθνώς αναγνωρισμένη μέθοδος υπολογισμού των εκπομπών ρύπων που εκλύονται κατά την παραγωγή ενός προϊόντος ή κατά τη λειτουργία μιας εταιρίας, αποδίδοντας το οικολογικό τους αποτύπωμα. Στις



μετρήσεις του ανθρακικού αποτυπώματος συμπεριλαμβάνεται κάθε λειτουργία που εκπέμπει ρύπους στην ατμόσφαιρα. Στην περίπτωση ενός προϊόντος υπολογίζονται οι ρύποι που εκπέμπονται καθ' όλο τον κύκλο ζωής του, από την παραγωγική του διαδικασία έως τη συσκευασία του και τον τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων του. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται βάσει εξειδικευμένων εργαλείων που έχουν δημιουργηθεί με γνώμονα το Πρωτόκολλο Greenhouse Gas, που αποτελεί μέρος του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας των μετρήσεων ακολουθείται το δεύτερο στάδιο της διασφάλισής τους (Verification) και στη συνέχεια της αντιστάθμισής τους. Η αντιστάθμιση εκπομπών ή αντιστάθμιση άνθρακα γίνεται από κάποιο αναγνωρισμένο οργανισμό, μέσω της χρηματοδότησης-επένδυσης σε έργα προστασίας του κλίματος ενός χρηματικού πσού το οποίο αντιστοιχεί στην ποσότητα των εκπεμπόμενων ρύπων που παράγονται από αυτό το πρόσωπο, εταιρεία ή οργανισμό. Τα έργα αυτά είναι συνήθως έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (όπως αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκά κ.ά.) και/ή έργα εφαρμογής ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών, τα οποία αντικαθιστούν ή μειώνουν τη ρυπογόνο ενέργεια που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (όπως πετρέλαιο, λιγνίτης, λιθάνθρακας κ.ά.). Προκειμένου αυτά τα έργα αντιστάθμισης να χαρακτηρίζονται από αξιοπιστία, οφείλουν να πληρούν τις αυστηρές προδιαγραφές του Gold Standard, ή να ακολουθούν τις αρχές του Clean Development Mechanism του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Η συνολική πιστοποίηση, που περιλαμβάνει τη διασφάλιση των εκπομπών ρύπων και την αντιστάθμισή τους, εκδίδεται από διεθνώς αναγνωρισμένους μη-κερδοσκοπικούς οργανισμούς, οι οποίοι παρέχουν υπηρεσίες αντιστάθμισης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, επενδύοντας σε έργα εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), με σκοπό την επισφράγιση της ορθής ακολουθίας των παραπάνω διαδικασιών. Ένας από αυτούς τους φορείς είναι ο Ελβετικός οργανισμός myclimate που έχει υλοποιήσει κάποιες πιστοποιήσεις στη χώρα μας.



Η αντιστάθμιση του άνθρακα είναι ένα χρηματοδοτικό μέσο με στόχο τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η αντιστάθμιση άνθρακα μετριέται σε μετρικούς τόνους ισοδύναμων διοξειδίου του άνθρακα. Υπάρχουν δύο αγορές για τα αντισταθμιστικά οφέλη του άνθρακα. Η μία (και μεγαλύτερη) αποτελείται από τις εταιρίες, τις κυβερνήσεις ή άλλους φορείς, οι οποίοι αγοράζουν τα αντισταθμιστικά οφέλη του άνθρακα, προκειμένου να συμμορφωθούν με τα ανώτατα όρια για το συνολικό ποσό του διοξειδίου του άνθρακα που επιτρέπεται να εκπέμπουν. Το 2006, περίπου 5,5 δισεκατομμύρια δολάρια από τα αντισταθμιστικά οφέλη άνθρακα αγοράστηκαν, που αντιπροσωπεύουν μείωση περίπου 1,6 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους εκπομπών CO₂e. Η άλλη (μικρότερη) αγορά αποτελείται από εθελοντικές αγορές, όπως από ιδιώτες (π.χ. ένα άτομο μπορεί να αγοράσει τα αντισταθμιστικά οφέλη του άνθρακα για την αντιστάθμιση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται στις μετακινήσεις του, τη χρήση ηλεκτρισμού, κ.λπ). Το 2008, περίπου 705 εκατομμύρια δολάρια από τα αντισταθμιστικά οφέλη άνθρακα αγοράστηκαν από εθελοντικές αγορές, που αντιπροσωπεύουν περίπου 123,4 εκατομμύρια μετρικούς τόνους μείωσης των εκπομπών CO₂.

Η εταιρία EOSTA είναι ο πρώτος διανομέας τροφίμων στην Ευρώπη που προσφέρει κλιματικά ουδέτερα προϊόντα (μήλα, αχλάδια, πορτοκάλια, ντομάτες κ. α.) με την πιστοποίηση της TUV NORD. Ηγείται της διεθνούς διανομής και της αλυσίδας εφοδιασμού των βιολογικών φρούτων και λαχανικών. Βασίζεται στην αξιολόγηση των εκπομπών άνθρακα του κύκλου ζωής του προϊόντος. Όλα τα αέρια του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παραγωγή, μεταφορά, επεξεργασία και διανομή αντισταθμίζονται με πίστωση από την Soil and More εφαρμόζοντας πρακτικές βιολογικής γεωργίας. Με τη δημιουργία κομπόστας από τα φυτικά απόβλητα (αντί να σαπίσουν ή καούν), συνεισφέρει στην αποφυγή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Με τη φυσική κομπόστα αντί για συνθετικά λιπάσματα (και το υψηλό ενεργειακό κόστος δέσμευσης του ατμοσφαιρικού N σε λίπασμα, αποφεύγεται η εκπομπή οξειδίων του αζώτου και επιτυγχάνεται η απομόνωση άνθρακα και αζώτου στο έδαφος ως αποτέλεσμα της αύξησης της εδαφικής περιεκτικότητας σε χούμο. Η Soil and More παρέχει στους βιοκαλλιεργητές όλου



του κόσμου ένα εργαλείο για την ανάπτυξη γνήσιας κλιματικά φιλικής γεωργίας. Οι πρακτικές της αντιπροσωπεύουν σημαντική μείωση των αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται στη γεωργία. Επιπλέον, με τη χρήση φιλικής προς το περιβάλλον συσκευασίας, συνεισφέρει επιπλέον στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Οι εκπομπές που απομένουν, εξαιτίας της αποθήκευσης, συσκευασίας, διανομής κ. λπ. αποζημιώνονται με πιστώσεις άνθρακα.



Σχήμα 1.2: Gaea- το πρώτο κλιματικά ουδέτερο ελαιόλαδο παγκοσμίως βραβεύτηκε στο Ecofestival 09 από τον Οργανισμό Πιστοποίησης Βιολογικών Προϊόντων, ΔΗΩ.

1.2.3. Ο ρόλος της γεωργίας

Σύμφωνα με κάποιο δημοσιευμένο άρθρο του Βαρώτσου Αντρέα στο διαδίκτυο, από τη δεκαετία του '40 και μετά την εισαγωγή των υβριδίων και πρόσφατα γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, η σε ορυκτά καύσιμα βασισμένη βιομηχανική πράσινη επανάσταση, έχει αυξήσει πολύ την απόδοση μόνο συγκεκριμένων καλλιεργειών, όπως του σιταριού, του καλαμποκιού, της σόγιας και του ρυζιού. Αυτό όμως επιτεύχθηκε μέσω των υψηλών εξωτερικών εισροών και της μονοκαλλιέργειας. Συνολικά, ο τριπλασιασμός αυτός της παραγωγής σιταριού κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 50 ετών συνοδεύθηκε από μια 20πλάσια αύξηση χρήσης λιπασμάτων αζώτου. Η συνέπεια είναι ότι η εντατική χρήση των χημικών εισροών για τη θρέψη των φυτών, την προστασία από τους εχθρούς, τις ασθένειες και τον έλεγχο ζιζανίων, έχει υποβαθμίσει τους περιορισμένους εδαφικούς και υδάτινους πόρους του πλανήτη και έχει αυξήσει την τοξικότητα στο περιβάλλον, ενώ δεν έχει εξαλείψει την πείνα στον κόσμο. Τα παροδικά οφέλη της αυξημένης βραχυπρόθεσμα παραγωγής, έχουν επιτευχθεί με πάρα πολύ μεγάλο οικολογικό τίμημα, καθώς ο άνθρακας που εκλύεται από το έδαφος λόγω της κακής μεταχείρισης του (υπερβολική και άσκοπη καλλιέργεια) και της μονοκαλλιέργειας, εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα σαν διοξείδιο του άνθρακα και επιτείνει την κλιματική αλλαγή. Τα βασισμένα σε πετρέλαιο χημικά συνθετικά λιπάσματα και τα χημικά φυτοφάρμακα, μολύνουν το νερό, υποβαθμίζουν το περιβάλλον, τα τρόφιμα, και συχνά βλάπτουν τους ανθρώπους. Παγκοσμίως, η παραγωγικότητα σε 1.9 δισεκατομμύρια εκτάρια έχει υποβαθμισθεί σημαντικά. Τα εδάφη είναι λιγότερο εύφορα, η διάβρωση έχει αυξηθεί πολύ, και οι παρεμβάσεις στις αγρο-οικολογικές λειτουργίες έχουν οδηγήσει σε μειωμένες αποδόσεις, στην εγκατάλειψη εδαφών, και την αποψίλωση δασών. Επιπλέον, οι βασισμένες σε χημικά συμβατικές μέθοδοι καλλιέργειας, έχουν οδηγήσει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία. Τα φυτοφάρμακα έχουν βλάψει τη ζωή στη φύση και βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα δημιουργούν προβλήματα υγείας όπως οι καρκίνοι και τα γενετικά προβλήματα στον άνθρωπο. Στις ΗΠΑ, περισσότερο από το μισό του πόσιμου νερού περιέχει ανιχνεύσιμα ποσά νιτρικών και το επτά τοις εκατό έχουν ανιχνεύσιμα ποσά φυτοφαρμάκων. Οπουδήποτε χρησιμοποιούνται τα



διαλυτά συνθετικά λιπάσματα, μπορεί να υπάρξει ρύπανση των υδάτων. Τα λιπάσματα δεν μένουν στο έδαφος και δεν πηγαίνουν μόνο στις καλλιέργειες. Μεταφέρονται με το νερό στα επιφανειακά και στα υπόγεια νερά. Τα νιτρικά από τα λιπάσματα είναι ένας από τους πιο κοινούς ρυπογόνους παράγοντες στο πόσιμο νερό. Οι συμβατικές πρακτικές που χρησιμοποιούν τις βασισμένες σε πετρέλαιο και σε συνθετικά χημικά εισροές έχουν οδηγήσει σε συνεχή απώλεια των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, σε μείωση της οργανικής ουσίας και σε μείωση της περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία των τροφίμων. Η βιομηχανική γεωργία στηρίζεται στις ακριβές τεχνητές εισροές, πωλεί τα προϊόντα σε ολόένα και μεγαλύτερες αποστάσεις, που απαιτούν ένα δαπανηρό και με μεγάλη κατανάλωση καυσίμων δίκτυο διανομής (food miles). Σύμφωνα με μια μελέτη του ιδρύματος Rodale η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για τη βιολογική παραγωγή καλαμποκιού είναι τουλάχιστον κατά 30% χαμηλότερη από αυτή που καταναλώνεται για την παραγωγή του με τη συμβατική μέθοδο. Τα χαρακτηριστικά αυτά των καλλιεργητικών τεχνικών είναι και οι αιτίες που προκαλούν τη ρύπανση του περιβάλλοντος, τη διάβρωση των εδαφών και τη μείωση της βιοποικιλότητας. Για παράδειγμα, η μονοκαλλιέργεια επιφέρει δραστική μείωση της βιοποικιλότητας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εξάλειψη φυτών που είτε είναι φυτά παγίδες, είτε είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου ωφέλιμων εντόμων. Το γεγονός αυτό προκαλεί την απώλεια ομοιοστασίας και καθιστά αναγκαία τη χρήση φυτοφαρμάκων για την προστασία της καλλιέργειας. Τα φυτοφάρμακα μειώνουν ακόμα περισσότερο τη βιοποικιλότητα αφού εξοντώνουν πολύτιμους κρίκους στην τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος, γεγονός που καθιστά πιο επιτακτική την ανάγκη χρήσης τους, που επιφέρει με τη σειρά της ρύπανση του αέρα, εδάφους καθώς και επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, που με τη σειρά της μειώνει ακόμα περισσότερο τη βιοποικιλότητα, δημιουργώντας έτσι ένα φαύλο κύκλο αλληλεξάρτησης και αναγκαιότητας. Στα προηγούμενα 50 έτη, περισσότεροι από 500 εχθροί, 230 ασθένειες καλλιεργειών, και 220 ζιζάνια έχουν γίνει ανθεκτικά στα φυτοφάρμακα και τα ζιζανιοκτόνα. Σε όλο τον κόσμο, ένα έως πέντε εκατομμύρια αγρότες υπολογίζονται ότι δηλητηριάζονται από τα φυτοφάρμακα κάθε χρόνο, και τουλάχιστον 20.000 ετησίως πεθαίνουν από την έκθεση τους σε



αυτά, πολλοί από αυτούς στις αναπτυσσόμενες χώρες. Παρόμοια αποτελέσματα έχει και η χρήση ανόργανων λιπασμάτων. Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι αυτό που πρέπει να αλλάξει στη διαχείριση των αγροτικών οικοσυστημάτων, ώστε αυτή να ανταποκρίνεται στη βιώσιμη ανάπτυξη, είναι η βασική φιλοσοφία των καλλιεργητικών τεχνικών της συμβατικής γεωργίας. Η συμβατική γεωργία χρησιμοποιεί καλλιεργητικές μεθόδους που έχουν τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά: έντονη κατεργασία εδάφους, εκτεταμένες μονοκαλλιέργειες, προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων, χημική καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών και γενετική ομοιομορφία των καλλιεργούμενων ειδών.

Οι εκπομπές από τον τομέα της γεωργίας στην Ευρώπη των 27 συνιστούν το 9% περίπου όλων των εκπομπών GHG στην ΕΕ. Ωστόσο, μέσα στην ΕΕ, μειώνεται η επιρροή της γεωργίας στις εκπομπές. Οι συνεχιζόμενες προσπάθειες από τον τομέα της γεωργίας θα πρέπει να οδηγήσουν σε επιπλέον μειώσεις. Οι συνολικές αγροτικές εκπομπές στην ΕΕ σημείωσαν πτώση της τάξης του 20% στο διάστημα μεταξύ 1990 και 2005, κυρίως εξαιτίας των μεταβολών στις γεωργικές μεθόδους, όπως για παράδειγμα η μειωμένη χρήση λιπασμάτων αζώτου και στη μείωση του ζωικού κεφαλαίου. Αυτό μπορεί να συγκριθεί με την αύξηση των αγροτικών εκπομπών κατά 17% σχεδόν σε παγκόσμιο επίπεδο τα τελευταία 15 έτη. Η μείωση των αγροτικών εκπομπών είναι σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τη συνολική μείωση των εκπομπών σε όλους τους τομείς της ΕΕ που είναι 8% περίπου. Η Ευρωπαϊκή γεωργία έχει επομένως συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη της δέσμευσης του Κιότο. Οι γεωργικές δραστηριότητες αποτελούν πηγή εκπομπής και απορρόφησης των αερίων του θερμοκηπίου. Η σωστή διαχείριση των εδαφών, η οποία θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω, μπορεί να μειώσει σημαντικά τα εκπεμπόμενα από τον αγροτικό τομέα αέρια. Η ομοφωνία των επιστημόνων σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη, σε συνδυασμό με το φόβο της απότομης αλλαγής και επιδείνωσης του κλίματος, οδηγεί επιτακτικά στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών όπως είναι η μείωση της ζήτησης για τα αγαθά και τις υπηρεσίες που επιβαρύνουν το περιβάλλον, η αύξηση της χρήσης και της ανάπτυξης των τεχνολογιών χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα και η μείωση των εκπομπών από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η γεωργία μπορεί να είναι μέρος της προσπάθειας



να αντιμετωπιστεί η αλλαγή του κλίματος με τρεις βασικούς τρόπους: μειώνοντας τις δικές της εκπομπές αερίων, βελτιώνοντας τη λειτουργία αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα στα γεωργικά εδάφη και συμβάλλοντας στην παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και βιοδιασπώμενων προϊόντων.

Το διοξείδιο του άνθρακα απορροφάται από τα δέντρα, τα φυτά και τις καλλιέργειες με τη φωτοσύνθεση και αποθηκεύεται ως άνθρακας στη βιομάζα, σε κορμούς δέντρων, κλαδιά, φύλλα, ρίζες και εδάφη (EPA, 2008). Η ικανότητα των αγροτικών εδαφών να αποθηκεύουν ή να απομονώνουν τον άνθρακα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες συμπεριλαμβανομένου του κλίματος, της σύστασης του εδάφους, του είδους της καλλιέργειας και των πρακτικών διαχείρισης. Η ποσότητα του άνθρακα που αποθηκεύεται στην οργανική ουσία του εδάφους επηρεάζεται από τον προστιθέμενο άνθρακα από τα φυτικά υπολείμματα και τις απώλειες άνθρακα με την αναπνοή, την αποσύνθεση και την ανθρώπινη επέμβαση στα εδάφη. Με την υιοθέτηση πρακτικών που περιορίζουν την αναμόχλευση του εδάφους και ενισχύουν τη δέσμευση του άνθρακα στο έδαφος, οι αγρότες μπορούν να περιορίσουν ή να ανατρέψουν την απώλεια άνθρακα από τα κτήματά τους. Η γεωργία παίζει ουσιαστικό ρόλο στην εκπομπή και σταθεροποίηση του CO₂ της ατμόσφαιρας. Περίπου 1,5-3,0 Gt year⁻¹ CO₂ μπορεί να ακινητοποιηθεί στα γεωργικά εδάφη παγκοσμίως, με την εφαρμογή των κατάλληλων γεωργικών πρακτικών. Αυτό ισοδυναμεί με 47% έως 94% του ετησίως εκλυόμενου CO₂ που υπολογίζεται περίπου 3,2 Gt. Μπορούν να αφαιρεθούν σημαντικές ποσότητες CO₂ από την ατμόσφαιρα και να αποθηκευτούν στο έδαφος μέσα από μια σειρά γεωργικών πρακτικών, όπως η βιολογική γεωργία και η μειωμένη κατεργασία που αποφεύγουν ή μειώνουν τη διατάραξη του εδάφους, οι πρωτεϊνούχες καλλιέργειες, η φύτευση φρακτών από δενδρύλλια, η συντήρηση μόνιμων βοσκότοπων και η μετατροπή καλλιεργήσιμων εκτάσεων σε βοσκοτόπια. Οι γεωργικές πρακτικές που διατηρούν την υγρασία, βελτιώνουν την αποδοτικότητα της καλλιέργειας, μειώνουν τη διάβρωση και το κόστος των καυσίμων, αυξάνουν επίσης τον εδαφικό άνθρακα. Μπορούν επίσης να συσσωρευτούν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα μέσω της αναδάσωσης, καθώς τα ξυλώδη φυτά απορροφούν περισσότερο διοξείδιο σε σχέση με τις περισσότερες αγροτικές καλλιέργειες. Η σωστή χρήση της γης, και



γενικότερα οι γεωργικές πρακτικές μπορούν να μειώσουν έως και 20% την παγκόσμια ετήσια εκπομπή CO₂ (IPCC, 2001). Η υιοθέτηση των συνιστώμενων πρακτικών διαχείρισης στη γεωργία περιλαμβάνει εξωτερικές εισροές που βασίζονται στον άνθρακα (Pimentel, 1992; Marland et al., 2003). Η παραγωγή, ο σχεδιασμός, η αποθήκευση και η διανομή αυτών των εισροών οδηγεί στην καύση ορυκτών καυσίμων, και χρήση ενέργειας από εναλλακτικές πηγές που εκπέμπουν CO₂ και άλλα GHG. Αρκετές έρευνες οι οποίες συλλέγουν πληροφορίες για τη χρήση της ενέργειας από τη γεωργία και αναλύουν τη μετατροπή της σε ισοδύναμα άνθρακα (carbon equivalent) περιγράφονται από τον Lal (2004). Η κατανόηση των εκπομπών εκφρασμένων σε ισοδύναμα άνθρακα για διαφορετικές κατεργασίες του εδάφους είναι απαραίτητη, για την εύρεση εναλλακτικών, αποτελεσματικότερων ως προς τη χρήση άνθρακα, όπως είναι τα βιοκαύσιμα, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η μειωμένη κατεργασία του εδάφους και αρκετές μέθοδοι βιολογικής γεωργίας όπως είναι η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και η βιολογική καταπολέμηση των εχθρών. Παρακάτω παρουσιάζονται οι σημαντικότερες καλλιεργητικές τεχνικές που επηρεάζουν τις εκπομπές CO₂.

Α) Μειωμένη κατεργασία (συντήρησης ή ακαλλιέργεια) και φυτά κάλυψης: Ο περιορισμός της κατεργασίας του εδάφους αφορά στρατηγικές και τεχνικές για την εγκατάσταση των καλλιεργειών σε περιοχές όπου υπήρχαν προηγουμένως άλλες καλλιέργειες και υπάρχουν υπολείμματα στην επιφάνεια του αγρού σκοπίμως. Η μειωμένη κατεργασία μειώνει την αναμόχλευση του εδάφους και μετριάζει την έκλυση διοξειδίου του άνθρακα από το έδαφος στην ατμόσφαιρα. Η ακαλλιέργεια επίσης ενισχύει τη δυνατότητα απομόνωσης του άνθρακα στο έδαφος, περιορίζει τις ανάγκες σε νερό και μειώνει τη διάβρωση του εδάφους. Ένα μέρος του υπέργειου δεσμευμένου άνθρακα (στελέχη, κλαδιά, φύλλωμα) μετατρέπεται σε υπόγειο (ρίζες, υπολείμματα) ή εδαφικό, ενώ μεγάλο μέρος του υπόγειου σε εδαφικό άνθρακα. Η κατεργασία του εδάφους και όλες οι δραστηριότητες που περιλαμβάνουν μηχανική ανατάραξη του εδάφους για προετοιμασία σποροκλίνης επηρεάζουν τις εκπομπές άμεσα (χρήση καυσίμων, που εξαρτάται από παράγοντες όπως είναι η σύσταση του εδάφους, το μέγεθος των



μηχανημάτων) και έμμεσα (κατασκευή και φθορά μηχανημάτων, εξόρυξη, επεξεργασία και μεταφορά ορυκτών καυσίμων). Οι απαιτήσεις σε καύσιμα αυξάνονται με αύξηση του βάθους του οργώματος και την αύξηση της ταχύτητας του τρακτέρ (Collins et al., 1976). Η άμεση κατανάλωση καυσίμων είναι περισσότερη στα βαριά εδάφη (Collins et al., 1976). Οι πρακτικές που βελτιώνουν τη δομή του εδάφους αυξάνοντας τη συγκράτηση του νερού και μειώνοντας τους κινδύνους απώλειας του εδάφους από τη διάβρωση περιλαμβάνουν: ελαφρά άροση, χρήση καλλιεργητή και ακαλλιέργεια εδάφους

Β) Άρδευση και διαχείριση υδάτων: Η ορθολογική και βιώσιμη διαχείριση των υδάτων με τη χρήση βελτιωμένων συστημάτων όπως η τεχνική της στάγδην άρδευσης σε συνδυασμό με τον περιορισμό των ωρών άρδευσης και την υδρολίπανση μπορούν να μειώσουν σημαντικά την απαιτούμενη ποσότητα σε νερό και άζωτο. Αυτό συνεπάγεται μείωση των εκπομπών υποξειδίου του αζώτου (N_2O) και εξοικονόμηση νερού. Η άρδευση είναι σημαντική για την επίτευξη υψηλής παραγωγής ιδιαίτερα σε έρημες και ημιέρημες περιοχές, ώστε 17% των καλλιεργειών που είναι αρδευόμενες παράγουν το 40% της συνολικής παραγωγής (Postel et al., 1999). Η ενέργεια που απαιτείται για την άντληση νερού εξαρτάται από τη ροή του νερού, την αποτελεσματικότητα του συστήματος άντλησης, τη συνολική δυναμική (διοχέτευση, πίεση, τριβή), το βάθος και την ανύψωση (Whiffen, 1991).

Γ) Λίπανση, ψεκασμοί και άλλες γεωργικές δραστηριότητες: Τα χημικά λιπάσματα εισήχθησαν το 19^ο αιώνα και η χρήση τους αποτελεί μια σημαντική εισροή σε όλα τα καλλιεργητικά συστήματα. Ειδικά η χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων είναι η κύρια πηγή εκπομπών CO_2 και N_2O . Η μείωση των χρησιμοποιούμενων ποσοτήτων λιπάσματος μπορεί να εξισορροπηθεί με την εφαρμογή αμειψισποράς, την καλλιέργεια ψυχανθών ως πηγή αζώτου και άλλων θρεπτικών καθώς και με τη χρήση οργανικού λιπάσματος, όπου αυτό είναι διαθέσιμο. Άλλες πρακτικές που είναι δυνατόν να μειώσουν τη χρήση λιπασμάτων περιλαμβάνουν την εφαρμογή εδαφολογικών αναλύσεων, για να προσδιοριστούν



οι ακριβείς ανάγκες σε λίπανση των διαφόρων καλλιεργειών, καθώς και η εφαρμογή του λιπάσματος επί της γραμμής της καλλιέργειας, ώστε να έχει τη μέγιστη αποτελεσματικότητα επί της καλλιέργειας και να μη συμβάλει στην ανάπτυξη των ζιζανίων. Πρόσφατα με τη βοήθεια της Γεωργίας Ακριβείας γίνεται εφικτή και η διαφορετική κατά θέσεις του αγροτεμαχίου εφαρμογή λιπαντικών στοιχείων ανάλογα με τη γονιμότητα του εδάφους ή την παραγωγικότητα κάθε τμήματος του αγροτεμαχίου. Τέλος, οργανικές ουσίες, που προέρχονται από αστικές και βιομηχανικές πηγές, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικές μορφές λιπασμάτων. Η χρήση των φυτοφαρμάκων αυξάνει με γοργούς ρυθμούς. Η ακατάλληλη χρήση τους μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό περιβαλλοντικό κίνδυνο και κύρια πηγή μόλυνσης. Η ολοκληρωμένη διαχείριση των ζιζανίων μπορεί να μειώσει τις εκπομπές άνθρακα. Τα φυτοφάρμακα συχνά χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις υποδείξεις χρήσης τους από τις εταιρίες παραγωγής τους, με αποτέλεσμα πολλές φορές να γίνονται μη αναγκαίες εφαρμογές. Οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες των εντομοκτόνων είναι δυνατόν να μειωθούν αν εφαρμοστεί μία σειρά από εναλλακτικές τεχνικές όπως:

- ακριβής στόχευση
- χρήση καλλιεργούμενων ποικιλιών ανθεκτικών στα έντομα
- επέμβαση με τεχνικές καλλιέργειας
- έγκαιρη σπορά της καλλιέργειας
- προβλέψεις επιδημιών
- βιολογικός και μηχανικός έλεγχος των προσβολών
- χρήση βιολογικών παρασιτοκτόνων που βασίζονται στα παθογόνα των εντόμων
- χρήση νηματωδών που προσβάλουν τα έντομα
- χρήση φερομονών και απωθητικών ουσιών
- απελευθέρωση παρασίτων και θηρευτών εντόμων
- απελευθέρωση στειρών αρσενικών όπου ενδείκνυται
- ενθάρρυνση των φυσικών θηρευτών με διατήρηση της βιοποικιλότητας και χρήση φυτών – παγίδων
- χρήση περισσότερων καλλιεργειών με την αμειψισπορά



- καινοτόμες καλλιεργητικές πρακτικές, όπως συγκαλλιέργεια και διπλή καλλιέργεια, που αυξάνουν τη βιοποικιλότητα και ενισχύουν τους φυσικούς ελέγχους.

Η χρήση των μυκητοκτόνων μπορεί να μειωθεί με:

- προβλέψεις των ασθενειών
- τη χρήση αμειψισποράς
- έγκαιρη σπορά
- χρήση ανταγωνιστών
- χρήση ανθεκτικών ποικιλιών στους μύκητες

Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων μπορεί να υποκατασταθεί από:

- το μηχανικό έλεγχο των ζιζανίων (υψηλό κόστος σε ενέργεια και CO₂)
- χρήση αμειψισποράς
- διπλή καλλιέργεια (σε σειρές)
- εδαφοκάλυψη με πλαστικό
- χρήση εντόμων και παθογόνων εναντίων των ζιζανίων

Δ) Βιολογική καλλιέργεια: Πρόσφατες αναφορές εξέτασαν τη δυνατότητα της βιολογικής καλλιέργειας να περιορίσει τα αέρια του θερμοκηπίου (Rodale Institute, 2008). Τα βιολογικά συστήματα παραγωγής αυξάνουν την οργανική ουσία του εδάφους με τη χρήση compost, κοπριάς και με τα φυτά κάλυψης. Οι μέθοδοι βιολογικής καλλιέργειας περιορίζουν επίσης την εκπομπή από την παραγωγή, μεταφορά και χρήση συνθετικών λιπασμάτων. Η βιολογική γεωργία θα μπορούσε να εφαρμοστεί με άλλες αειφορικές μεθόδους για τον περαιτέρω μετριασμό της αλλαγής του κλίματος. Βασικές διαφορές της από τη συμβατική γεωργία φαίνονται στον Πίν. 1.2.



Πίνακας 1.2: Σύγκριση συμβατικής και βιολογικής γεωργίας ως προς τις βασικές οικολογικές παραμέτρους και τις ακολουθούμενες καλλιεργητικές πρακτικές

	Συμβατική γεωργία	Βιολογική γεωργία
Έδαφος	Τις περισσότερες φορές θεωρείται απλά ως η ανόργανη στήριξη των φυτών	Επιζητείται το «ζωντανό» έδαφος με μεγάλη ποικιλότητα πανίδας και μικροοργανισμών
Σπορά	Σπάνια αμειψισπορά, ποτέ αγρανάπαυση	Επιβάλλεται αμειψισπορά και αγρανάπαυση
Λίπανση	Κυριαρχεί η χημική λίπανση. Το κυριότερο κριτήριο είναι η μεγιστοποίηση της απόδοσης	Λίπανση από κοπριά ζώων, ή compost. Λίπανση με αμειψισπορά και χλωρή λίπανση
Όργωμα	Με χρησιμοποίηση μηχανημάτων	Σκάλισμα σε βάθος 10cm. Γενικώς, επιδιώκεται η ήπια κατεργασία του εδάφους έως και ακαλλιέργεια.
Ζιζάνια και παράσιτα	Κυρίως χρήση χημικών παρασιτοκτόνων	Μηχανικός ή βιολογικός έλεγχος παρασίτων. Χρησιμοποιείται και η αμειψισπορά .
Καλλιέργειες	Μονοκαλλιέργειες σύμφωνα με τα κριτήρια της αγοράς	Πολυκαλλιέργειες με επιστημονικά κριτήρια που προωθούν την υγεία και βιωσιμότητα του αγροτικού οικοσυστήματος

Η βιολογική παραγωγή αγροτικών προϊόντων είναι ένα σύστημα παραγωγής βασισμένο στο σεβασμό και την προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας του παραγωγού και του καταναλωτή, στη θρέψη των φυτών με πρόγραμμα αμειψισποράς, χλωρής λίπανσης, ενσωμάτωση φυτικών υπολειμμάτων και κοπριάς, καλλιέργεια ψυχανθών, ενσωμάτωση σκόνης πετρωμάτων και στην αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών με την βοήθεια παρασίτων, αρπακτικών, ανταγωνιστών, συγκαλλιέργειας, επιλογή καταλλήλων ειδών και ποικιλιών, εκχυλισμάτων φυτικής προέλευσης και άλλων προϊόντων. Με τον κανονισμό της Επιτροπής (ΕΚ) με αριθ. 889/2008 ρυθμίζονται όλα τα επίπεδα φυτικής και ζωικής παραγωγής, από την



καλλιέργεια της γης και τη συντήρηση των ζώων έως τη μεταποίηση και τη διανομή των βιολογικών τροφίμων και τον έλεγχό τους και με τον Κανονισμό της Επιτροπής (ΕΚ) με αριθ. 1235/2008 της 8ης Δεκεμβρίου 2008 ρυθμίζεται με λεπτομερείς κανόνες, η εισαγωγή βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες. Επίσης γίνεται αναφορά στους κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής. Η πιστοποίηση τέλος των προϊόντων Βιολογικής Γεωργίας επιτυγχάνεται με τον έλεγχο του παραγωγού σε διάφορες φάσεις πριν και μετά τη συγκομιδή, αναλύσεις ανίχνευσης υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, εισηγητική έκθεση του ελεγκτή-γεωπόνου και απόφαση της Τεχνικής Επιτροπής του Οργανισμού Πιστοποίησης.

1.2.4. Ο ρόλος της κτηνοτροφίας

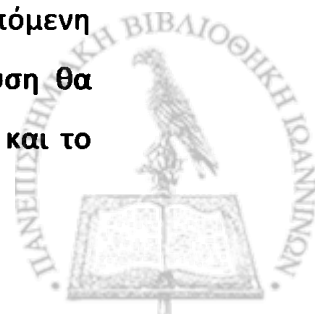
Οι προτάσεις για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη γεωργία συχνά εστιάζονται στη φυτική παραγωγή ή τα εδάφη, ενώ η ζωική παραγωγή παραβλέπεται, παρόλο το γεγονός ότι της καταλογίζονται σημαντικά ποσά εκπομπών CO₂, N₂O, CH₄ και NH₃. Η παγκόσμια κτηνοτροφία αυξάνεται σταθερά χρησιμοποιώντας πλέον το 30% ολόκληρης της επιφάνειας του γήινου εδάφους, ενώ αποψιλώνονται ολόκληρα δάση για να μετατραπούν σε βοσκότοπους. Αρκεί να αναφέρουμε, ότι από τη μισή έκταση της γης που καταλάμβαναν τα δάση κάποτε, τώρα πια έχουν περιοριστεί στο ένα τρίτο της. Περίπου το 20% των βοσκότοπων έχουν υποβαθμιστεί λόγω της υπερβόσκησης, της διάβρωσης και της ρύπανσης του εδάφους από τα ζωικά απόβλητα, τα αντιβιοτικά, τις ορμόνες, τις χημικές ουσίες από τη βυρσοδεψία, τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ζωοτροφών. Όσο δε αφορά τους φθίνοντες πλέον υδάτινους πόρους της γης, η κτηνοτροφία χρησιμοποιεί τεράστιες ποσότητες νερού κι είναι ένας σημαντικός παράγοντας ρύπανσης και μόλυνσης του υδροφόρου ορίζοντα για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Οι βιομηχανικές φάρμες εκτροφής ζώων προκαλούν δυσεπίλυτα προβλήματα, με τη μόλυνση νερού, εδάφους και αέρα. Σημαντικές εκτάσεις της παγκόσμιας γης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζωοτροφών. Η βιομηχανική ζωική παραγωγή έχει αντικαταστήσει το μοντέλο της πολυλειτουργικής φάρμας που



χρησιμοποιεί τοπικά παραγόμενα υπολείμματα, πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, από αγροκτήματα και νοικοκυριά, με το μοντέλο των γενετικά ομοιόμορφων ζώων, επιλεγμένων για υψηλές αποδόσεις, τα οποία απαιτούν τυποποιημένη τροφή, αυξημένη κτηνιατρική φροντίδα και ελεγχόμενο περιβάλλον για την αποφυγή μολύνσεων. Η παραγωγή μιγμάτων ζωοτροφών (compound feed) συναγωνίζεται την παραγωγή τροφίμων και αυτές μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις, έχοντας αρνητικές συνέπειες για το κλίμα. Μια δραστική μείωση της κατανάλωσης κρέατος και γάλακτος θα είχε έτσι ένα σημαντικό θετικό αντίκτυπο στο κλίμα. Θα είχε επίσης μια θετική επίδραση στην υγεία του παγκόσμιου πληθυσμού. Μια αλλαγή προς ολοκληρωμένα, πολυλειτουργικά συστήματα και εκτατικού τύπου χρήση των βοσκότοπων μπορούν να συνδράμουν στις θετικές επιπτώσεις της γεωργίας. Οι βοσκότοποι και τα μηρυκαστικά ζώα έχουν εξελιχθεί μαζί. Η εκτατική βόσκηση θα πρέπει να στηριχθεί για να διατηρηθούν οι βοσκότοποι ως μεγάλες “δεξαμενές” αποθήκευσης του άνθρακα και ως οικοσυστήματα. Η εκτροφή ζώων αντιστοιχεί από μόνη της στο 18% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το 35%-40% του μεθανίου (το οποίο παράγεται κατά ένα μεγάλο μέρος από το πεπτικό σύστημα των μηρυκαστικών και είναι 23 φορές πιο επιβαρυντικό σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα) , το 65% του υποξειδίου του αζώτου (το μεγαλύτερο μέρος του οποίου προέρχεται από την κοπριά και το οποίο είναι 296 φορές πιο επιβαρυντικό σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα) και 64% της αμμωνίας (προέρχεται από τα ούρα των ζώων και συμβάλλει σημαντικά στην όξινη βροχή). Ανάλυση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να πραγματοποιηθεί και στον τομέα της κτηνοτροφίας.

1.2.5. Διάθεση υπολειμμάτων

Μια συνήθης γεωργική πρακτική, που ακολουθείται όχι μόνο στη χώρα μας αλλά και στο εξωτερικό, είναι το κάψιμο των υπολειμμάτων των καλλιεργειών στον αγρό, ώστε να διευκολυνθεί η προετοιμασία του χωραφιού για την επόμενη καλλιεργητική περίοδο και διότι οι παραγωγοί πιστεύουν ότι με την καύση θα καταστραφούν τα διάφορα παθογόνα που πιθανόν να υπήρχαν στα φυτά και το



έδαφος. Επίσης συνηθίζεται να καίγονται και τα υπολείμματα από τα κλαδέματα των δενδρωδών καλλιεργειών και των αμπελώνων. Το κάψιμο της γεωργικής βιομάζας αποτελεί μια σημαντική πηγή ρύπανσης του αέρα. Η ανοικτή καύση παράγει σημαντικές ποσότητες σωματιδίων, οξειδίων του αζώτου, μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων. Οι αέριοι αυτοί ρύποι είναι πολύ σημαντικοί για την υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα και για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο και τους συντελεστές που δίνονται από το Green Power Institute της Καλιφόρνιας, υπολογίστηκε ότι τα σωματίδια παράγονται σε ποσότητες 33 φορές μεγαλύτερες κατά την ανεξέλεγκτη καύση των γεωργικών υπολειμμάτων από ότι αν αυτά διατίθενται για παραγωγή ενέργειας, τα οξείδια του αζώτου σε ποσότητες 2,8 φορές μεγαλύτερες, το μονοξείδιο του άνθρακα 20 φορές μεγαλύτερες, το μεθάνιο 32 φορές μεγαλύτερες και οι υδρογονάνθρακες παράγονται σε ποσότητες 960 φορές μεγαλύτερες. Εξαιρέση αποτελούν τα οξείδια του θείου και το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνονται σε σχεδόν ίσες ποσότητες. Έτσι η καύση της βιομάζας στα σύγχρονα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή παρόμοιων αέριων ρύπων, αλλά σε σημαντικά μικρότερες ποσότητες. Εφαρμόζοντας όμως σύγχρονες τεχνολογίες και ειδικά φίλτρα στη διαδικασία παραγωγής της ενέργειας μπορούν να περιορισθούν οι εκπομπές στα επιτρεπόμενα επιθυμητά επίπεδα. Παράλληλα παράγεται βιοενέργεια, η οποία μπορεί να καλύψει ένα μέρος των ενεργειακών απαιτήσεων της χώρας, με αντίστοιχη μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων. Οι καλλιέργειες των οποίων τα γεωργικά υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα είναι: τα χειμερινά σιτηρά, ανοιξιότικα σιτηρά (αραβόσιτος, ρύζι), βιομηχανικά φυτά (καπνός, βαμβάκι), δενδρώδεις καλλιέργειες (πορτοκαλιές, μανταρινιές, λεμονιές, αχλαδιές, ροδακινιές, βερικοκιές, κερασιές, αμυγδαλιές, ελιές) και αμπέλια. Συνεπώς, η αξιοποίηση των γεωργικών υπολειμμάτων για παραγωγή ενέργειας έχει σημαντικά οφέλη και συγκεκριμένα:

1. Θα συντελέσει στη μείωση της ποσότητας των καταναλισκόμενων ορυκτών καυσίμων από τη χώρα μας, και



2. Θα μειωθεί σημαντικά η περιβαλλοντική επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τους αέριους ρύπους, οι οποίοι εκλύονται κατά την ανεξέλεγκτη καύση στους αγρούς και κατά την καύση της ποσότητας του πετρελαίου θέρμανσης, που θα μπορούσε να εξοικονομηθεί.

Βέβαια η ορθότερη διαχείριση είναι η μείωση των εκροών οργανικής ουσίας από ένα αγρόκτημα με διατήρηση των αγροτικών υπολειμμάτων εντός του αγροκτήματος. Αυτή η τεχνική θα βοηθούσε σημαντικά την αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος και την αύξηση της οργανικής του ουσίας με όλα τα θετικά επακόλουθα. Εκτενέστερη συζήτηση για τα κλαδευτικά στη Δενδροκομία παρουσιάζεται κατωτέρω. Και η διαχείριση των αποβλήτων της κτηνοτροφίας μπορεί να συντελέσει στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου με έμφαση στο μεθάνιο και τα οξείδια του αζώτου. Οι τεράστιες εκπομπές μεθανίου και οξειδίου του αζώτου αποδίδονται κυρίως στα απόβλητα των ζώων. Η αναερόβια χώνεψη μετατρέπει τα περιττώματα των ζώων σε ενέργεια δεσμεύοντας το μεθάνιο ώστε να μην αποδράσει στην ατμόσφαιρα. Η αναερόβια ζύμωση είναι η φυσική διαδικασία αποσύνθεσης των οργανικών υλών χωρίς τη χρήση αέρα. Το αναερόβιο χωνευτήριο είναι ένα σύστημα που κατασκευάζεται από τον άνθρωπο και χρησιμοποιεί τη διαδικασία αναερόβιας ζύμωσης για την επεξεργασία αποβλήτων διαφόρων ειδών και την παραγωγή βιοαερίου. Το μεθάνιο που δεσμεύεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μια γεωργική εκμετάλλευση, καθώς και για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Επίσης, μπορούν να μειωθούν οι οσμές των ζωικών αποβλήτων και το κόστος εργασίας που σχετίζεται με την απομάκρυνση της κοπριάς. Η αναερόβια χώνεψη της κοπριάς των γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων και των πουλερικών εκτιμάται ότι εκπέμπει χιλιάδες κυβικά μέτρα μεθανίου το χρόνο, το οποίο θα μπορούσε να αποφευχθεί εάν χρησιμοποιούταν για παραγωγή ενέργειας ή για το δίκτυο διανομής φυσικού αερίου. Αυτό θα απότρεπε και την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από τη χρήση ορυκτών καυσίμων.



1.2.6. Ο ρόλος της δενδροκομίας

Το CO₂ στο περιβάλλον αυξάνει περίπου κατά 1,5- 2,0 ppm ανά έτος. Τα τελευταία 40 χρόνια από 330 ppm έφτασε στα σημερινά 380 ppm. Το αρνητικό ισοζύγιο του άνθρακα στις δενδροκομικές εκμεταλλεύσεις οφείλεται βασικά πέρα από τις εκροές των παραγόμενων καρπών, στην έντονη μηχανοποίηση (συχνή χρήση μηχανημάτων), στις χημικές λιπάνσεις, στην καύση των κλαδευτικών και στη μη χρησιμοποίηση οργανικών λιπασμάτων (κοπριά, κομπόστα κ.λπ.). Η οργανική ουσία στα καλλιεργήσιμα εδάφη κυμαίνεται μεταξύ 0,8- 1,3%, παραμένει δηλαδή στο έδαφος μόνο το μέρος της οργανικής ουσίας που δεν χρησιμοποιείται για τη συντήρηση και τον πολλαπλασιασμό της μικροβιολογικής βιομάζας του εδάφους. Πολλά από τα καλλιεργούμενα εδάφη θεωρούνται νεκρά από μικροβιολογικής άποψης εξ αιτίας του χαμηλού ποσοστού οργανικής ουσίας, με σοβαρές συνέπειες όχι μόνο όσον αφορά τη σχέση εδάφους- δέντρου αλλά και από υδρολογικής πλευράς (ικανότητα απορρόφησης και αποθήκευσης του νερού των βροχοπτώσεων). Το ερώτημα που τίθεται είναι αν είναι δυνατόν με μια σωστή διαχείριση των πόρων στην δενδροκομία να χρησιμοποιήσουμε το έδαφος για την αποθήκευση μέρους του άνθρακα που απελευθερώνεται στο περιβάλλον. Τα τελευταία 50 χρόνια η παραγωγή ανά εκτάριο στη δενδροκομία διπλασιάστηκε περίπου, κυρίως λόγω της βελτίωσης στις καλλιεργητικές φροντίδες (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία, μηχανοποίηση κ.λπ) και τη γενετική βελτίωση των ποικιλιών και υποκειμένων. Σήμερα είναι πια φανερό πως το αποτέλεσμα αυτό επιτεύχθηκε σε βάρος του οικοσυστήματος με απώλεια της γονιμότητας του εδάφους από χημικής και μικροβιολογικής πλευράς, ρύπανση του εδάφους, της ατμόσφαιρας, των επιφανειακών και υπογείων υδάτων, απώλειας γενετικού υλικού, κ.λπ. Η αειφόρος διαχείριση των πόρων στη δενδροκομία είναι αναγκαία προϋπόθεση για παραγωγή υψηλής ποιότητας προϊόντων, για την προστασία του περιβάλλοντος, οικονομία νερού και αναπλήρωση της γονιμότητας του εδάφους. Το υγιές και γόνιμο έδαφος είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας, για την αύξηση της αντοχής των δέντρων σε ορισμένες βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις, στις καλύτερες σχέσεις μεταξύ ριζών- εδάφους- δένδρων- ατμόσφαιρας. Το καλλιεργήσιμο έδαφος από αποθήκη,



έγινε πηγή εκπομπής στην ατμόσφαιρα CO₂ και συνέβαλλε, τα τελευταία 50 χρόνια, με ποσοστό της τάξης 20-25% περίπου της ολικής αύξησης του CO₂ στην ατμόσφαιρα, ενώ σήμερα συμβάλλει με ποσοστό 8-10%. Το πρόβλημα της συνεχούς αύξησης της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι πολύ σοβαρό και ο γεωργικός τομέας έχει την υποχρέωση να συμβάλλει στην εξεύρεση μελλοντικών λύσεων.

Οι γεωργικές πρακτικές μπορούν να παίξουν καθοριστικό ρόλο στην εκπομπή και σταθεροποίηση του CO₂. Σε πειράματα που διεξήχθησαν στη Ν. Ιταλία εκτιμήθηκε ο άνθρακας που απομονώνεται στο έδαφος ενός αειφορικού και ενός συμβατικού ελαιώνα. Για τον υπολογισμό του άνθρακα που απορροφήθηκε από την ατμόσφαιρα με τη φωτοσύνθεση έγιναν μετρήσεις της ξηράς ουσίας των φύλλων, κλαδεμάτων, καρπών, ζιζανίων και εκτιμήθηκε εκείνο του ριζικού συστήματος (Sofo et al, 2005). Με ειδικά όργανα έγιναν μετρήσεις κατά τη διάρκεια του χρόνου (10-15 ημέρες το μήνα) της αναπνοής του εδάφους (αναπνοή ριζών, μικροοργανισμών και ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας). Το αειφόρο σύστημα παρουσίασε ένα θετικό ισοζύγιο άνθρακα, δηλαδή η ποσότητα του άνθρακα που αποθηκεύτηκε στο έδαφος ήταν μεγαλύτερη από εκείνη της αναπνοής, ενώ το συμβατικό σύστημα παρουσίασε αρνητικό ισοζύγιο δηλαδή συνεχίζει να μολύνει το περιβάλλον συμβάλλοντας στην αύξηση του CO₂ με εκπομπές της τάξης των 5-6 τόνων ανά εκτάριο και έτος. Η υπεροχή του αειφορικού συστήματος στηρίζεται στη μη καλλιέργεια του εδάφους, στον άνθρακα της κομπόστας και στη μη απομάκρυνση από το κτήμα των κλαδεμάτων. Θα πρέπει να τονιστεί επίσης ότι σε 15 χρόνια από την εγκατάσταση του ελαιώνα αποθηκεύτηκε στον κορμό, βραχίονες, ριζικό σύστημα κλπ άνθρακας που ισοδυναμεί με 45 τόνους CO₂ ανά εκτάριο. Λαμβάνοντας υπόψη την ποσότητα και ποιότητα της παραγωγής ανά εκτάριο και το κοστολόγιο για τις καλλιεργητικές φροντίδες, προκύπτει πως η αειφόρος καλλιέργεια συμφέρει και οικονομικά. Η σημερινή τιμή στη διεθνή αγορά ενός τόνου CO₂ είναι περίπου 26 ευρώ, ενώ το κόστος ενός m³ νερού στο γεωργικό τομέα (πέραν της οικονομικής του αξίας) είναι 0,15 - 0,25 kg εκπομπές CO₂ για κάθε m³ νερού (Lal, 2004). Εάν στο ισοζύγιο προστεθούν και οι αξίες του άνθρακα και του νερού οι διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων φθάνουν το ποσό των 2.300 ευρώ



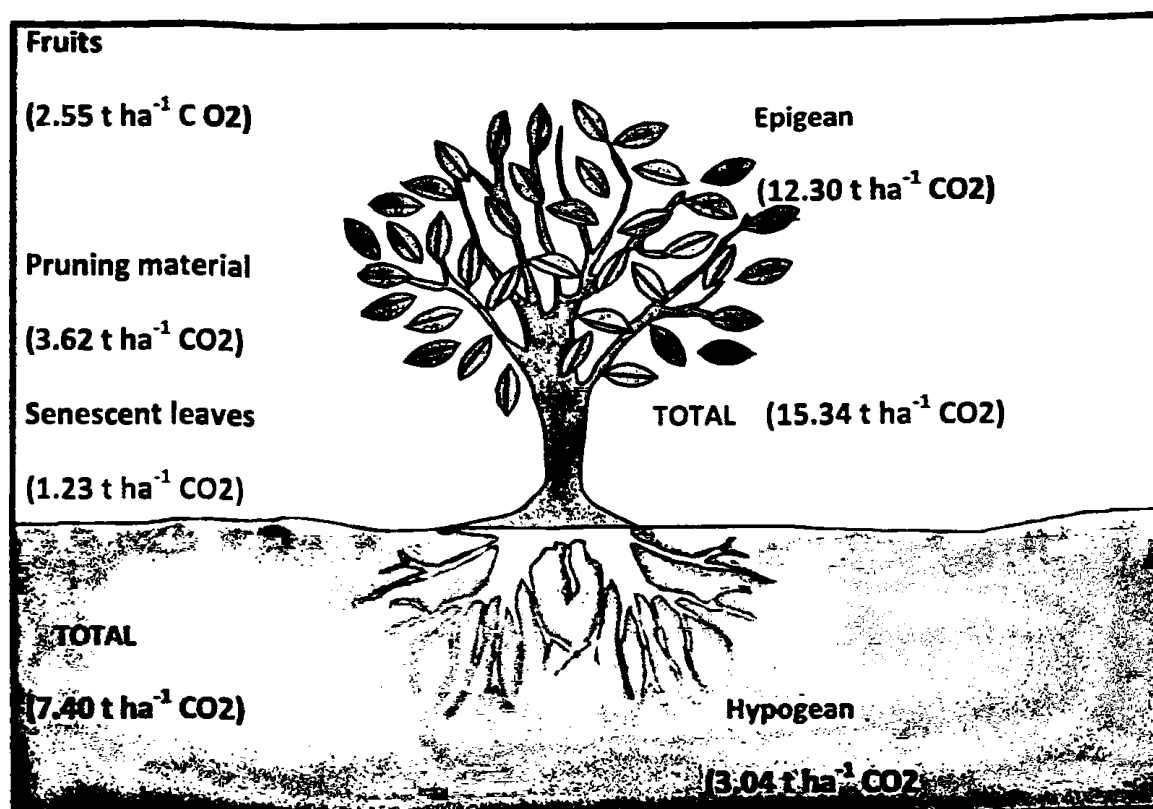
ανά εκτάριο. Σχηματική παράσταση των συντελεστών ροής του άνθρακα σε έναν ελαιώνα φαίνεται στο Σχ. 1.3. Επίσης μια περαιτέρω ανάλυση για νεαρό και ώριμο ελαιώνα περιγράφεται στον Πίν. 1.3. Εκεί φαίνεται η σημαντική ποσότητα C που είναι δεσμευμένος στα κλαδιά και στα κλαδέματα. Τα νεαρά δέντρα δέσμευαν ολοένα και περισσότερο CO₂ στην υπέργεια βιομάζα και στο ριζικό σύστημα. Μέσα σε πέντε χρόνια οι ελιές δέσμευσαν 72,9% CO₂ στην υπέργεια επιφάνεια, ενώ το υπόλοιπο στο ριζικό σύστημα. Κατά την πειραματική περίοδο, το δεσμευμένο στα φύλλα των νεαρών ελαιόδεντρων CO₂, ήταν 16,4% του συνολικού CO₂ που δεσμεύτηκε, και σημείωσε μια μείωση από 17,9% που ήταν τον πρώτο χρόνο σε 9% τον 5^ο χρόνο. Αντιθέτως, στα ξυλώδη μέρη ήταν 68,9% και σημείωσε μια αύξηση από 64,9% τον 3^ο χρόνο σε 71,9% τον 5^ο χρόνο. Στα φύλλα και τα κλαδιά το υψηλότερο δεσμευμένο CO₂ παρατηρήθηκε τον 4^ο χρόνο. Οι καρποί ακινητοποίησαν σημαντική ποσότητα CO₂ που κυμαίνονταν από 0,18 σε 6,79 t ha⁻¹ τον 1^ο και 5^ο χρόνο, αντίστοιχα. Οι νεαρές ελιές είχαν 0,91 t ha⁻¹ CO₂ με τα κλαδέματα (τα φύλλα και τα κλαδέματα παράγουν 0,10 και 0,35 t ha⁻¹ χούμου κατά την αποσύνθεση). Το συσσωρευμένο CO₂ στα φύλλα και τα κλαδιά των ώριμων ελιών (1,67 και 7,87 t ha⁻¹) ήταν υψηλότερο σε σύγκριση με αυτό που βρέθηκε στις νεαρές (1,8 και 4,3). Ο συντελεστής ανοργανοποίησης του εδάφους ήταν 0,032 year⁻¹ και η ποσότητα του CO₂ που σχετίζεται με την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας ήταν 3,09 t ha⁻¹ year⁻¹. Κατά την πειραματική περίοδο, το CO₂ στις νεαρές ελιές συσσωρεύτηκε αρχικά κατά κύριο λόγο στις μόνιμες δομές της βιομάζας πάνω από το έδαφος και στο ριζικό σύστημα, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό στα φύλλα και στους καρπούς. Οι μόνιμες δομές αντιπροσωπεύουν σημαντικές πηγές δεσμευμένου από την ατμόσφαιρα CO₂ για μια χρονική περίοδο ίση με τη διάρκεια ζωής του δέντρου. Αντιθέτως ο C που δεσμεύτηκε στα φύλλα και τους καρπούς είχε διαφορετική μοίρα. Ο άνθρακας από τους καρπούς χάνεται από τον αγρό κατά τη συγκομιδή, ενώ από τα φύλλα μετατρέπεται σε οργανική ουσία όταν αυτά πέφτουν στο έδαφος και αποσυντίθενται (Celano et al., 2002). Ο άνθρακας, εάν τα κλαδέματα απομακρυνθούν από τον αγρό, μπορεί να χαθεί από το έδαφος. Εάν όμως τα κλαδέματα αφεθούν στον αγρό και αποσυντεθούν φυσικά, αποτελούν μια μακροχρόνια πηγή ακινητοποίησης του CO₂. Στο ανωτέρω πείραμα, τα υπολείμματα



προστέθηκαν στο έδαφος, και ένα χρόνο μετά το μεγαλύτερο μέρος του C επέστρεψε στην ατμόσφαιρα ως CO₂. Το 1/5- 1/3 όμως παρέμεινε στο έδαφος με τη μορφή βιομάζας ή εδαφικού χούμου (Brady and Weil, 2004). Ο λόγος της φυλλώδους βιομάζας προς τη συνολική μειώθηκε, ενώ ο λόγος της ξυλώδους βιομάζας προς τη συνολική αυξήθηκε κατά την πειραματική περίοδο. Η συντηρητική διαχείριση του εδάφους μπορεί να αυξήσει το σταθεροποιημένο CO₂. Το CO₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας, δείχνει ότι ανεξάρτητα από τις βιοτικές επιρροές, επηρεάζεται κυρίως από τα χαρακτηριστικά του εδάφους και πιο συγκεκριμένα από τη σύσταση και το περιεχόμενο σε οργανική ουσία. Ο άνθρακας που περιέχεται στο χούμο προκύπτει ετησίως από τα φυτικά υπολείμματα και είναι 31,8% του άνθρακα που απελευθερώνεται ετησίως από την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας στους ώριμους ελαιώνες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ροή του άνθρακα από τα δέντρα στο έδαφος είναι αξιοσημείωτη όταν τα φύλλα και τα κλαδέματα των δέντρων μετατρέπονται σε οργανική ουσία.

Θα πρέπει όμως να τονίσουμε και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δύο συστημάτων που είναι δύσκολο να δώσουμε μια τιμή όπως η βελτίωση της γονιμότητας (χημική και μικροβιολογική), της μηχανικής σύστασης και της υδατοικανότητας του εδάφους, τον περιορισμό της ρύπανσης των επιφανειακών και υπογείων νερών από τα νιτρικά και τον έλεγχο διάβρωσης. Παρόμοια πειράματα και μετρήσεις είναι απαραίτητα να γίνουν και στην Ελλάδα για μια ολοκληρωμένη εικόνα του ισοζυγίου του άνθρακα. Τέλος και βάσει των ανωτέρω, στην Καλιφόρνια απαγορεύτηκε η απομάκρυνση και με οποιονδήποτε τρόπο καύση των κλαδεμάτων ή της υπέργειας βιομάζας των οπωρώνων και επιβάλλεται η διατήρηση αυτής εντός του οπωρώνα μετά από τεμαχισμό.





Σχήμα 1.3: Ροή άνθρακα σε έναν ελαιώνα. Πηγή: (Sofo et al., 2005)

Πίνακας 1.3: Περιεκτικότητα άνθρακα και παραγωγή χούμου από την αποσύνθεση των γερασμένων φύλλων και των κλαδεμάτων σε ελαιώνες (νεαρά και ώριμα δέντρα) (Sofo et al., 2005)

Καλλιέργεια	Όργανα	Ξηρά ουσία (t ha ⁻¹ year ⁻¹)	Σταθεροποιημένο CO ₂ (t ha ⁻¹ year ⁻¹)	Ισοχουμικός συντελεστής	Χούμος (t ha ⁻¹ year ⁻¹)
Νεαρά δέντρα	Γερασμένα φύλλα	0,50	0,91	0,20	0,10
	Κλαδέματα	1,00	1,83	0,35	0,35
	σύνολο	1,50	2,74	-	0,45
Ώριμα δέντρα	Γερασμένα φύλλα	0,91	1,67	0,20	0,18
	Κλαδέματα	4,30	7,87	0,35	1,51
	Σύνολο	5,21	9,54	-	1,69

1.3. Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΗΛΙΑΣ

1.3.1 Η καλλιέργεια της ελιάς

Η ελιά είναι βασική καλλιέργεια στη Μεσόγειο από κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική σκοπιά, αφού καταλαμβάνει μεγάλο τμήμα της επικράτειας και αποτελεί πηγή εργασίας αφού απασχολεί αρκετές αγροτικές οικογένειες. Σύμφωνα με το International Olive Oil Council υπάρχουν περίπου 10,2 εκατ. εκτάρια που καλλιεργούνται με ελιές στον κόσμο (Alonso et al., 2008) (Πίν. 1.4). Η ελιά στην Ελλάδα καλύπτει το 75,4% της καλλιεργούμενης έκτασης με δέντρα (εσπεριδοειδή 5,9%, νωποί καρποί 8,1%, ξηροί καρποί 9,2%, υπόλοιπα οπωροφόρα 1,4%) και 350000 οικογένειες (το 1/3 του αγροτικού πληθυσμού) ασχολούνται αποκλειστικά ή μερικά με την καλλιέργεια της ελιάς. Παρόλο που η παραγωγή ελιάς είναι ευρέως διαδεδομένη στην Ελλάδα, υπάρχει μια τάση εγκατάλειψης σε περιοχές όπου υπάρχουν πιο προσοδοφόρες ασχολίες όπως είναι ο τουρισμός. Η καλλιέργεια της ελιάς επικρατεί κυρίως στη Στερεά Ελλάδα, στην Πελοπόννησο, στα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου και στην Κρήτη, όπου οι εδαφοκλιματικές συνθήκες επιτρέπουν την ανάπτυξη και την καλλιέργεια της ελιάς για παραγωγή ελαιολάδου και επιτραπέζιας ελιάς.

Πίνακας 1.4: Έκταση ελαιοκαλλιέργειας

	ΕΚΤΑΣΗ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ (εκατ. στρέμματα)	ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ (εκατ. δέντρα)
Παγκόσμια	100	800
Ελλάδα (1999)	9	166

Η ελιά απαιτεί ένα αριθμό ωρών χαμηλών θερμοκρασιών (10 °C ή έως και 16 °C, εξαρτάται από την περιοχή προέλευσης της κάθε ποικιλίας) το χειμώνα για να διακοπεί ο λήθαργος των ανθοφόρων οφθαλμών. Χρονιές ή περιοχές στις οποίες η



ελιά δεν καλύπτει τις απαιτούμενες ώρες χαμηλών θερμοκρασιών, η ανθοφορία είναι περιορισμένη ή τα άνθη είναι ατελή. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας στην καλλιέργεια της ελιάς είναι και οι απαιτήσεις της σε υψηλές θερμοκρασίες κατά τη βλαστική περίοδο (απαιτεί πολλές μονάδες θερμότητας για να ολοκληρώσει τη βλαστική ανάπτυξη και ανάπτυξη του καρπού). Άνθιση με υψηλές θερμοκρασίες ή ξηρασία ή βροχόπτωση ή δυνατούς ανέμους μπορεί να προκαλέσει αποτυχία στην καρπόδεση και μειωμένη παραγωγή τη συγκεκριμένη χρονιά. Η ελιά διαφοροποιεί (σύμφωνα με πρόσφατες επιστημονικές παρατηρήσεις) τους ανθοφόρους οφθαλμούς της τον Ιούνιο. Αυτοί οι ανθοφόροι οφθαλμοί θα αναπτυχθούν κάπως το χειμώνα (με την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών) και από την αρχή της Άνοιξης η διαμόρφωση τους είναι ταχύτατη. Η ελιά ανθίζει από τα τέλη Απριλίου (στις θερμότερες περιοχές) έως τις αρχές Ιουνίου (στις ψυχρότερες περιοχές της Ελλάδας). Η καρπόδεση μπορεί να είναι μειωμένη λόγω της έλλειψης νερού και Ν, του άσχημου καιρού (άνεμοι, βροχή), και της έλλειψης επικονιαστών (ανεμόγαμο είδος).

Λίπανση ελαιόδεντρου

Η λίπανση στην ελιά γίνεται, όπως λέγεται κλασσικά, για την επίτευξη ισόρροπης βλάστησης και ανθοφορίας. Για μια ορθολογική προσέγγιση του θέματος επιβάλλεται η λίπανση να εκτελείται με γνώμονα τουλάχιστον την αντικατάσταση των αφαιρούμενων με τον καρπό και το κλάδεμα ανόργανων στοιχείων από το χωράφι. Η ελιά είναι απαιτητική σε άζωτο ώστε να αντιδρά σχεδόν πάντα στην αζωτούχο λίπανση με έντονη βλάστηση, υψηλό ποσοστό τέλειων ανθέων, υψηλή καρπόδεση και καλή καρποφορία. Η έλλειψη αζώτου οδηγεί σε μειωμένη καρποφορία ή σε παρενιαυτοφορία. Παρενιαυτοφορία είναι η κατάσταση εκείνη ενός ελαιώνα όπου ο ελαιώνας καρπίζει κάθε δύο ή και περισσότερες χρονιές. Εκτός της έλλειψης αζώτου βασικοί παράγοντες που οδηγούν στην παρενιαυτοφορία είναι η έλλειψη άρδευσης και το κακό ή ανύπαρκτο κλάδεμα. Η ελιά δεν έχει βρεθεί να αντιδρά τις περισσότερες φορές στη φωσφορική λίπανση. Αυτό είναι προφανές από τις χαμηλές ανάγκες της καλλιέργειας σε φώσφορο αλλά και από τις ιδιότητες πολλές φορές των εδαφών να δεσμεύουν το φώσφορο και να τον αποδεσμεύουν σταδιακά με τα χρόνια. Οι απαιτήσεις της ελιάς



σε κάλιο είναι υψηλές και για αυτό η λίπανση με κάλιο πρέπει να γίνεται τακτικά ανάλογα με τις εκροές του στοιχείου. Ελλείψεις μαγνησίου και ψευδαργύρου έχουν βρεθεί αρκετές φορές διεθνώς στην ελιά και είναι πιθανή η ανάγκη λίπανσης με τα ανωτέρω στοιχεία πολλών εντατικών ελαιώνων. Υπεράνω όλων το βόριο αποτελεί το στοιχείο που λείπει πολύ συχνά από πολλές περιοχές καλλιέργειας της ελιάς στην Ελλάδα. Το βόριο βοηθά στην καλύτερη προσρόφηση και μετακίνηση των άλλων ανόργανων στοιχείων και για αυτό βοηθά σημαντικά στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα του ελαιόδεντρου. Συνοψίζοντας, σε γενικές γραμμές, και αν δεν έχουμε αναλύσεις εδάφους και φύλλων για λεπτομερέστερη λιπαντική αγωγή, προτείνεται η εφαρμογή περίπου 0,8-1 kg αζώτου ανά δέντρο και έτος σε κανονικής καρποφορίας αρδευόμενους ελαιώνες και περίπου 0,6 kg αζώτου ανά δέντρο και έτος για κανονικής παραγωγής ξηρικούς ελαιώνες. Η εποχή που θα γίνει η λίπανση είναι επίσης σημαντική. Πρέπει κατ' αρχήν να γνωρίζουμε τις κρίσιμες περιόδους που το δέντρο της ελιάς έχει τις σημαντικότερες ανάγκες σε ανόργανα στοιχεία. Αυτές είναι κατά την άνθιση – καρπόδεση (Μάιος, Ιούνιος), κατά τη διαφοροποίηση ανθοφόρων οφθαλμών για την επόμενη χρονιά (Ιούνιος), λιγότερο στη σκλήρυνση του πυρήνα (Ιούλιος – Αύγουστος) και κατά τη διαμόρφωση των ανθέων (τέλη Χειμώνα – αρχές Άνοιξης). Επομένως οι ανάγκες του δέντρου μέχρι και το Μάρτιο καλύπτονται σχεδόν ολοκληρωτικά από στοιχεία που είναι αποθηκευμένα στα βλαστικά μέρη του δέντρου (φύλλα, κλαδιά, κορμό και ρίζες). Από εκεί και πέρα η συμμετοχή της απορρόφησης ανόργανων από το ριζικό σύστημα στην κάλυψη των θρεπτικών αναγκών της ελιάς αυξάνεται έως τις αρχές του καλοκαιριού, όταν πια γίνεται ολοκληρωτικά από την προσρόφηση στοιχείων από το έδαφος. Έτσι στους ξηρικούς ελαιώνες προτείνεται η εφαρμογή των λιπαντικών στοιχείων (κύρια αζώτου) τον Ιανουάριο ώστε αυτό να είναι διαθέσιμο τον Απρίλιο. Για περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις του Φεβρουαρίου και Μαρτίου είναι συνήθως σημαντικές (Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα), η ανωτέρω λίπανση θα ήταν καλό να γίνει αρχές Μαρτίου ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες από έκπλυση. Σε αρδευόμενους ελαιώνες η λίπανση καλίου και δευτερευόντως φωσφόρου μπορεί να γίνεται το Χειμώνα, αλλά η αζωτούχος πρέπει να εφαρμόζεται εν μέρει το Μάρτιο - Απρίλιο και εν μέρει με τις θερινές αρδεύσεις. Τέλος, η εφαρμογή βορίου μπορεί να γίνει το



Χειμώννα από εδάφους με τη μορφή βόρακα και διαφυλλικά την Άνοιξη με υδατοδιαλυτές μορφές βορίου σε συνδυασμό με τον ψεκασμό χαλκούχων σκευασμάτων ή εντομοκτόνων. Λιπάσματα που είναι κατάλληλα για τη βασική λίπανση ελιάς είναι όλα τα απλά λιπάσματα που περιέχουν άζωτο (η επιλογή του καταλληλότερου είδους λιπάσματος εξαρτάται από τις ιδιότητες του εδάφους) ή κάλιο. Επιπλέον κυκλοφορούν πολλά σύνθετα λιπάσματα εκ των οποίων τα καταλληλότερα είναι αυτά που έχουν σχέση θρεπτικών από 2-1-2 έως 4-1-5 συχνά εμπλουτισμένα με μαγνήσιο και βόριο. Για τη θερινή αζωτούχο λίπανση υπάρχει ποικιλία λιπασμάτων με ποικίλο κόστος. Στην αγορά διακινούνται και πολλά εδαφοβελτιωτικά σκευάσματα συνήθως πλούσια σε οργανική ουσία αλλά φτωχά σε λιπαντικά στοιχεία. Η ζωική κοπριά εφαρμόζεται επίσης συχνά σε εντατικές καλλιέργειες. Όλα τα οργανικά λιπάσματα έχουν συνήθως υψηλό κόστος αγοράς και η ζωική κοπριά υψηλό κόστος μεταφοράς και εφαρμογής και ο οικονομικός παράγοντας πρέπει να βρίσκεται πάντα στο μυαλό του ελαιοκαλλιεργητή καθόσον το εισόδημα από την καλλιέργεια ελιάς είναι πενιχρό και η μείωση του κόστους επιβεβλημένη, όπου είναι αυτή δυνατή. Η συνήθης τακτική της ενσωμάτωσης σε 10 και πλέον εκατοστά βάθος των λιπασμάτων έχει βρεθεί να προκαλεί ζημιά στο ριζικό σύστημα της ελιάς και μείωση της απόδοσης. Η βασική λίπανση πρέπει να εφαρμόζεται επιφανειακά με ή λίγο πριν από υγρό καιρό με αποτέλεσμα τη μείωση των απωλειών αμμωνιακού αζώτου και την προσρόφηση των στοιχείων στο επιφανειακό τουλάχιστον έδαφος. Μπορεί επίσης να γίνει και ελαφρά ενσωμάτωση (έως 5 cm βάθος) σε περίπτωση ξηρού καιρού με προσοχή ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι διάβρωσης σε επικλινή εδάφη. Βέβαια η ορθολογική λίπανση επιβάλλει τη γνώση των λιπαντικών αναγκών του δέντρου αλλά και τη θρεπτική κατάσταση του δέντρου σε συνδυασμό με τις ιδιότητες του εδάφους του ελαιώνα (απαιτείται μία εδαφολογική ανάλυση ανά μερικά έτη). Η φυλλοδιαγνωστική ανάλυση αποτελεί τον καλύτερο τρόπο ελέγχου της θρεπτικής κατάστασης σε κάθε ελαιώνα και χρονιά. Βάσει αυτής της ανάλυσης και βάσει συγκεκριμένων ορίων επάρκειας ανεπτυγμένων, υγιών και με κανονική καρποφορία ελαιώνων προτείνεται η άριστη λιπαντική αγωγή για κάθε ελαιώνα.



Κλάδεμα ελαιόδεντρου

Το κλάδεμα στην ελιά γίνεται για να βελτιωθεί ο φωτισμός στην κόμη του δέντρου (έτσι μειώνεται η προσβολή από εχθρούς και ασθένειες, διαφοροποιούνται ανθοφόροι οφθαλμοί σε όλη την κόμη κ.λπ.), για να γίνει πιο εύκολη η συγκομιδή του ελαιοκάρπου (ύψιστης σημασίας για τη βρώσιμη ελιά) και για να μειωθεί η παρενιαυτοφορία (καθ' όσον επιτυγχάνεται ισόρροπη βλάστηση και καρποφορία). Αυτή τη στιγμή σε πολλές περιοχές της Ελλάδας τα ελαιόδεντρα διαμορφώνονται με το κλάδεμα σε περίπου σφαιρικού σχήματος κόμη με μεγάλο ύψος και πλάτος που δυσχεραίνει τη συγκομιδή με κύριο γνώμονα τον καλό φωτισμό αλλά και την προστασία από ηλιοκαύματα. Ως γνωστόν, η συγκομιδή των ελιών (και ακόμα περισσότερο της βρώσιμης ελιάς) κοστίζει συνήθως περισσότερο από όλες τις άλλες καλλιεργητικές εργασίες μαζί. Η συγκομιδή γίνεται πιο αποδοτική όταν τα δέντρα διαμορφωθούν χαμηλά σε σχήμα κυπέλλου. Τότε η συγκομιδή με τα χέρια ή και με φορητά μηχανικά μέσα θα μείωνε σημαντικά το κόστος παραγωγής και θα αύξανε την αποδοτικότητα του ημερομισθίου της οικογένειας του ελαιοκαλλιεργητή, ώστε αυτός να εξαρτάται κύρια από το εντός της οικογένειας εργατικό δυναμικό. Δυστυχώς στις περισσότερες των περιπτώσεων σήμερα στην Ελλάδα τα καλδευτικά, ενώ αποτελούν άριστη οργανική ουσία, καίγονται και με αυτό τον τρόπο απομακρύνονται οργανική ουσία και θρεπτικά από το χωράφι.

Αντιμετώπιση ζιζανίων

Ο σκοπός της αντιμετώπισης των ζιζανίων που φύονται στον ελαιώνα είναι στους μεν ξηρικούς ελαιώνες η μείωση των απωλειών υγρασίας από το έδαφος την Άνοιξη και στους αρδευόμενους η μείωση των απωλειών υγρασίας και θρεπτικών, μείωση του ανταγωνισμού σε κρίσιμες περιόδους του δέντρου και πιο εύκολη εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών. Στους ξηρικούς ελαιώνες η αντιμετώπιση των ζιζανίων προτείνεται να γίνεται με ελαφριά αναμόχλευση στις αρχές της Άνοιξης. Η εποχή εφαρμογής της αναμόχλευσης είναι πιο νωρίς ή πιο αργά από περιοχή σε περιοχή και από χρονιά σε χρονιά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις.



Γνώμονας θα είναι το ότι όσο μεγαλύτερα είναι τα ζιζάνια όταν ενσωματώνονται, τόσο περισσότερη οργανική ουσία προσφέρουν στο έδαφος, αλλά και τόσο περισσότερο μειώνεται η εδαφική υγρασία του ελαιώνα. Στους ιδιαίτερα επικλινείς ελαιώνες η αναμόχλευση πρέπει να αποφεύγεται τελείως και η χημική ζιζανιοκτονία με μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα είναι απαραίτητη. Στους αρδευόμενους ελαιώνες η χημική ζιζανιοκτονία είναι η φθηνότερη μέθοδος αντιμετώπισης των ζιζανίων πάνω στη γραμμή σε συνδυασμό με χορτοκοπές μεταξύ των γραμμών. Η ζιζανιοκτονία με μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα κύρια το Μάρτιο, το Μάιο – Ιούνιο και με τοπικές εφαρμογές το υπόλοιπο καλοκαίρι αποτελεί ένα απαραίτητο πρόγραμμα αντιμετώπισης των ζιζανίων. Η κοπή με χορτοκοπτικά είναι μια εναλλακτική μέθοδος αλλά απαιτεί πιο πολλές εφαρμογές και πολύ περισσότερη εργασία και μπορεί και επιβάλλεται να γίνεται όπου είναι δυνατή τουλάχιστον μεταξύ των γραμμών. Σε υγρές σχετικά περιοχές οι κοπές ενδείκνυνται για μείωση της υγρασίας του εδάφους και βελτίωση των ιδιοτήτων αυτού.

Εχθροί

Ο δάκος (*Bactrocera oleae*), αποτελεί το σημαντικότερο εχθρό της ελιάς για αυτό και γίνεται δακοκτονία με κρατική μέριμνα σε όλες τις ελαιοπαραγωγικές περιοχές της Ελλάδας. Η δακοκτονία γίνονταν εκτεταμένα με εναέριους ψεκασμούς καθ' όλη τη θερινή περίοδο αλλά αυτοί έχουν απαγορευθεί ολοκληρωτικά. Τώρα η δακοκτονία γίνεται κύρια με από εδάφους δολωματικούς ψεκασμούς εντομοκτόνου με ελκυστική ουσία σε μερικά δέντρα κάθε ελαιώνα βάσει των παρατηρήσεων για συλλήψεις σε εκτεταμένα δίκτυα παγίδων. Πολλοί παραγωγοί δεν αρκούνται στην ανωτέρω κάλυψη και εκτελούν ατομικά δολωματικούς ή και καθολικούς ψεκασμούς με εντομοκτόνο στον ελαιώνα. Εφαρμογές εντομοκτόνων μετά τις αρχές Σεπτεμβρίου μπορεί να αφήσουν υπολείμματα εντομοκτόνων στο ελαιόλαδο ή στο μεταποιημένο καρπό. Για αυτό ο δολωματικός ψεκασμός πρέπει να αποτελεί την κύρια τακτική μείωσης των πληθυσμών του δάκου και να γίνεται βάσει των συλλήψεων του εντόμου σε κατάλληλες παγίδες (1-2 ανά χωράφι). Τελευταία διατίθενται στην αγορά πολλοί τύποι παγίδων για μαζική σύλληψη του δάκου αλλά απαιτείται πυκνό δίκτυο αυτών (μία παγίδα ανά δύο δέντρα) για μακριά αποτελεσματικότητα. Ο πυρηνοτρήτης (*Prays oleae*) ζημιώνει τα άνθη και καρπίδια



και μπορεί να μειώσει σημαντικά την καρπόδεση όταν αναπτυχθεί σε σημαντικούς πληθυσμούς. Μερικές φορές σε επιτραπέζιες ποικιλίες επιζητείται η μερική προσβολή για μείωση του αριθμού των καρπών και επομένως καλύτερο τελικό μέγεθος και μείωση της παρεννιαυτοφορίας. Η αντιμετώπιση του συνίσταται σε εφαρμογή εντομοκτόνων όλων των ομάδων στο κρόκισμα (έναρξη της άνθισης) και περίπου 2-3 εβδομάδες μετά όταν ο καρπός είναι διαμέτρου 3-5 mm. Η ανθόβια γενιά αντιμετωπίζεται και με βάκιλλο Θουριγγίας και με ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων, ενώ η καρπόβια γενιά και με ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων. Οι ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων δεν βλάπτουν τα ωφέλιμα έντομα του ελαιώνα τα οποία και μειώνουν τυχόν προσβολές από κοκκοειδή αλλά είναι γενικά υψηλού κόστους εντομοκτόνα. Η βαμβακάδα αναπτύσσεται στην άνθιση, συνήθως δεν απαιτεί ιδιαίτερη προστασία και όπου εφαρμόζεται φυτοπροστασία εναντίον του πυρηνοτρήτη με τα περισσότερα εντομοκτόνα δεν απαιτείται περαιτέρω ενέργεια.

Ασθένειες

Το κυκλοκώνιο προκαλεί φυλλόπτωση και μείωση της παραγωγής. Αντιμετωπίζεται προληπτικά με κατάλληλο κλάδεμα και αντιμετώπιση των ζιζανίων αλλά και με ψεκασμούς χαλκούχων μυκητοκτόνων το Φθινόπωρο και νωρίς την Άνοιξη στις υγρές περιοχές. Η Βερτισιλίωση (*Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*) εμφανίζεται οποιαδήποτε εποχή του έτους, κύρια όμως Φθινόπωρο και Άνοιξη, και τα συμπτώματα της συνήθως περιλαμβάνουν ημιπληγία ή αποπληξία του δέντρου και σκούρο βυσσινί χρωματισμό του φλοιού των προσβεβλημένων κλάδων. Το δέντρο επαναβλαστάνει από τους βραχίονες ή το υποκείμενο και η ζημιά επαναλαμβάνεται χωρίς συγκεκριμένη περιοδικότητα. Δεν υπάρχουν χημικά ή φυσικά μέσα για την αποτελεσματική καταπολέμηση της ασθένειας.

1.3.2. Βιολογική καλλιέργεια της ελιάς

Η παραγωγή βιολογικού ελαιολάδου αποτελεί το 60% των εκτάσεων που καλλιεργούνται στην Ελλάδα με βιολογικό τρόπο και η Ελλάδα κατέχει την πρώτη θέση διεθνώς στην παραγωγή βιολογικού ελαιολάδου. Επίσης αρκετές βρώσιμες ελιές παράγονται σήμερα με βιολογικό τρόπο. Ο ελαιώνας που θα επιλεγεί να μετατραπεί σε βιολογικό θα πρέπει να είναι φυτεμένος με ποικιλία (-ες) ελιάς



προσαρμοσμένη στο μικροκλίμα της περιοχής ώστε να απαιτεί τις λιγότερες εισροές για την παραγωγή ικανοποιητικής ποσότητας και άριστης ποιότητας προϊόντος. Πρέπει επίσης να δύναται να δεχθεί τις απαιτούμενες καλλιεργητικές φροντίδες με μικρό σχετικά κόστος. Τέλος, η μετατροπή μεγάλων σε έκταση ή απομονωμένων ελαιώνων σε βιολογικούς είναι πολύ πιο εύκολη από τη μετατροπή ελαιώνων ανάμεσα από άλλους εντατικής συμβατικής καλλιέργειας.

Λίπανση του βιολογικού ελαιώνα

Η λίπανση της βιολογικής ελιάς γίνεται είτε με εξ ολοκλήρου εφαρμογή κομπόστ ή χωνεμένης ζωικής κοπριάς είτε με το συνδυασμό χλωρής λίπανσης με αγρωστώδη και ψυχανθή και εφαρμογής μικρής ποσότητας κομπόστ ή ζωικής κοπριάς. Στην πρώτη περίπτωση (σε ξηρικές περιοχές όπου οι χειμερινές και ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις δεν είναι αρκετές) κομπόστ παρασκευάζεται στο αγρόκτημα από φυτικά υπολείμματα και κοπριά αιγοπροβάτων ελεύθερης βοσκής. Απαιτεί κατάλληλο εξοπλισμό, αρκετή εργασία και πρέπει να εφαρμοστεί μέχρι 2 m³ ανά στρέμμα ή περίπου 100 κιλά στο δέντρο. Το κόστος παραγωγής και εφαρμογής του κομπόστ ανέρχεται τουλάχιστον στα 15 Euro/ m³. Εναλλακτικά για την παρασκευή κομπόστ χρησιμοποιούνται φύλλα ελιάς ελαιουργείων και 10-20% κοπριά ή και 20% ίζημα δεξαμενών απόνερων ελαιουργείων. Φυσικά γίνεται ενσωμάτωση της φυσικής βλάστησης και των θρυμματισμένων με καταστροφέα κλάδων (διαμέτρου <5εκ) από το κλάδεμα. Για μικρότερους ελαιώνες, σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και ικανοποιητικές χειμερινές και ανοιξιάτικες βροχοπτώσεις, καλό θα ήταν να χρησιμοποιηθεί χλωρή λίπανση με σπορά το Φθινόπωρο 10 – 15 κιλών σπόρου ψυχανθών (βίκος, μπιζέλι, λούπινα, κ.λπ.) το στρέμμα. Κατά τη σπορά γίνεται και ελαφρά ενσωμάτωση 10 λίτρων χωνεμένης ζωικής κοπριάς το δέντρο. Αρχές της Άνοιξης γίνεται κοπή και ενσωμάτωση της χλωρής λίπανσης (πριν την πλήρη άνθιση των ψυχανθών) και των θρυμματισμένων με καταστροφέα κλάδων (διαμέτρου <5εκ) από το κλάδεμα. Για σχετικά γόνιμα χωράφια μπορεί να εφαρμοστεί 5ετές πρόγραμμα χλωρής λίπανσης με βίκο, βίκο-κριθάρι, φασόλια, φακές και κριθάρι. Με τις ανωτέρω μεθόδους επιτυγχάνεται η αύξηση της οργανικής ουσίας στο έδαφος του ελαιώνα με αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη και παραγωγικότητα του δέντρου αλλά και τη μείωση των



αρνητικών συνεπειών από την έκθεση των φυτών σε καταπονήσεις όπως την έλλειψη κάποιου στοιχείου.

Άρδευση του βιολογικού ελαιώνα

Η άρδευση, όπου αυτή είναι δυνατή και οικονομική, είναι από τις βασικότερες καλλιεργητικές εργασίες στην ελιά και δεν διαφέρει από την άρδευση ενός συμβατικού ελαιώνα που διαχειρίζεται ένας ευαισθητοποιημένος παραγωγός. Πρέπει να γίνεται με μέτρο από το Μάιο (ή και πιο νωρίς σε περίπτωση ξηρασίας την Άνοιξη) έως και το Σεπτέμβριο και με μέθοδο που δεν εκθέτει το έδαφος σε κίνδυνο διάβρωσης ή έκπλυσης. Η άριστη μέθοδος άρδευσης είναι με σταγόνες και 1-2 φορές το 15ήμερο. Την περίοδο Ιουλίου – Αυγούστου η ελιά έχει μικρή αποτελεσματικότητα στη χρήση του νερού γι' αυτό και οι αρδεύσεις μπορούν να αραιωθούν χωρίς απώλειες στην παραγωγή.

Φυτοπροστασία βιολογικού ελαιώνα

Η αντιμετώπιση του κυκλοκώνιου μπορεί να γίνει με τους απαραίτητους μόνο ψεκασμούς και στις απαραίτητες μόνο δόσεις με βορδιγάλειο πολτό το Φθινόπωρο και τις αρχές της Άνοιξης. Η ισόρροπη βλάστηση σε συνδυασμό με μέτριο κλάδεμα κάθε έτος βοηθά στον καλό αερισμό της κόμης και μείωση των προβλημάτων από ασθένειες αλλά και έντομα. Η αντιμετώπιση του δάκου γίνεται με ανάρτηση χρωματικών παγίδων με ελκυστικό τροφής ή/ και φερομόνη από τον Ιούνιο έως τον Οκτώβριο με αλλαγή τον Αύγουστο. Συνήθως τοποθετείται μία παγίδα ανά δέντρο με συνολικό ετήσιο κόστος τουλάχιστον 1 Euro/ δένδρο. Σε περιπτώσεις υψηλού πληθυσμού δάκου επιτρέπεται δολωματικός ψεκασμός με ροτενόνη. Ψεκασμός πλήρους κάλυψης με ροτενόνη πρέπει να αποφεύγεται καθώς βρέθηκαν υπολείμματα του εντομοκτόνου στο λάδι μετά από καθολικό ψεκασμό. Ο πυρηνοτρήτης αντιμετωπίζεται συνήθως αποτελεσματικά με ψεκασμό βακίλλου την κατάλληλη εποχή για την αντιμετώπιση της ανθόβιας γενιάς το εντόμου. Το Βερτισίλιο, αντιμετωπίζεται μόνο με ανανέωση της κόμης και ηλιοαπολύμανση όπως προαναφέρθηκε.



Συγκομιδή και παραλαβή βιολογικού ελαιολάδου

Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται με τα χέρια, με κτένια και με ελαφρά μηχανοκίνητα ραβδιστικά μηχανήματα. Ο καρπός είναι ώριμος για συγκομιδή όταν ο φλοιός είναι πλήρως μεταχρωματισμένος και η σάρκα έχει αρχίσει να μεταχρωματίζεται. Η ποιότητα ελαιολάδου αλλά, και για μια διάρκεια αρκετών ετών, παραγωγικότητα του ελαιώνα βελτιώνεται με τη συγκομιδή του καρπού στο ανωτέρω στάδιο, δηλαδή συνήθως το Νοέμβριο μήνα. Ο καρπός μεταφέρεται στο ελαιουργείο με πλαστικές κλούβες, και το συντομότερο δυνατό πρέπει να ακολουθεί η εξαγωγή του ελαιολάδου. Όλες οι ανωτέρω ενέργειες αποτελούν και τις ορθές πρακτικές που πρέπει να ακολουθούνται και στη συμβατική ελαιοκαλλιέργεια. Πριν την τροφοδοσία του ελαιουργείου με καρπό από βιολογικό ελαιώνα απαιτείται καλός καθαρισμός όλων των μηχανημάτων που έρχονται σε επαφή με την ελαιόπαστα και λάδι, έκθλιψη του καρπού και εξαγωγή του ελαιολάδου χωρίς ιδιαίτερη αύξηση της θερμοκρασίας του ελαιολάδου για αποφυγή απωλειών ποιότητας. Ακολουθεί μεταφορά και αποθήκευση του ελαιόλαδου σε δεξαμενές ανοξείδωτου χάλυβα.

1.3.3. Η καλλιέργεια της μηλιάς

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η ετήσια παραγωγή μήλων κυμαίνεται από 8.500.000 έως 10.000.000 τόνους. Αυτά τα νούμερα κατατάσσουν το μήλο πρώτο σε παραγωγή νωπό φρούτο στην Ευρώπη. Η μικρότερη παραγωγή σημειώθηκε το 1991 με 7.140.000 τόνους και η μεγαλύτερη το 2001 με 9.746.115 τόνους. Το έτος 2002 η παραγωγή μήλων στην Ευρωπαϊκή Ένωση κυμάνθηκε στους 9.227.260 τόνους. Η παραγωγή μήλου στην Ελλάδα ήταν 288 χιλ. τόνοι το 2000 και παρουσίασε μια μικρή πτώση το 2008 και το 2009 όπου ήταν 231 χιλ. τόνοι και 220 χιλ. τόνοι αντίστοιχα. Το 2009 η Πολωνία, η Ιταλία, η Γαλλία και η Γερμανία είχαν την υψηλότερη παραγωγή στην Ε.Ε. Οι ποικιλίες Γκόλντεν Ντελίσιους, Τζόνα Γκόλντ και Ρεντ Ντελίσιους είναι οι τρεις κυριότερες καλλιεργούμενες ομάδες κλώνων στην Ευρώπη. Η παραγωγή μήλων είναι ευρέως διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο αλλά δυστυχώς είναι μια καλλιέργεια με υψηλές ενεργειακές εισροές. Στην Ελλάδα είναι



διαδεδομένη η μονοκαλλιέργεια σε ορεινές και δύσβατες περιοχές και γι' αυτό η παραγωγή μήλων έχει σαν συνέπεια το υψηλό κόστος, γεγονός που επηρεάζει την τοπική οικονομία (Nanos et al., 2006). Στην Ελλάδα η μηλιά καλλιεργείται στις περιοχές της Ημαθίας, Καστοριάς, Φλώρινας, Αρκαδίας, Κοζάνης, Λάρισας και Μαγνησίας. Μια από τις κυριότερες περιοχές παραγωγής μήλων είναι ο νομός Μαγνησίας με επίκεντρο τις ορεινές περιοχές του Πηλίου, όπως η Ζαγορά, από τις αρχές του 1950. Η μηλιά καλλιεργείται στο νομό Μαγνησίας σε 24.000 στρέμματα, με παραγωγή 17.500 τόνους μήλα κατά μέσο όρο ετησίως.

Η μηλιά θέλει έδαφος με λίγη υγρασία και γενικώς αντέχει στο κρύο. Το κλάδεμα της μηλιάς γίνεται για την κυκλοφορία των χυμών συμμετρικά, προς όφελος της καρποφορίας. Περιλαμβάνει το κλάδεμα μετά τη συγκομιδή, για την απομάκρυνση των παλιών ξύλων, κάνοντας χώρο για νέα ανάπτυξη καρπών. Το κλάδεμα επίσης βοηθάει την άμεση έκθεση του δέντρου στο φως του ηλίου για την ανάπτυξή του και συνήθως βοηθάει στη μεγιστοποίηση της παραγωγής. Το κλάδεμα συνήθως γίνεται με τα χέρια και με σκάλες και τα κλαδευτικά καίγονται. Οι ψεκασμοί γίνονται κυρίως για τον έλεγχο και την αποφυγή των παρασίτων και των ασθενειών. Τα εντομοκτόνα χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας, του φυλλοδέτη, των αφίδων και μυκητοκτόνα για το φουζικλάδιο κ.α. Απαιτούνται και εφαρμόζονται διαφυλλικές λιπάνσεις έως και τον Ιούλιο (πλήρη λιπάσματα με ή χωρίς ασβέστιο) που σίγουρα μπορούν να καλύψουν όλες τις ανάγκες του δέντρου σε φώσφορο. Κάλιο και άζωτο εφαρμόζονται από τα τέλη Μαρτίου και το καλοκαίρι με την άρδευση. Τέλος, μετασυσλεκτικά εφαρμόζονται διαφυλλικά ουρία (2-3%) και, αν είναι ανάγκη, ψευδάργυρος και βόριο, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε ιχνοστοιχεία. Φυσικά, η εφαρμογή οργανικής λίπανσης είναι σημαντική για τη ισορροπία και υγεία του εδάφους και την ικανότητά του να δώσει θρεπτικά στο φυτό. Όσον αφορά το αραίωμα καρπών γίνεται τον Ιούνιο με τα χέρια παράλληλα με το θερινό κλάδεμα. Τα ζιζάνια νεκρώνονται με ζιζανιοκτόνα (Roundup) πάνω στη γραμμή όπου και εφαρμόζεται το λίπασμα και το νερό. Μεταξύ των γραμμών υπάρχει μόνιμη φυτοκάλυψη.



1.3.4. Ολοκληρωμένη και βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς

Η Ολοκληρωμένη γεωργία περιλαμβάνει μία σειρά αρχών και διαδικασιών που πρέπει να εφαρμόζονται, λαμβάνοντας υπόψη τη νομοθεσία, τις ορθές γεωργικές πρακτικές και τις συγκεκριμένες συνθήκες του αγροκτήματος και του περιβάλλοντός του. Συνολικά, έχει θεωρηθεί ότι η Ολοκληρωμένη γεωργία δεν διαφοροποιείται από τη βιολογική τόσο στις αρχές και διαδικασίες και τις καλλιεργητικές τεχνικές, όσο και στα μέσα που χρησιμοποιεί, πλην της μη χρήσης συνθετικών ουσιών στη βιολογική γεωργία. Αντιπροσωπεύει ένα πλαίσιο τεχνικών παραγωγής το οποίο αποπειράται να δώσει παρόμοια έμφαση στο περιβάλλον και στα γεωργικά εισοδήματα. Η ολοκληρωμένη παραγωγή απαιτεί συνεχή βελτίωση των μεθόδων για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής και την ελαχιστοποίηση των εισροών (Nanos et al., 2006). Η ολοκληρωμένη διαχείριση εμπεριέχει τη θρέψη των φυτών, τον έλεγχο εχθρών και ασθενειών και τη διαχείριση των ζιζανίων με τη χρήση όλων των διαθέσιμων βιολογικών, χημικών και καλλιεργητικών μεθόδων με σκοπό την επικερδή και αποτελεσματική παραγωγή που διαταράσσει το λιγότερο δυνατόν την ισορροπία της φύσης και προστατεύει το περιβάλλον. Σε ότι αφορά τη φυτοπροστασία, η χρησιμοποίηση των παρασιτοκτόνων ουσιών γίνεται μόνο όταν οι άλλες εναλλακτικές μέθοδοι δεν είναι αποτελεσματικές και με την προϋπόθεση οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι ή ουσίες να έχουν εκλεκτική δράση και να διασφαλίζουν την προστασία των ωφέλιμων και την ασφάλεια του εφαρμοστή. Φυτοπροστατευτικά προϊόντα, όπως φερομόνες, άλλες ελκυστικές ουσίες και εντομοπαγίδες, χρησιμοποιούνται ευρέως σε αυτό τον τρόπο καταπολέμησης. Ο σωστός σχεδιασμός Προγράμματος Φυτοπροστασίας αποτελεί βασικό στοιχείο της επιτυχίας της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης. Τα καλλιεργητικά και προληπτικά μέτρα είναι: η φύτευση φυτών παγίδων, η διατήρηση ωφέλιμων ζωικών οργανισμών στον αγρό, η καλλιέργεια του εδάφους (όργωμα, σκάψιμο), η καταστροφή ή απομάκρυνση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, η ορθή χρήση του νερού και των λιπασμάτων, η αποφυγή χρήσης μολυσμένου νερού στην άρδευση, η χρήση υγιών και ανθεκτικών φυτών, η αποφυγή αναπαραγωγής και διασποράς των ζιζανίων και η έγκαιρη εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών. Τα



μηχανικά μέτρα είναι: η συλλογή ή παγίδευση επιβλαβών εντόμων (με χρωμοπαγίδες κόλλας, φερομονικές παγίδες κ.α.) και μηχανική σύνθλιψη αυτών, η προστασία των φυσικών εχθρών και παρασίτων μέσω της εξασφάλισης συνθηκών που να τους ευνοούν (φυσιικοί φράκτες, τόποι φωλιάσματος κ.α.), η κάλυψη του εδάφους με πλαστικό για την παρεμπόδιση της νύμφωσης εχθρών (θρίπες, λυριόμυζες) και η απολύμανση του εδάφους (ηλιοαπολύμανση, απολύμανση εδάφους με ζεστό νερό ή αέρα κ.α.) και του φυτικού υλικού (απολύμανση σπόρων). Κατά την Ολοκληρωμένη γεωργία, βιολογική καταπολέμηση επιτυγχάνεται με τη χρήση: αρπακτικών εντόμων, μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, ιοί, νηματώδεις κ.α.) και εντομοπαθογόνων νηματωδών σκωλήκων. Επίσης εφαρμόζονται: μαζική παγίδευση, παρεμπόδιση σύζευξης με χρήση εξατμιστήρων φερομόνης. Τέλος η εφαρμογή χημικής καταπολέμησης γίνεται μόνο όταν και όπου κρίνεται πραγματικά αναγκαίο.

Η βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα από γεωργικές μεθόδους που βασίζεται σε χαμηλές εξωτερικές εισροές (inputs) αντικαθιστώντας τη χρήση χημικών λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων, με ένα περιβάλλον υψηλής ποικιλότητας ειδών και υψηλής βιολογικής δραστηριότητας. Η Βιολογική Γεωργία είναι ένα σύστημα διαχείρισης και παραγωγής αγροτικών προϊόντων που στηρίζεται σε φυσικές διεργασίες, στη μη χρησιμοποίηση χημικών συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων και στη χρησιμοποίηση εναλλακτικών προς τη χημική μέθοδο αντιμετώπισης εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων καθώς και στη χρησιμοποίηση τεχνικών παραγωγής όπως η αμειψισπορά και η ανακύκλωση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων που διατηρούν τη φυσική ισορροπία και διατηρούν ή βελτιώνουν τη γονιμότητα του εδάφους. Βασίζεται στη χρήση κατά το δυνατόν ανανεώσιμων φυσικών πόρων σε τοπικό επίπεδο, στην αυτάρκεια του εδάφους σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία, στη βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος, στη χρήση ιθαγενών ανθεκτικών φυτών και στην κατάλληλη επιλογή καλλιεργητικών τεχνικών και εναλλαγή καλλιεργειών, με προτίμηση στα μεικτά συστήματα γεωργίας (συνύπαρξη φυτικής και ζωικής παραγωγής). Η έκταση της βιολογική μηλοκαλλιέργειας στην Ελλάδα παρουσιάζεται στον Πίν. 1.5 και οι πρακτικές που



ακολουθούνται αναλύονται παρακάτω. Επίσης στον Πίν. 1.6 παρουσιάζεται η παραγωγή μήλου ανά χώρα (σε χιλ. τόνους) τα έτη 2008 και 2009.

Πίνακας 1.5: Βιολογική καλλιέργεια μηλιάς στην Ελλάδα-στρέμματα (2007)

	ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	ΣΥΝΟΛΟ
Μήλα	776,3	826,4	1602,7

Πηγή: minagric

Κλάδεμα – αραίωμα καρπών στη βιολογική μηλοκαλλιέργεια

Το κλάδεμα στη βιολογική γεωργία συνήθως γίνεται με ξηρό καιρό για την αποφυγή ασθενειών του ξύλου και οι μεγάλες τομές πρέπει να επικαλύπτονται με βορδιγάλιο πολτό. Το θερινό κλάδεμα είναι απαραίτητο γιατί η μηλιά τον Ιούνιο δημιουργεί τα καρποφόρα μάτια για την επόμενη χρονιά. Εάν τότε γίνει και το κύριο αραίωμα τότε ο καλός φωτισμός και η δυνατότητα να ξανακαρποφορήσει στα ίδια κλαδιά τον επόμενο χρόνο, θα έχουν σαν συνέπεια την αποφυγή της παρενιαυτοφορίας. Όσο πιο κοντά στην άνθιση γίνεται το κύριο αραίωμα, τόσο περισσότεροι υδατάνθρακες είναι διαθέσιμοι. Με το θερινό κλάδεμα επιτυγχάνεται ο καλύτερος φωτισμός του δέντρου. Το αραίωμα πρέπει να έχει γίνει μέχρι το Μάιο και να έχουν αφαιρεθεί αρκετοί βλαστοί ώστε να γίνουν λιγότεροι ψεκασμοί. Επίσης, τότε η κόμη θα στεγνώνει ευκολότερα από τις βροχές και τα μήλα θα γίνουν πιο ποιοτικά. Από τα μέσα έως το τέλος Ιουνίου, όταν έχει ολοκληρωθεί η προσβολή της αφίδας, ένα μέρος της καρπόκαψας και έχει συνήθως ολοκληρωθεί και η προσβολή από το φουζικλάδιο, αραιώνουμε τα σκάρτα εφόσον έχει προηγηθεί το κύριο αραίωμα. Τα κλαδιά στη βιολογική γεωργία παραμένουν μέσα στον αγρό, για εδαφοκάλυψη και ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών.

Φυτοπροστασία στη βιολογική μηλοκαλλιέργεια

Συνήθως γίνεται ψεκασμός με ασβέστη για τη μείωση της πικρής κηλίδωσης, η οποία είναι μια φυσιολογική ανωμαλία που εμφανίζεται στα αποθηκευμένα μήλα (οφείλεται σε περίσσεια αζώτου ή νερού). Ως μυκητοκτόνα χρησιμοποιούνται ο



βορδιγάλιος πολτός ή άλλα χαλκούχα και το θειασβέστιο για το φουζικλάδιο. Επίσης η ενσωμάτωση στο έδαφος των φύλλων το φθινόπωρο μπορεί να προστατεύσει από το φουζικλάδιο. Για τη φυτόφθορα καθαρίζεται ο λαιμός του δέντρου έως το υγιές μέρος και η πληγή καλύπτεται με βορδιγάλιο πολτό. Για την καρπόκαψα χρησιμοποιείται βάκιλος και ιός της κοκκίδωσης ενώ για τη μελίγκρα και άλλες αφίδες srinosad, θερινός πολτός, σαπούνι κ.α. Το compost και εκχυλίσματα φυκών μπορούν να ενισχύσουν το έδαφος και το φυτό. Οι ψεκασμοί ποικίλουν από 5-25 ανάλογα με το κλίμα, την περιοχή, την πυκνότητα φύτευσης και τη συγκέντρωση των σκευασμάτων.

Άρδευση στη βιολογική μηλοκαλλιέργεια

- Συνήθως η άρδευση της μηλιάς γίνεται με μικροκαταιωνιστήρες τοποθετημένους κάτω από τα δέντρα και η συχνότητα εξαρτάται από το κλίμα, το έδαφος και την ικανότητα του να συγκρατεί το νερό και τέλος την εφαρμοζόμενη ή διαθέσιμη ποσότητα του νερού. Συνήθως γίνεται την άνοιξη και τους καλοκαιρινούς μήνες. Η μολόχα, όταν μαραίνεται ελαφρά, αποτελεί ένδειξη για το πότε θα πρέπει να ποτίσουμε.

Λίπανση στη βιολογική μηλοκαλλιέργεια

Όσων αφορά τη λίπανση, η μηλιά δεν θέλει πολύ άζωτο, χρειάζεται περισσότερο κάλιο και ασβέστη και λίγο φώσφορο και μαγνήσιο. Η ποσότητα και η συχνότητα της λίπανσης στηρίζεται στην ανάλυση του εδάφους και τη φυλλοδιαγνωστική, τις καλλιεργητικές πρακτικές και τη φιλοσοφία του παραγωγού. Η λίπανση γίνεται με κομπόστ, κοπριά, καλιομαγνήσιο, άλλα ορυκτά και οργανικά διαθέσιμα υλικά. Η εφαρμοζόμενη αζωτούχος λίπανση στη βιολογική μηλοκαλλιέργεια είναι πολύ λιγότερη σε σχέση με τη συμβατική.

Κοπή ζιζανίων στη βιολογική μηλοκαλλιέργεια

Η διαχείριση στη βιολογική μηλοκαλλιέργεια περιλαμβάνει κοπή των ζιζανίων και εδαφοκάλυψη, με την οποία ελέγχονται και τα ζιζάνια. Συνήθως γίνεται συγκαλλιέργεια με κάποιο ψυχανθές ανάμεσα στις γραμμές και τα δέντρα. Συνήθως



κόβουμε τα ζιζάνια κάθε δεύτερη σειρά και μετά από 10-12 ημέρες που θα έχουν ξαναβλαστήσει τις υπόλοιπες σειρές, ώστε να προφυλάσσονται τα ωφέλιμα έντομα.

Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται μια φορά το χρόνο και διεξάγεται με τα χέρια και με σκάλες για την πρόσβαση στους καρπούς. Οι καρποί τοποθετούνται σε τελάρα και στη συνέχεια τοποθετούνται σε φορτηγά για τη μεταφορά τους.

Κλείνοντας, πρέπει να τονιστεί ότι οι άριστες τεχνικές που περιγράφηκαν δεν χρησιμοποιούνται πάντα στη συμβατική και βιολογική καλλιέργεια των δύο κύριων οπωροφόρων που παρουσιάστηκαν. Η πραγματική κατάσταση όσον αφορά την καλλιέργεια, η βελτίωση των καλλιεργητικών τεχνικών και η αποτύπωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η αποτύπωση της χρήσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα κατά την καλλιέργεια με βιολογικό ή συμβατικό τρόπο μηλιάς και ελιάς. Απώτερος σκοπός είναι η εύρεση εκείνων των καλλιεργητικών τεχνικών ή δράσεων που είναι ενεργοβόρες ή μολύνουν σημαντικά το περιβάλλον και στόχευση σε αυτές ώστε να τις αριστοποιήσουμε και μειώσουμε έτσι το ενεργειακό κόστος και το αποτύπωμα άνθρακα από την παραγωγή των εν λόγω προϊόντων. Έγινε ακόμα προσπάθεια ανάπτυξης βελτιώσεων στις παρούσες μεθόδους καλλιέργειας και τις συνέπειες αυτών στο περιβάλλον.



κόβουμε τα ζιζάνια κάθε δεύτερη σειρά και μετά από 10-12 ημέρες που θα έχουν ξαναβλαστήσει τις υπόλοιπες σειρές, ώστε να προφυλάσσονται τα ωφέλιμα έντομα.

Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται μια φορά το χρόνο και διεξάγεται με τα χέρια και με σκάλες για την πρόσβαση στους καρπούς. Οι καρποί τοποθετούνται σε τελάρα και στη συνέχεια τοποθετούνται σε φορτηγά για τη μεταφορά τους.

Κλείνοντας, πρέπει να τονιστεί ότι οι άριστες τεχνικές που περιγράφηκαν δεν χρησιμοποιούνται πάντα στη συμβατική και βιολογική καλλιέργεια των δύο κύριων οπωροφόρων που παρουσιάστηκαν. Η πραγματική κατάσταση όσον αφορά την καλλιέργεια, η βελτίωση των καλλιεργητικών τεχνικών και η αποτύπωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η αποτύπωση της χρήσης ενέργειας και εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα κατά την καλλιέργεια με βιολογικό ή συμβατικό τρόπο μηλιάς και ελιάς. Απώτερος σκοπός είναι η εύρεση εκείνων των καλλιεργητικών τεχνικών ή δράσεων που είναι ενεργοβόρες ή μολύνουν σημαντικά το περιβάλλον και στόχευση σε αυτές ώστε να τις αριστοποιήσουμε και μειώσουμε έτσι το ενεργειακό κόστος και το αποτύπωμα άνθρακα από την παραγωγή των εν λόγω προϊόντων. Έγινε ακόμα προσπάθεια ανάπτυξης βελτιώσεων στις παρούσες μεθόδους καλλιέργειας και τις συνέπειες αυτών στο περιβάλλον.



2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Υλικά

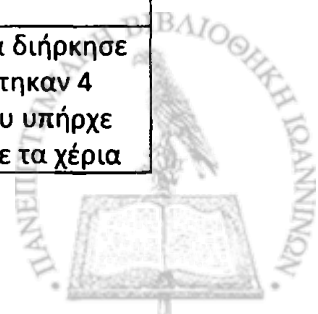
Η έρευνα διεξήχθη το έτος 2010 σε δύο καλλιέργειες μήλων (*Malus domestica*) ποικιλίας Starking Delicious, στην περιοχή της Δράκειας του ανατολικού Πηλίου στο Ν. Μαγνησίας και σε δύο ελαιώνες (*Olea europaea*) ποικιλίας Αμφίσσης, στην περιοχή του Πτελεού στο Ν. Μαγνησίας. Για τη συλλογή των στοιχείων, τα οποία παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν, χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις με τους παραγωγούς. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται στο παράρτημα. Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν σύμφωνα με στοιχεία από την υπάρχουσα βιβλιογραφία όπως θα αναλυθεί παρακάτω. Η μία εκ των δύο καλλιεργειών, σε κάθε περίπτωση, καλλιεργείται με συμβατικές μεθόδους ενώ η άλλη με βιολογικές. Ο βιολογικός οπωρώνας μηλιάς που μελετήθηκε έχει έκταση 4 στρ., ενώ ο συμβατικός μηλεώνας έχει συνολική έκταση 8 στρ. Ο βιολογικός ελαιώνας έχει έκταση 145 στρ., ενώ ο συμβατικός ελαιώνας 10 στρ. Οι υπολογισμοί στην παρούσα έρευνα έγιναν ανά εκτάριο καλλιέργειας. Οι καλλιεργητικές φροντίδες που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν τη λίπανση, την άρδευση, το χειμερινό κλάδεμα και καύση των κλαδιών, το αραίωμα και θερινό κλάδεμα, την κοπή ζιζανίων, τη φυτοπροστασία, τη συγκομιδή και μεταφορά στο συσκευαστήριο και παρουσιάζονται στους Πίν. 2.1 όσον αφορά τον ελαιώνα και Πίν. 2.2 όσον αφορά το μηλεώνα.

Σε όλες τις περιπτώσεις τα κλαδιά καίγονται και στη βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς και της ελιάς δεν εφαρμόζεται compost. Οι καλλιέργειες της ελιάς είναι ξηρικές. Η παραγωγή ιδιαίτερα της ελιάς όπως θα αναλύσουμε παρακάτω είχε διακυμάνσεις από έτος σε έτος. Το έτος 2009 η παραγωγή ήταν μηδενική εν αντιθέσει με την προηγούμενη χρονιά όπου η παραγωγή ήταν ικανοποιητική. Στην παρούσα έρευνα γίνονται συγκρίσεις και για τα δύο έτη.



Πίνακας 2.1: Γεωργικές πρακτικές κατά την καλλιέργεια της ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

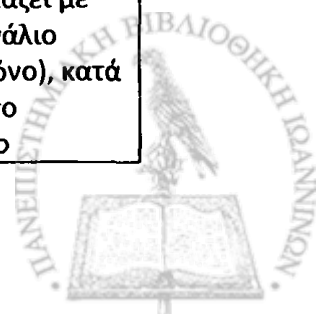
	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ
Έκταση	14,5 ha	1 ha
Δέντρα	2320 δέντρα (160 δέντρα ανά εκτάριο)	200 δέντρα ανά εκτάριο
Απόσταση από οικία	800 m	3 km
Καύσιμα	Ο παραγωγός χρησιμοποιεί τρακτέρ (55 hp) για να ψεκάσει με βορδιγάλιο πολτό (5 ημέρες), για τη μεταφορά καρπού (20 ημέρες) και τη μεταφορά ξύλων (3 ημέρες) και το αγροτικό φορτηγό του, 120 hp, για μεταφορά εργατών, λιπασμάτων, μεταφορά καρπού στο ελαιοτριβείο (20 ημέρες) το οποίο απέχει 200 μέτρα από το χωράφι του	Ο παραγωγός δεν χρησιμοποιεί τρακτέρ αλλά μόνο αγροτικό φορτηγό 140 hp για να ψεκάσει με βορδιγάλιο πολτό, για τη μεταφορά των εργατών και των εργαλείων και, τέλος, για τη μεταφορά των καρπών στο ελαιοτριβείο το οποίο απέχει 2km από το χωράφι του
Λίπανση	Ο παραγωγός έκανε ενταφιασμό Βόρακα (800 g σε κάθε δέντρο) και Patentkali (Θεικό καλιομαγνήσιο: 7 kg σε κάθε δέντρο) και απαιτήθηκαν 4 εργάτες ενώ διήρκεσε γύρω στις 14 ημέρες (μαζί με τον ψεκασμό του βορδιγαλίου πολτού)	Ο παραγωγός λίπανε με 600 kg ασβεστούχο νιτρική και θεική αμμωνία και έριξε 0.5 kg Βόρακα σε κάθε δέντρο
Ζιζάνια	Η κοπή ζιζανίων διαρκεί περίπου 7 ημέρες και απαιτούνται 3-4 εργάτες ανάλογα με την ποσότητα των ζιζανίων, τα οποία κόβονται με χειροκίνητα χορτοκοπτικά μηχανήματα	Ο παραγωγός ψεκάζει χημικά τα ζιζάνια με Roundup (ρίχνει 5 kg ha ⁻¹ στα 800 L) και όσα απομείνουν τα κόβει με χορτοκοπτικό
Εχθρού-ασθένειες	Στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς ο παραγωγός δεν εφάρμοσε τίποτα για την αντιμετώπιση του δάκου και του πυρηνοτρήτη αφού τη συγκεκριμένη χρονιά δεν είχε καρποφορία (θα τοποθετήσει παγίδες για την αντιμετώπιση του δάκου του χρόνου), εφάρμοσε μόνο στα προσβεβλημένα από το βερτισίλιο δέντρα (περίπου 10 δέντρα), 50 L σβησμένο ασβέστη και έριξε σε κάθε 70 δέντρα, 1 τόνο βορδιγάλιο πολτό (1%) με την ψεκαστική μηχανή (5 hp, με αμόλυβδη απλή)	Ο παραγωγός έριξε οξύχλωριόχο χαλκό (4 kg ha ⁻¹ στα 800 L) για την αντιμετώπιση της ασθένειας κυκλοκόνιο και 2 φορές το χρόνο Rogor (3kg) για την αντιμετώπιση του δάκου
Κλάδεμα	Το κλάδεμα γίνεται από το Φεβρουάριο έως τον Απρίλιο, είναι απαραίτητοι δύο επιπλέον εργάτες (εκτός από τον ίδιο τον παραγωγό) και διαρκεί περίπου 65 ημέρες το χρόνο ενώ χρησιμοποιούνται πριόνια χειρός, κονταροπριόνια και ψαλίδια	Για το κλάδεμα χρησιμοποιήθηκαν αλυσοπρίονο (με αμόλυβδη απλή με λάδι) και τσεκούρι και διήρκεσε 10 ημέρες με 5 εργάτες
Συγκομιδή	Η συγκομιδή, η οποία διήρκεσε 40 ημέρες με 7 εργάτες τη χρονιά που υπήρχε παραγωγή, γίνεται με τα χέρια και με δονητικά, τινακτικά (αμόλυβδη απλή με	Η συγκομιδή, η οποία διήρκεσε 15 ημέρες και χρειάστηκαν 4 εργάτες τη χρονιά που υπήρχε παραγωγή, γίνεται με τα χέρια



	λάδι) τα οποία τινάζουν την κόμη της ελιάς και ρίχνουν τους καρπούς επάνω σε πανιά που τοποθετήθηκαν στο έδαφος	και με δονητικά, τινακτικά τα οποία τινάζουν την κόμη της ελιάς και ρίχνουν τους καρπούς επάνω σε πανιά που τοποθετήθηκαν στο έδαφος
--	---	--

Πίνακας 2.2: Γεωργικές πρακτικές κατά την καλλιέργεια της μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ
Έκταση	0,4 ha	0,8 ha
Δέντρα	100 δέντρα (250 δέντρα ανά εκτάριο)	180 δέντρα (225 δέντρα ανά εκτάριο)
Απόσταση από οικία	2,5 km	450 m
Καύσιμα	Ο παραγωγός δεν χρησιμοποιεί τρακτέρ παρά μόνο αγροτικό φορτηγό 2.500 cc για μεταφορά των εργατών και των μήλων στα ψυγεία (12 χλμ)	Ο παραγωγός δεν χρησιμοποιεί τρακτέρ παρά μόνο αγροτικό φορτηγό 2.500 cc για μεταφορά εργατών, ενώ τα μήλα τα παραλαμβάνει η εταιρία από το χωράφι του, οπότε σε αυτή την περίπτωση δεν υπολογίστηκαν τα καύσιμα για μεταφορά του καρπού
Λίπανση	Ο παραγωγός ρίχνει 20 kg κοπριά σε κάθε δέντρο, κάθε 2 χρόνια (1 φορά)	Ο παραγωγός λιπαίνει 2 ημέρες το χρόνο, το φθινόπωρο μετά τη συγκομιδή με 3,5 kg σε κάθε δέντρο «11-15-15» και με 3,5 βυτία του 1 lt από πλήρες διαφυλλικό (ρίχνει 2 kg στον τόνο) τον Ιούνιο ενώ απαιτούνται 2 εργάτες κάθε φορά
Ζιζάνια	Τα ζιζάνια κόβονται 3-4 φορές το χρόνο ενώ η κάθε φορά διαρκεί 2 ημέρες και πραγματοποιείται μόνο από τον ίδιο τον παραγωγό	Για τα ζιζάνια ο παραγωγός ψεκάζει με 4 βαρέλια Roundup (ρίχνει 2 kg σε κάθε βαρέλι) με ψεκαστικό 10 hr, υψηλής πίεσης με δύο μπεκ (1-2 ημέρες το χρόνο) ενώ αυτά που απομένουν κόβονται με χορτοκοπτική μηχανή (3 ημέρες το χρόνο)
Εχθροί-ασθένειες	Ο παραγωγός ψεκάζει με βενζινοκίνητο ψεκαστικό για 15 περίπου ημέρες και 2 άτομα, για το φουζικλάδιο με βιολογικά μυκητοκτόνα όπως είναι ο βορδιγάλιος πολτός και το θειασβέστιο 20 L, για τη μελίγκρα με θερινό πολτό, σαπούνη με οινόπνευμα (ρίχνει 20 L στον τόνο) και 3 φορές spinosad (2 L την κάθε φορά). Η	Οι ψεकाσμοί διαρκούν περίπου 8 ημέρες και απαιτούνται 4-5 εργάτες ενώ ο παραγωγός κατά την πράσινη κορυφή ψεκάζει με 3,5 βυτία του 1 lt βορδιγάλιο πολτό (ρίχνει 5 kg στον τόνο), κατά την κόκκινη κορυφή, με το μυκητοκτόνο Delan για το



	αντιμετώπιση της καρπόκαψας γίνεται με βάκλιο (ρίχνει 1 L στον τόνο 8 φορές το χρόνο)	φουζικλάδιο (ρίχνει 1,5 μπουκάλι στον τόνο) , για τη μελίγκρα χρησιμοποιεί 3,5 τόνους από το εντομοκτόνο Pirimor (ρίχνει 400 g στον τόνο) ενώ κατά το δέσιμο και αραίωμα ψεκάζει με μυκητοκτόνα και εντομοκτόνα (3,5 τόνους Zolone και ρίχνει 2 kg στον τόνο και 3,5 τόνους άλλα εντομοκτόνα από τα οποία ρίχνει 150 g στον τόνο) για την καρπόκαψα
Κλάδεμα	Για το κλάδεμα χρησιμοποιείται αεροψάλιδο και κομπρεσέρ και διαρκεί 10-15 ημέρες ενώ γίνεται μόνο από τον ίδιο τον παραγωγό	Για το κλάδεμα χρησιμοποιείται κλαδευτικό και διαρκεί περίπου 13 ημέρες με δύο άτομα
Αραίωμα	Το αραίωμα γίνεται με τα χέρια περίπου 10 ημέρες με 2 άτομα	Το αραίωμα γίνεται με τα χέρια περίπου 15 ημέρες με 4 άτομα
Άρδευση	Κατάκλιση από το κοινοτικό αυλάκι, 1 φορά κάθε μήνα από Ιούνιο έως και Σεπτέμβριο	Στάγδην άρδευση με νερό που προέρχεται από πηγή, κάθε 15 ημέρες, περίπου από το Μάιο έως και το Σεπτέμβριο ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Η κατανάλωση νερού ισοδυναμεί με περίπου 1026 KWh το χρόνο.
Συγκομιδή	Για τη συγκομιδή χρησιμοποιούνται σκάλες και τελάρα όπου τοποθετούνται τα μήλα, διαρκεί περίπου 7 ημέρες και είναι απαραίτητοι 3-4 εργάτες ανάλογα με την παραγωγή	Για τη συγκομιδή χρησιμοποιούνται σκάλες και τελάρα όπου τοποθετούνται τα μήλα, διαρκεί περίπου 10 ημέρες και είναι απαραίτητοι 4-5 εργάτες ανάλογα με την παραγωγή

2.2. Μέθοδοι για την ενεργειακή ανάλυση και την εκτίμηση των ισοδύναμων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂e)

Ο υπολογισμός της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι απαραίτητος, όπως είδαμε και παραπάνω. Με τη χρήση των συντελεστών (Πίν. 2.3 και 2.4) υπολογίστηκαν οι εισροές και οι εκροές ενέργειας σε κάθε περίπτωση και συγκρίθηκαν μεταξύ τους όπως αναλύεται παρακάτω.

Πίνακας 2.3: Ενεργειακό περιεχόμενο εισροών και εκροών της παρούσας έρευνας

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	UNIT	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ (MJ/UNIT)	ΠΗΓΗ
Συμβατικά λιπάσματα			
άζωτο	kg	74,2	Lockeretz (1980) and Tsatsarelis (1993)
φώσφορος	kg	13,7	Lockeretz (1980) and Tsatsarelis (1993)
κάλιο	kg	9,7	Lockeretz (1980) and Tsatsarelis (1993)
ασβέστης	kg	8,8	Pimentel (1980)
θείο	kg	5,0	Wells (2001)
Συμβατική λίπανση ελιάς			
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία	kg	20,0	
Θειική αμμωνία	kg	15,8	
Συμβατική λίπανση μηλιάς			
Διαφυλλικό	kg	14,8	
11-15-15	kg	11,6	
Βιολογικά λιπάσματα			
Patentkali	kg	6,0	Mudahar and Hignett(1987a,b)
Βόρακας	kg	6,0	Mudahar and Hignett(1987a,b)
Σβησμένος ασβέστης	kg	0,6	Wells (2001)
Κοπριά	kg	3,5	Jarach (1985)
Βιολογικά μυκητοκτόνα			
Βορδιγάλιος πολτός	kg	55,7	
Θειασβέστιο	kg	1,3	
Βιολογικά εντομοκτόνα			
Θερινός πολτός(λάδι)	kg	29,0	Barber (2007)
Spinosad	kg	96,0	Barber (2004)
Σαπούνι	kg	43,2	Green (1987) and Pimentel (1992)
Βάκιλος	kg	77,2	Green (1987) and Pimentel (1992)
Ζιζανιοκτόνα	kg	238,0	Fluck (1992)
Roundup	kg	238,0	Fluck (1992)
Εντομοκτόνα	kg	363,0	Fluck (1992)
Μυκητοκτόνα	kg	99,0	Fluck and Baird (1992)
Πετρέλαιο	l	46,7	Wells (2001)
Βενζίνη	l	42,3	Wells (2001)
Νερό	m ³	0,6	Bascetincelik (1993)
Ηλεκτρική ενέργεια	kWh	12,1	Jarach (1985)
Ανθρώπινη εργασία	ημέρα	18,3	Pimentel (1973)
Καρποί (ελιά)	kg	7,1	Ugliati (1994)



Καρποί (μήλα)	kg	2,18	USDA (2007)
---------------	----	------	-------------

Πίνακας 2.4: Ενεργειακό περιεχόμενο εργαλείων και μηχανών που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα

ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ/ΕΡΓΑΛΕΙΑ	UNIT	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	
		(MJ/UNIT)	ΠΗΓΗ
Τρακτέρ (41 kW)	kg	82,2	Coxworth (1998)
Αγροτικό	h	97,8	Tsatsarelis (1992)
Ψεκαστική μηχανή (3,7 kW)	h	69,6	Fluck and Baird (1982, adapted)
Χορτοκοπτικά	h	69,6	Fluck and Baird (1982, adapted)
Δονητικά/τινακτικά	kg	85,5	Alonso (2008)
Πριόνια χειρός	h	0,05	Genitsariotis (1996, adapted)
Κοντaroπρίονο	h	0,05	Genitsariotis (1996, adapted)
Αλυσοπρίονο	h	0,6	Tsatsarelis (1993)
Ψαλίδι	h	0,05	Genitsariotis (1996, adapted)
Αεροψάλιδο	h	69,6	Fluck and Baird (1982, adapted)
Κομπρεσέρ	h	4,8	Genitsariotis (1996, adapted)
Τσεκούρι	h	0,05	Genitsariotis (1996, adapted)
Τσάπα	h	0,05	Genitsariotis (1996, adapted)
Σκάλες	h	0,17	Fluck and Baird (1982, adapted)
Κουβάδες	h	0,085	Jarach (1985, adapted)
Τελάρα	h	0,085	Jarach (1985, adapted)
Σύστημα άρδευσης	hm*	0,092	Pimentel (1973) and Fluck (1985)

*hm αντιστοιχεί σε 100 m σωλήνα

Η εκτίμηση των ενεργειακών εισροών και εκροών έγινε ως εξής:

1. Ενεργειακή εισροή: είναι το σύνολο της άμεσης και ενσωματωμένης ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη διεξαγωγή των διεργασιών σε όλη την παραγωγική διαδικασία των οπωροκηπευτικών (ψεκασμοί, λίπανση, συγκομιδή, μεταφορά, άρδευση, διαχείριση ζιζανίων, εδαφοκάλυψη, κ.α.) .

$$\text{Ενεργειακή εισροή (MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}) = \sum (E_{\text{άμεση}} + E_{\text{ενσωματωμένη}})$$

Α. Άμεση ενέργεια: είναι το σύνολο της ενέργειας των καυσίμων και των ωρών ανθρώπινης εργασίας και εκφράζεται



Άμεση ενέργεια ($\text{MJ ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$) = ενέργεια καυσίμων ($\text{MJ ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$) + ενέργεια ανθρώπινης εργασίας ($\text{MJ ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$)

α) Ενέργεια καυσίμων: το συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο για πετρέλαιο, βενζίνη και λιπαντικά εκτιμάται περίπου στα $38,0 \text{ MJ L}^{-1}$, $34,5 \text{ MJ L}^{-1}$ και 40 MJ L^{-1} , αντίστοιχα (Wells, 2001). Ένα επιπλέον 23% προστίθεται σε αυτές τις τιμές, για εξόρυξη, επεξεργασία, διύλιση και μεταφορά (Wells, 2001). Αυτό δίνει συνολικό ενεργειακό περιεχόμενο για πετρέλαιο, βενζίνη και λιπαντικά $46,7$, $42,3$, $49,2 \text{ MJ L}^{-1}$, αντίστοιχα (Wells, 2001) (Πίν. 2.3). Επειδή η συμμετοχή των λιπαντικών έχει αμελητέα συνεισφορά στο συνολικό ενεργειακό κόστος, στην παρούσα εργασία δεν συνυπολογίστηκαν. Η ενέργεια των καυσίμων εκφράζεται:

- Ενέργεια καυσίμων ($\text{MJ ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$) = $\sum_n$ ενεργειακό περιεχόμενο καυσίμων * χρησιμοποιούμενα καύσιμα

Η κατανάλωση καυσίμων από τα μηχανήματα προκύπτει από την εκτίμηση του καλλιεργητή για το μέσο χρόνο που απαιτείται για να διεξαχθεί μια δραστηριότητα ανά εκτάριο και για τον τύπο της μηχανής που χρησιμοποιείται. Η κατανάλωση καυσίμων για μηχανές πετρελαίου είναι περίπου $0,35 \text{ L hr}^{-1}$ για κάθε kW PTO (μηχάνημα που μεταβιβάζει τη δύναμη της μηχανής του τρακτέρ στα προσαρτημένα στο τρακτέρ μηχανήματα). Για τη μετατροπή της υποδύναμης (hp) σε PTO (kW), η υποδύναμη πολλαπλασιάζεται με 0,7457. Οι μηχανές πετρελαίου δεν χρησιμοποιούν στο μέγιστο την υποδύναμη (π.χ. το τρακτέρ χρησιμοποιεί περίπου 60% της υποδύναμης σε ετήσια βάση). Συνεπώς: $\text{Ντίζελ (L hr}^{-1}\text{)} = \text{kW} \times 0,35 \text{ (L hr}^{-1}\text{)} \times 0,60$. Η κατανάλωση καυσίμων σε άλλες δραστηριότητες, όπως η εφαρμογή λιπασμάτων, η συγκομιδή, η μεταφορά, εκτιμάται από τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται και το χρόνο που καταναλώνουν. Στην παρούσα εργασία η κατανάλωση καυσίμων από το τρακτέρ υπολογίστηκε:

$$55 \text{ hr} \times 0,7457 = 41,01 \text{ και } 41,01 \times 0,35 \times 0,60 = \underline{8,6 \text{ L hr}^{-1}}$$

Το τρακτέρ διανύει περίπου 20 km hr^{-1} . Στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς το αγροτεμάχιο απέχει 800 m από την οικία του παραγωγού και άρα διανύει 1,6 km κάθε ημέρα για να πάει στο αγροτεμάχιο του και να επιστρέψει. Αφού σε μια ώρα



διανύει 20 km, για να διανύσει τα 1,6 km χρειάζεται 4,8 λεπτά. Ο παραγωγός διανύει την απόσταση αυτή 50 ημέρες (για τη μεταφορά του καρπού, τη μεταφορά των ξύλων και τον ψεκασμό με βορδιγάλιο πολύτο). Συνεπώς 240 λεπτά το χρόνο χρησιμοποιεί το τρακτέρ (50 ημέρες x 4,8 λεπτά) για το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο και έτσι προκύπτει η κατανάλωση καυσίμων που ισοδυναμεί με $34,4 \text{ L}$ ($2,3 \text{ L ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$). Η κατανάλωση καυσίμων από το αγροτικό προκύπτει από την υπόθεση ότι για να διανύσει 100 km καίει 10 L πετρέλαιο.

β) Ανθρώπινη εργασία: η ανθρώπινη εργασία είναι μια σημαντική εισροή και πρέπει να συνυπολογίζεται. Η ανθρώπινη εργασία αντιπροσωπεύει μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και υπολογίζεται ως το άθροισμα της ανθρώπινης εργασίας που απαιτείται σε κάθε δραστηριότητα ως άνθρωποι- ώρες $\text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$. Δραστηριότητες όπως το κλάδεμα, το αραίωμα και η συγκομιδή συνήθως γίνονται με το χέρι. Ανθρώπινη εργασία απαιτείται επίσης για την προετοιμασία των σκευασμάτων ψεκασμού, γραφική εργασία για τη λήψη βιολογικών πιστοποιητικών, φυτοπροστασία, επισκευές και διάφορες άλλες δραστηριότητες. Η άμεση ενέργεια, που ξοδεύεται με την ανθρώπινη εργασία, θεωρείται η τροφή που χρησιμοποιείται από το σώμα. Δεν λαμβάνεται υπόψη το ενεργειακό κόστος ανάπτυξης του ανθρώπου έως την ηλικία εργασίας. Επίσης ενσωματωμένη ενέργεια στην ανθρώπινη εργασία είναι και η ενέργεια που απαιτείται για το σχηματισμό και τη διανομή της τροφής του εργαζόμενου, όμως εδώ δεν λαμβάνεται υπόψη για το λόγο ότι οι άνθρωποι υπάρχουν και πρέπει να τρέφονται ανεξάρτητα από την εργασία τους (Audsley, 1997). Γι αυτό μόνο η άμεση ενέργεια στην ανθρώπινη εργασία λαμβάνεται υπόψη. Το ανθρώπινο σώμα μετατρέπει τη χημική ενέργεια από την τροφή σε μηχανική ενέργεια για εργασία. Εκτιμάται ότι η εργασία στον αγρό καταναλώνει περίπου 21,77 kcal ενέργειας τροφής ανά εβδομάδα με 40 ώρες εργασία ανά εβδομάδα (Pimentel et al., 1973). Για οκτώ ώρες, που θεωρείται μια ανθρωπο- ημέρα, οι απαιτήσεις σε άμεση ενέργεια είναι 4354 kcal ή 18,3 MJ ($1 \text{ kcal}=4,2 \text{ kJ}$) (Πίν. 2.3) και εκφράζεται:

Ανθρώπινη ενέργεια ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) = αριθμός ανθρώπων-ημερών $\text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1} \times 18,3 \text{ MJ day}^{-1}$



B. Ενσωματωμένη ενέργεια: είναι το άθροισμα για όλες τις εισροές της ενσωματωμένης ενέργειας στα υλικά, όπως στα λιπάσματα και τα αγροχημικά, το compost, τα μηχανήματα, τη χρήση ηλεκτρισμού και των συστημάτων άρδευσης. Εκφράζεται ως:

$$\text{Ενσωματωμένη ενέργεια (MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}) = \sum_n (\text{Ε ενσωματωμένη})$$

α) Η ενσωματωμένη ενέργεια στα αγροχημικά, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα και τα λιπάσματα, η οποία για τα περισσότερα από αυτά υπάρχει στη βιβλιογραφία (Πίν. 2.3). Για κάποια όμως όπως είναι ο βορδιγάλιος πολτός, η ασβεστούχος νιτρική αμμωνία, η θειική αμμωνία, τα διαφυλλικά, το 11-15-15, το spinosad και το θειασβέστιο, η ενσωματωμένη ενέργεια εκτιμήθηκε πολλαπλασιάζοντας το συντελεστή του κάθε στοιχείου ξεχωριστά με το αντίστοιχο ποσοστό ή λήφθηκε η μέση τιμή των αντίστοιχων σκευασμάτων. Για παράδειγμα το 11-15-15 εκτιμήθηκε ($11\% \cdot 74,2 + 15\% \cdot 13,7 + 15\% \cdot 9,7$), στο βορδιγάλιο πολτό πολλαπλασιάστηκε το ποσοστό (50% Cu) επί τον συντελεστή για τον χαλκό, ενώ στο spinosad ο συντελεστής 120 MJ kg^{-1} με το ποσοστό 80% spinosad. Στην ασβεστούχο νιτρική αμμωνία και στη θειική αμμωνία το ποσοστό του N λήφθηκε υπόψη ως 26% και 21%, αντίστοιχα. Τα ανόργανα στοιχεία έχουν υψηλό συντελεστή και, ως απλές ουσίες, δεν συμπεριλάβαμε περαιτέρω ενέργεια για τα υπόλοιπα περιεχόμενα του εμπορικού προϊόντος (ασβέστη, θειική ρίζα, κ.λπ).

β) Ενσωματωμένη ενέργεια στο compost: για την προετοιμασία κάθε kg ξηράς ουσίας compost εκτιμήθηκε ότι απαιτείται 1,1 MJ ενέργειας (Barber & Scarrow, 2001) και προκύπτει: ποσότητα compost $\times 1,1 \times 0,5$ (εάν η ξηρά ουσία του compost είναι 50% του καθαρού βάρους). Στην παρούσα έρευνα οι παραγωγοί δεν χρησιμοποιούν compost.

γ) Ενσωματωμένη ενέργεια στα μηχανήματα και τα εργαλεία υπάρχει στη βιβλιογραφία (Πίν. 2.4). Στην ενσωματωμένη ενέργεια περιλαμβάνεται η ενέργεια κατασκευής, μεταφοράς και επισκευής των μηχανημάτων. Διαιρώντας την ενέργεια αυτή με το συνολικό χρόνο οικονομικής ζωής των μηχανημάτων (ώρες) βρίσκεται η αντιστοιχούσα ενέργεια ανά ώρα λειτουργίας και η ενέργεια που απαιτήθηκε για τις συγκεκριμένες καλλιεργητικές εργασίες. Οι υπολογισμοί που έγιναν βασίστηκαν



στις υποθέσεις: i) το τρακτέρ σε 1 ώρα διανύει 20 km. ii) το αγροτικό σε 1 ώρα διανύει 40 km. Στον Πίν. 2.5 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ώρες λειτουργίας των μηχανημάτων και των εργαλείων στο σύνολο των εκταρίων, σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια.

Πίνακας 2.5: Ώρες λειτουργίας μηχανημάτων και χρήσης εργαλείων (στο σύνολο των εκταρίων) για τον υπολογισμό της ενσωματωμένης σε αυτά ενέργειας στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ (hr)	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ (hr)	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ (hr)	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ (hr)
Τρακτέρ (41 kW)	4	-	-	-
Αγροτικό	5	7,5	7,4	1,2
Ψεκαστική μηχανή (3,7 kW)	30	25	15	60
Χορτοκοπτικά	35	20	35	15
Δονητικά/τινακτικά	200	50	-	-
Πριόνια χειρός	30	-	-	-
Κονταροπρίονο	-	40	-	-
Αλυσοπρίονο	300	40	-	-
Ψαλίδι	300	-	-	100
Αεροψάλιδο	-	-	5	-
Κομπρεσέρ	-	-	10	-
Τσεκούρι	-	80	-	-
Τσάπα	-	-	55	-
Σκάλες	-	-	55	80
Κουβάδες	-	-	55	80
Τελάρα	-	-	55	80

δ) Ενσωματωμένη ενέργεια στον ηλεκτρισμό: αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για την άρδευση. Στην παρούσα εργασία η καλλιέργεια της ελιάς είναι ξηρική οπότε δεν υπάρχει κατανάλωση ηλεκτρισμού. Στη βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς η άρδευση γίνεται με κατάκλιση από το κοινοτικό αυλάκι, οπότε δεν καταναλώνεται ηλεκτρικό ρεύμα. Αντίθετα στη συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς όπου γίνεται στάγδην άρδευση ο ηλεκτρισμός εκτιμάται ως εξής:



$$9 \text{ αρδεύσεις} \times 6 \text{ hr} = 54 \text{ hr}$$

$$1 \text{ hr} = 19 \text{ kWh} \text{ άρα } 54 \text{ hr} \times 19 \text{ kWh} = 1026 \text{ kWh} \text{ και}$$

$$1 \text{ kWh} = 12,1 \text{ MJ kWh}^{-1} \text{ άρα } 1026 \text{ kWh} \times 12,1 \text{ MJ kWh}^{-1} = \underline{12414,6 \text{ MJ}}$$

ε) Ενσωματωμένη ενέργεια στα συστήματα άρδευσης: Στη βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς η ενσωματωμένη ενέργεια στα συστήματα άρδευσης υπολογίστηκε ως εξής: 1000 m^3 (σύμφωνα με τον παραγωγό) επί το ενεργειακό περιεχόμενο (0,63) που αντιστοιχεί στο νερό (Πίν. 2.3) και αυτό δια τα εκτάρια ώστε να προκύψει η ενσωματωμένη ενέργεια στα συστήματα άρδευσης ανά εκτάριο. Στη συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς σε κάθε δέντρο αντιστοιχούν δύο σταγόνες (80 L η κάθε μια). Η άρδευση γίνεται γύρω στις 9 φορές το χρόνο από πέντε ώρες κάθε φορά και έτσι προκύπτει η ενσωματωμένη ενέργεια στα συστήματα άρδευσης ανά δέντρο. Στην καλλιέργεια της ελιάς που είναι ξηρική δεν υπολογίζουμε την ενσωματωμένη ενέργεια στα συστήματα άρδευσης.

2. Ενεργειακή εκροή: Πληροφορίες για το ενεργειακό περιεχόμενο των βρώσιμων καρπών παρέχονται και από το Food Nutrient Database (USDA, 2007). Σύμφωνα με τον USDA, το ενεργειακό περιεχόμενο για τα φρέσκα μήλα είναι $2,18 \text{ MJ kg}^{-1}$ (Πίν. 2.3). Από το συνολικό ποσό καρπών (Πίν. 2.6) υπολογίσθηκε:

$$\text{Ενεργειακή εκροή (MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}) = \text{φρέσκα φρούτα (kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}) \times \text{ενεργειακό περιεχόμενο φρούτων (MJ kg}^{-1})$$

Ο λόγος της ενέργειας μας δείχνει την αποτελεσματικότητα της μετατροπής της ενεργειακής εισροής σε ενεργειακή εκροή (παραγωγή φρούτων). Αν η ποσότητα των καρπών που παράχθηκε (kg ha^{-1}) διαιρεθεί με την ενέργεια που απαιτήθηκε (MJ ha^{-1}) για την παραγωγή τους, προκύπτει η παραγωγικότητα της ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε (kg MJ^{-1}). Το αντίστροφο, δηλαδή η ενέργεια ανά μονάδα παραχθέντος προϊόντος, δείχνει την ένταση της χρησιμοποιηθείσας ενέργειας (MJ kg^{-1}). Αν η ποσότητα του προϊόντος που παράχθηκε αναχθεί σε ισοδύναμη ενέργεια (KJ ha^{-1}) και συγκριθεί με την ενέργεια που δαπανήθηκε, προκύπτει ο βαθμός απόδοσης της ενέργειας.



Πίνακας 2.6: Εκροές των καλλιεργειών της ελιάς και της μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας.

ΕΚΡΟΕΣ	ΚΑΡΠΟΙ (kg)	ΕΚΤΑΣΗ (ha)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΝΤΡΩΝ	ΚΑΡΠΟΙ (kg ha ⁻¹)
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ	64000	14,5	2329	4413
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	10000	0,4	100	25000
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ	16000	1,0	200	16000
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	23400	0,8	180	29250

Ο υπολογισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

Το δεύτερο κριτήριο της αειφορίας ενός οπωρώνα είναι να είναι κλιματικά ουδέτερος ή να αποτελεί καθαρή αποθηκευτική δεξαμενή άνθρακα ή, το χειρότερο, πόσο άνθρακα εκλύει στο περιβάλλον κατά την παραγωγή καρπού, το οποίο προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη το λόγο του δεσμευμένου CO₂ στο φυτό και στους καρπούς προς τις εκπομπές από όλες τις καλλιεργητικές εργασίες σε ισοδύναμα CO₂. Αυτός ο λόγος (δεσμευμένο CO₂ /εκλυόμενο CO₂), όταν είναι μεγαλύτερος ή ίσος με τη μονάδα, δείχνει ότι το σύστημα είναι κλιματικά ουδέτερο ή ότι αποτελεί καθαρή δεξαμενή αποθήκευσης άνθρακα. Οι εκπομπές σε ισοδύναμα CO₂ στον οπωρώνα προκύπτουν από την κατανάλωση ενέργειας (άμεσης και ενσωματωμένης) και από το έδαφος του οπωρώνα. Με την χρήση αντίστοιχων συντελεστών εκτιμήθηκαν και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Πίν. 2.7).

Πίνακας 2.7: Ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου (CO₂e) του άνθρακα των εισροών της παρούσας έρευνας (τα ισοδύναμα έχουν βρεθεί είτε ανά kg προϊόντος είτε ανά MJ ενέργειας για την παραγωγή κάποιου προϊόντος).

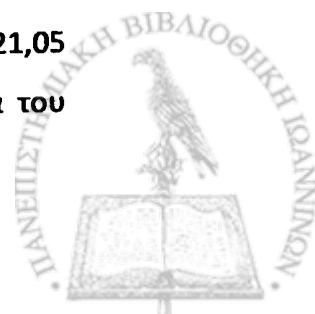
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	Μονά- δα	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ (kg CO ₂ unit ⁻¹)	Πηγή
Λιπάσματα			
Άζωτο	kg	1,2	Lal (2004)
Φώσφορος	kg	0,2	Lal (2004)
Κάλιο	kg	0,15	Lal (2004)
Ασβέστιο	kg	0,16	Lal (2004)
Θείο	kg	0,3	Wells (2001)
Παρασιτοκτόνα			
Ζιζανιοκτόνα	kg	6,3	Lal (2004)
Roundup	kg	9,1	Lal (2004)
Εντομοκτόνα	kg	5,1	Lal (2004)
Μυκητοκτόνα	kg	3,9	Lal (2004)
<u>Συμβατική λίπανση</u>			
<u>ελιάς</u>			
Ασβεστούχος νιτρική			
αμμωνία	kg	0,3	
Θειική αμμωνία	kg	0,25	
<u>Συμβατική λίπανση</u>			
<u>μηλιάς</u>			
Διαφυλλικό	MJ	0,24	
11-15-15	kg	1,1	Lal (2004)
Βιολογικά λιπάσματα			
Patentkali	MJ	0,08	Wells (2001)
Βόρακας	MJ	0,08	Wells (2001)
Σβησμένος ασβέστης	MJ	0,43	Wells (2001)
Κοπριά	tn	7,5	Lal (2004)
Βιολογικά μυκητοκτόνα			
Βορδιγάλιος πολτός	kg	1,2	Wells (2001)
Θειασβέστιο	kg	0,04	
Βιολογικά εντομοκτόνα			
Μιπμενθόλη	MJ	0,08	Wells (2001)
Πετρέλαιο	MJ	0,08	Wells (2001)
Βενζίνη	MJ	0,076	Wells (2001)
Λιπαντικά	MJ	0,04	Wells (2001)
Μηχανήματα / εργαλεία	MJ	0,08	Wells (2001)
Ηλεκτρισμός	MJ	0,06	Wells (2001)
			Boustead and Hancock (1979)
1GJ		20,15	Lal (2004)



1. Δεσμευμένο CO₂ είναι ο συνολικός άνθρακας που συγκρατείται σε ένα οπωροφόρο δέντρο με τη φωτοσύνθεση και εκφράζεται ως CO₂, μαζί με το προσωρινά αποθηκευμένο CO₂ στο εφαρμοζόμενο compost ή άλλη οργανική ουσία.

Δεσμευμένο CO₂ (kg ha⁻¹ yr⁻¹) = δεσμευμένο CO₂ στα δέντρα (kg ha⁻¹ yr⁻¹) + προσωρινά δεσμευμένο στο compost CO₂ (kg ha⁻¹ yr⁻¹)

A. Δεσμευμένο CO₂ στα δέντρα: Ο καθαρός απομονωμένος άνθρακας σε ένα δέντρο υπολογίζεται ως η ολική φωτοσύνθεση κόμης μείον την αναπνοή των φυτών κατά την περίοδο ανάπτυξης (Greer et al., 2004). Πολλαπλασιάζοντας το βάρος του άνθρακα επί 3,67 (το λόγο μοριακού βάρους του διοξειδίου του άνθρακα προς τον άνθρακα 44: 12), προκύπτει η ποσότητα του απομονωμένου διοξειδίου του άνθρακα σε ένα δέντρο για ένα έτος (Saunders et al., 2006). Το απομονωμένο σε ένα δέντρο CO₂ δεσμεύεται στα φύλλα, τις λεπτές ρίζες, τους βλαστούς και τους καρπούς σε αναλογία 22: 22: 23 :33, αντίστοιχα (Kroodsma & Field, 2006). Όλο το απομονωμένο στους καρπούς CO₂, επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, καθώς το φρούτο καταναλώνεται. Έτσι, το απομονωμένο στους καρπούς CO₂ θεωρείται ότι βρίσκεται σε σταθερή κατάσταση και δεν συμπεριλαμβάνεται στους υπολογισμούς της εκπομπής και απομόνωσης CO₂. Αφαιρώντας το απομονωμένο στους καρπούς CO₂ (33% του συνολικά απομονωμένου CO₂ ανά δέντρο), το συνολικά απομονωμένο CO₂ ανά δέντρο στα φύλλα, τις ρίζες και τους βλαστούς ανέρχεται στα 27,46 kg ha⁻¹ yr⁻¹ για τα ακτινίδια. Σε έναν οπωρώνα με 500 ακτινίδια στη Νέα Ζηλανδία αναμένεται ότι θα απομονωθούν 13,7 tn ha⁻¹ yr⁻¹. Σε έναν οπωρώνα με μηλιές το απομονωμένο CO₂ για κάθε δέντρο εξαρτάται από το μέγεθος του δέντρου και την πυκνότητα φύτευσης. Σύμφωνα με δεδομένα από το Cornell University, μια κανονική και ώριμη μηλιά θα απομονώσει περίπου 62,85 kg yr⁻¹. Το απομονωμένο CO₂ σε μια μηλιά, σε έναν ημι-εντατικό οπωρώνα εκτιμάται στα 43,99 kg yr⁻¹, ενώ σε έναν εντατικό 31,42 kg yr⁻¹. Τα μεγάλου μεγέθους μηλεόδεντρα του Πηλίου, και συγκεκριμένα στους δύο μηλεώνες των μετρήσεων, εκτιμάται ότι δεσμεύουν περίπου 50 kg CO₂ ανά δέντρο. Αφαιρώντας το απομονωμένο στους καρπούς CO₂ (33%), το συνολικά απομονωμένο CO₂ ανά δέντρο ανέρχεται στα 29,47 kg yr⁻¹ για έναν ημι-εντατικό οπωρώνα, 21,05 kg yr⁻¹ για εντατικό οπωρώνα και περίπου 33 kg yr⁻¹ για τα μεγάλα δέντρα του



Πηλίου. Με βάση τα παραπάνω, το δεσμευμένο CO₂ για έναν οπωρώνα με μηλιές εκτιμάται:

Δεσμευμένο CO₂ στις μηλιές (kg ha⁻¹ yr⁻¹) = αριθμός δέντρων ανά εκτάριο * κιλά δεσμευμένου CO₂ ανά δέντρο

Β. Δεσμευμένο CO₂ στο compost: ο αποθηκευμένος στο compost άνθρακας . Η ξηρά ουσία του compost είναι περίπου 50% (BioGro certified compost). Συνήθως ο άνθρακας αποτελεί 40% της ξηράς ουσίας του compost. Έτσι, ο αποθηκευμένος στο compost άνθρακας (εκφρασμένος σε CO₂) εκτιμάται:

$$\text{Δεσμευμένο CO}_2 \text{ στο compost (kg)} = \text{kg compost} * 0,2 * 3,67$$

- Στην παρούσα έρευνα δεν εκτιμήθηκε το απομονωμένο CO₂ στα δέντρα και στο compost.

2. Εκλυόμενο CO₂: οι εκπομπές ισοδύναμων CO₂ (CO₂e) περιλαμβάνουν εκπομπές CO₂ από τη χρήση άμεσης και ενσωματωμένης ενέργειας και εκπομπές CO₂ και N₂O από το έδαφος. Οι εκπομπές σε CO₂e εκφράζονται:

Εκπομπές σε CO₂e (kg ha⁻¹ yr⁻¹) = εκπομπές CO₂ από άμεση ενέργεια (kg ha⁻¹ yr⁻¹) + εκπομπές CO₂ από ενσωματωμένη ενέργεια (kg ha⁻¹ yr⁻¹) + εκπομπές CO₂e από το έδαφος (kg ha⁻¹ yr⁻¹).

Α. Εκπομπές CO₂ από άμεση ενέργεια: οι εκπομπές από τη χρήση άμεσης ενέργειας είναι το άθροισμα των εκπομπών CO₂ από τα καύσιμα (βενζίνη, πετρέλαιο, λιπαντικά). Οι εκπομπές σε ισοδύναμα CO₂ από την άμεση ενέργεια εκφράζεται ως:

Εκπομπές CO₂ από άμεση ενέργεια (kg ha⁻¹ yr⁻¹) = Σ CO₂ εκπομπών από χρήση διαφόρων καυσίμων (kg ha⁻¹ yr⁻¹)

Εκπομπές CO₂ από χρήση καυσίμων: ο IPCC έδωσε τις βασικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την κατανάλωση πετρελαίου, βενζίνης και λιπαντικών 0,0741, 0,0693, 0,0367 kg MJ⁻¹, αντίστοιχα. Σε αυτά προστίθεται ένα 0,0067 kg MJ⁻¹ CO₂ από εκπομπές που δεν προέρχονται από καύση αλλά από τη



μεταφορά καυσίμων και προκύπτει 0.08 kg MJ^{-1} για πετρέλαιο, 0.076 kg MJ^{-1} για βενζίνη και $0,04 \text{ kg MJ}^{-1}$ για λιπαντικά (τα οποία όπως προαναφέρθηκε εξαιτίας της αμελητέας ποσότητας δεν υπολογίστηκαν στην παρούσα έρευνα) (Πίν. 2.7) και εκφράζεται:

Εκπομπές CO_2 από χρήση καυσίμων ($\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) = χρήση καυσίμων ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) * συντελεστής εκπομπών για κάθε τύπο καυσίμου

Β. Εκπομπές CO_2 από ενσωματωμένη ενέργεια: με κάθε MJ ενσωματωμένης ενέργειας, συγκεκριμένη ποσότητα CO_2 εκπέμπεται. Το άθροισμα των εκπομπών CO_2 , που σχετίζεται με την ενσωματωμένη ενέργεια για τις διάφορες εισροές δίνει τις συνολικές εκπομπές CO_2 από την ενσωματωμένη ενέργεια. Οι συντελεστές εκπεμπόμενου CO_2 από την ενσωματωμένη στις εισροές ενέργεια, δίνεται στον Πίν. 2.7 και οι εκπομπές CO_2 από ενσωματωμένη ενέργεια εκφράζονται:

Εκπομπές CO_2 από ενσωματωμένη ενέργεια = $\sum$ (ενσωματωμένη στις εισροές ενέργεια * συντελεστή εκπεμπόμενου CO_2)

Οι εκπομπές CO_2e για την ενσωματωμένη ενέργεια στον ηλεκτρισμό και την άρδευση εκτιμήθηκε πολλαπλασιάζοντας τα MJ επί τον συντελεστή ($1 \text{ GJ} = 20,15$ άρα $1 \text{ MJ} = 0,02 \text{ kg}$ ανά μονάδα CO_2)

Γ. Εκπομπές ισοδύναμων CO_2 από το έδαφος: προκύπτουν από την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας (αποσύνθεση κλαδεμάτων, βλαστών, φύλλων, ριζών και compost) και από τις εκπομπές N_2O και εκφράζονται:

Εκπομπές CO_2e από το έδαφος ($\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) = εκπομπές CO_2 από αποσύνθεση οργανικής ουσίας ($\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) + εκπομπές N_2O σε CO_2e ($\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)

- Οι εκπομπές CO_2e από το έδαφος δεν εκτιμήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

Ο λόγος CO_2 είναι ίσος με δεσμευμένο CO_2 ($\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) / εκλυόμενο CO_2 ($\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$).



3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας από μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς στο Ν. Μαγνησίας

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στη μεθοδολογία για τον υπολογισμό των ενεργειακών εισροών που απαιτήθηκαν σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς στο Ν. Μαγνησίας, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται η ισοδύναμη ενέργεια καυσίμων (Πίν. 3.1), η ισοδύναμη ενέργεια για ανθρώπινη εργασία (Πίν. 3.2), η ισοδύναμη ενσωματωμένη ενέργεια στα λιπάσματα, τα ζιζανιοκτόνα, τα εντομοκτόνα, τα μυκητοκτόνα (Πίν. 3.3) και τέλος η ενσωματωμένη ενέργεια στα μηχανήματα και τα εργαλεία (Πίν. 3.4)

Πίνακας 3.1: Ισοδύναμη ενέργεια καυσίμων στην καλλιέργεια της ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

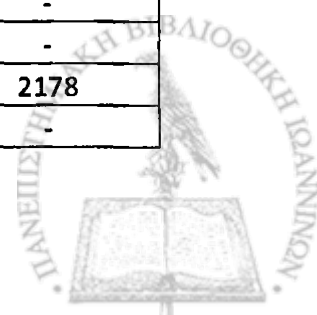
	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ		ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ	
	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (L ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (L ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)
ΤΡΑΚΤΕΡ	2	108	-	-
ΑΓΡΟΤΙΚΟ	1	67	28	1193
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ / ΕΡΓΑΛΕΙΑ	41	1717	120	5076
ΣΥΝΟΛΟ	44	1892	148	6269

Πίνακας 3.2: Ισοδύναμη ενέργεια για ανθρώπινη εργασία στην καλλιέργεια της ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ				ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ			
	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΝΘΡΩΠΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ)	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΝΘΡΩΠΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ)
ΚΛΑΔΕΜΑ	65	3	195	3568	5	5	25	458
ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	40	7	280	5124	15	4	60	1098
ΨΕΚΑΣΜΟΙ-ΛΙΠΑΝΣΗ	14	4	56	1025	10	2	20	366
ΖΙΖΑΝΙΑ	7	3	21	384	5	2	10	183
ΣΥΝΟΛΟ	-	-	552	10101	-	-	177	2105
Ενέργεια (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	-	-	-	696	-	-	-	2104

Πίνακας 3.3: Ισοδύναμη ενέργεια για λιπάσματα- ζιζανιοκτόνα- εντομοκτόνα- μυκητοκτόνα στην καλλιέργεια της ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ		ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ	
	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg ha ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg ha ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)
ΡΑΤΕΝΤΚΑΛΙ (ΘΕΙΙΚΟ ΚΑΛΙΟΜΑΓΝΗΣΙΟ)	1120	6720	-	-
ΒΟΡΑΚΑΣ	128	768	100	600
ΣΒΗΣΜΕΝΟΣ ΑΣΒΕΣΤΗΣ	3	2	-	-
ΚΟΠΡΙΑ	-	-	-	-
ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	-	-	300	6000
ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΘΕΙΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	-	-	300	4740
ΔΙΑΦΥΛΛΙΚΟ	-	-	-	-
11-15-15	-	-	-	-
ΒΟΡΔΙΓΑΛΙΟΣ ΠΟΛΤΟΣ	22,8	1270	-	-
ΘΕΙΑΣΒΕΣΤΙΟ	-	-	-	-
ΟΞΙΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΧΑΛΚΟ	-	-	2	792
DELAN	-	-	-	-
ROUNDUP	-	-	7	3570
ΘΕΡΙΝΟΣ ΠΟΛΤΟΣ(ΛΑΔΙ)	-	-	-	-
SPINOSAD	-	-	-	-
ΣΑΠΟΥΝΙ	-	-	-	-
ΒΑΚΙΛΟΣ	-	-	-	-
ROGOR	-	-	6	2178
ZOLONE	-	-	-	-



ΑΛΛΟ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	-	8760	-	17880

Πίνακας 3.4: Ενσωματωμένης ενέργεια στα μηχανήματα και τα εργαλεία (στο σύνολο των εκταρίων) στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ στα 14,5 ha (MJ)	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ στο 1 ha (MJ)
Τρακτέρ (41 kW)	329	
Αγροτικό	489	734
Ψεκαστική μηχανή (3,7 kW)	2088	1740
Χορτοκοπτικά	2436	1392
Δονητικά/τινακτικά	17100	4275
Πριόνια χειρός	2	
Κονταροπρίονο		2
Αλυσοπρίονο	180	24
Ψαλίδι	15	
Αεροψάλιδο		
Κομπρεσέρ		
Τσεκούρι		4
Τσάπα		
Σκάλες		
Κουβάδες		
Τελάρα		
Σύνολο	22639	8171

Όσον αφορά την κατανομή της εισρέουσας ενέργειας κατά συντελεστή παραγωγής, τη χρονιά που υπήρχε παραγωγή, στο βιολογικό ελαιώνα (58%) και στο συμβατικό (32,9%) οφείλεται στα λιπάσματα και αποτελεί τον παραγωγικό συντελεστή που καταναλώνει την περισσότερη εισερχόμενη ενέργεια (Πίν. 3.5). Παρατηρείται όμως σημαντική διαφορά ως προς την καταναλισκόμενη ενέργεια από τα λιπάσματα ανάμεσα στη βιολογική και τη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς με τη συμβατική να έχει περίπου μιάμιση φορά μεγαλύτερες απαιτήσεις σε ενέργεια. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι και οι δύο παραγωγοί έκαναν ελλιπή λίπανση, καθώς στο βιολογικό ελαιώνα δεν εφαρμόστηκε άζωτο ενώ απαιτείται ετήσια και το υψηλό κάλιο που εφαρμόστηκε δεν απαιτείται κάθε έτος, και στο συμβατικό ελαιώνα δεν εφαρμόστηκε κάλιο, αλλά μπορεί να είχε εφαρμοστεί τα προηγούμενα έτη.

Στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς μετά τα λιπάσματα ακολουθούν με μικρότερα ποσοστά τα καύσιμα (14,7%) τα οποία σε σχέση με τη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς είναι χαμηλότερα, παρόλο που ο παραγωγός χρησιμοποιεί και τρακτέρ σε αντίθεση με τη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς, η ενσωματωμένη ενέργεια στα μηχανήματα (12,1%), τα μυκητοκτόνα (9,8%) και τέλος ένα μικρό ποσοστό καταλαμβάνει η ενσωματωμένη ενέργεια στην ανθρώπινη εργασία (5,4%) (Σχ. 3.2). Η διαφορά στο ποσοστό των μυκητοκτόνων, τα οποία απαιτούν περισσότερη ενέργεια στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς σε σχέση με τη συμβατική (2,3%) οφείλεται στη συνολικά μικρότερη ποσότητα ενέργειας που εισέρευσσε στο βιολογικό ελαιώνα και στο μεγάλο μέγεθος των ελαιόδεντρων (σε 70 δέντρα εφαρμόστηκαν 10 kg βορδιγάλιου πολτού), ενώ στο συμβατικό σε 200 δέντρα εφαρμόστηκαν 4 kg οξυχλωριούχου χαλκού. Στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς μετά τα λιπάσματα, ακολουθεί η ενσωματωμένη στα μηχανήματα και τα εργαλεία ενέργεια (23,7%), τα καύσιμα (18,2%), τα ζιζανιοκτόνα (10,4%), τα εντομοκτόνα (6,3%), η ανθρώπινη εργασία (6,1%) και ένα μικρό ποσοστό κατέχουν τα μυκητοκτόνα (2,3%) (Σχ. 3.3). Όσον αφορά τουλάχιστον στην ενέργεια των μηχανημάτων και των εργαλείων φαίνεται καθαρά η οικονομία κλίμακας που επιτυγχάνεται στο βιολογικό ελαιώνα που είναι πολύ μεγάλου μεγέθους για τα Ελληνικά δεδομένα. Η απαιτούμενη ενέργεια στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς



(34424 MJ ha⁻¹ yr⁻¹) είναι σχεδόν τριπλάσια σε σχέση με τη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς (12909 MJ ha⁻¹ yr⁻¹) και οι περισσότεροι συντελεστές παραγωγής απαιτούν περισσότερη ενέργεια με εξαίρεση τα μυκητοκτόνα, που, όπως αναφέρθηκε, οφείλεται στη μεγάλη ποσότητα βορδιγάλιου πολτού που εφαρμόζει ο παραγωγός (Σχ. 3.1). Αλλά η εισρέουσα ενέργεια από τα μυκητοκτόνα ήταν ελάχιστη στο σύνολο των εισροών. Η ανθρώπινη εργασία προκάλεσε ελάχιστη εισροή ενέργειας στους ελαιώνες, παρόλο που αρκετές εργασίες γίνονται χειρωνακτικά όπως το κλάδεμα, το αραίωμα, η κοπή των χόρτων, η συγκομιδή. Αυτό οφείλεται στο μικρό συντελεστή που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της ανθρώπινης εργασίας σε ενέργεια. Με την ενέργεια που εισέρευσσε στο αγροοικοσύστημα παρήχθησαν στο βιολογικό ελαιώνα 4414 kg ha⁻¹ καρπού που ισοδυναμούν σε 31338 MJ ha⁻¹ yr⁻¹, ενώ στο συμβατικό 16000 kg ha⁻¹ καρπού που ισοδυναμούν σε 113600 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ (Πίν. 3.6). Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι ο συμβατικός ελαιώνας είχε ρεκόρ παραγωγής που δύσκολα επιτυγχάνεται σε ξηρικούς ελαιώνες και συνήθως την χρονιά καρποφορίας δεν υπερβαίνει τα 800 kg ha⁻¹ καρπού. Αντίθετα, τη συγκεκριμένη χρονιά ο βιολογικός ελαιώνας βρίσκονταν σε χρονιά ακαρπίας με περίπου τη μισή παραγωγή σαν μέσο όρο της κανονικής. Βέβαια είναι αναμενόμενο βάσει της βιβλιογραφίας ότι η παραγωγή καρπών υστερεί στη βιολογική παραγωγή σε σχέση με τη συμβατική και μπορεί να συμβαίνει και εδώ αλλά απαιτεί μακροχρόνια καταγραφή της παραγωγής. Από την άλλη μεριά, τα πολλαπλά οφέλη της βιολογικής γεωργίας ως προς το περιβάλλον, την υγεία των καταναλωτών και την αξία του βιολογικού ελαιολάδου δεν μπορούν να υπολογιστούν σε τέτοιου είδους ανάλυση. Είναι αμφίβολο ότι μπορεί να επιτευχθεί περαιτέρω μείωση των ενεργειακών εισροών ειδικότερα όσον αφορά τη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς εάν περιοριστεί η χρήση μηχανημάτων και η κατανάλωση καυσίμων από αυτά. Από την άλλη μεριά, η χρήση παγίδων για την αντιμετώπιση του δάκου στη βιολογική ελαιοκαλλιέργεια θα αυξήσει σημαντικά το ενεργειακό κόστος. Σε μελέτη του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, μελετήθηκε και μελετάται η δυνατότητα δημιουργίας αγροκτημάτων που να παράγουν τα ίδια τα καύσιμα για τη λειτουργία των γεωργικών μηχανημάτων τους, δηλαδή ενεργειακά αυτόνομα αγροκτήματα. Σύμφωνα με τα πρώτα στοιχεία κρίθηκε συμφέρουσα η χρήση λαδιού από ηλιάνθο



ως καυσίμου για τα τρακτέρ και αυτό θα επέφερε μείωση της εισρέουσας ενέργειας σε ένα αγρόκτημα. Τέλος, μείωση των ενεργειακών εισροών μπορεί να επιτευχθεί αν η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων αντικατασταθεί με μηχανικές μεθόδους. Η μείωση των λιπασμάτων και τα φυσικά θρεπτικά υλικά (φωσφορικά πετρώματα, θαλάσσια φύκη, στάχτη ξύλων κ. α.), που βελτιώνουν τη γονιμότητα του εδάφους, στις δύο καλλιέργειες θα συντελούσε στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η αντικατάσταση των λιπασμάτων της συμβατικής καλλιέργειας με τα λιπάσματα που εφαρμόστηκαν στη βιολογική καλλιέργεια μπορεί να μειώσει την εισρέουσα ενέργεια κατά περίπου $4000 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$. Και πάλι βέβαια τονίζουμε την ανισοροπία μεταξύ των εφαρμοζόμενων θρεπτικών και των αναγκαίων στους δύο μελετηθέντες ελαιώνες.

Σε παρόμοια έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε αρδευόμενο συμβατικό ελαιώνα στην Κεντρική Μακεδονία στην περιοχή της Χαλκιδικής από τους Genitsariotis et al. (2000) η εισρέουσα ενέργεια βρέθηκε να είναι $118125 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$. Όμως τα $57172 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ οφείλονταν στη χρήση ηλεκτρισμού για την άρδευση και $34000 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ (28%) στα λιπάσματα (από τα οποία περίπου $30000 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ οφείλονταν στα αζωτούχα λιπάσματα) καθώς έγινε υπερλίπανση με όλα τα στοιχεία. Όπως γίνεται αντιληπτό, οι αρδευόμενοι ελαιώνες (εξαιτίας και του ηλεκτρισμού που απαιτείται για την άρδευση) απαιτούν υψηλότερη ενέργεια σε σχέση με τους μη αρδευόμενους. Στην εργασία των Genitsariotis et al. (2000) τα μυκητοκτόνα βρέθηκαν παραπλήσια με την παρούσα έρευνα ($619 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), τα ζιζανιοκτόνα βρέθηκαν μόνο $10,4 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ λόγω της εφαρμογής Roundup μόνο στα θερινά ζιζάνια κοντά στο αρδευόμενο τμήμα του εδάφους, η εργασία λίγο χαμηλότερη ($957 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) πιθανόν εξαιτίας του διαφορετικού συντελεστή και τα καύσιμα $4434 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ πολύ χαμηλότερα σε σχέση με την παρούσα έρευνα. Σημαντική υψηλότερη εισροή ενέργειας σε σχέση με την παρούσα έρευνα βρέθηκε για τα εντομοκτόνα ($4545 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1} / 3,8\%$) καθώς και τα μηχανήματα ($15265 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1} / 12,9\%$). Παρόμοια σε μια έρευνα στην περιοχή της Θάσου από τους Kaltsas et al (2007) περίπου το 35% της εισρέουσας ενέργειας οφείλονταν στην άρδευση και τον ηλεκτρισμό, ενώ ακολούθησαν τα λιπάσματα με 11,8% λόγω της βόσκησης μυρμηκαστικών που πρόσθεταν κοπριά (στους Genitsariotis et al βρέθηκαν 28%, ενώ



στην παρούσα έρευνα 32,9%) και τα καύσιμα 10,7% (στους Genitsariotis et al βρέθηκαν 3,7%, ενώ στην παρούσα έρευνα 18,2%) (Εικ. 3.1). Όσον αφορά τη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς, στην αντίστοιχη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Kaltsas et al (2007) το μεγαλύτερο ποσοστό εισρέουσας ενέργειας κατείχαν τα καύσιμα με 17,8% (στην παρούσα έρευνα 14,7%), ο ηλεκτρισμός με 16,5% και τα μηχανήματα με 11,2% (στην παρούσα έρευνα 12,1%) χωρίς να εμφανίζονται ιδιαίτερες αποκλίσεις.

Η καλλιέργεια της ελιάς παρουσίασε διακυμάνσεις όσον αφορά την τελική παραγωγή και κατ' επέκταση τις εκροές. Ενώ τη μια χρονιά η παραγωγή ήταν αρκετά ικανοποιητική, όπως μας είπαν οι παραγωγοί, την επόμενη χρονιά δεν υπάρχει καθόλου σχεδόν σοδειά γεγονός που επηρεάζει αρνητικά την οικονομική κατάσταση των παραγωγών αλλά και το ενεργειακό ισοζύγιο. Στην παρούσα εργασία έγινε μια υποθετική εκτίμηση των εισροών και των εκροών και για τη χρονιά που η παραγωγή ήταν μηδενική και δεν υπήρχε καρπός συνεπώς οι εκροές ήταν μηδενικές. Οι εισροές εκτιμήθηκαν μηδενίζοντας την καλιούχο και βοριούχο λίπανση, μειώνοντας στο μισό τα αζωτούχα λιπάσματα, και αφαιρώντας εργασίες όπως η συγκομιδή από τον υπολογισμό των ανθρωπο-ωρών και τη μεταφορά του καρπού στο ελαιοτριβείο (Πίν. 3.7). Κατά συνέπεια υπήρξε και μια σημαντική μείωση στην κατανάλωση καυσίμων και στην ενσωματωμένη στα μηχανήματα ενέργεια αφού κάποια μηχανήματα όπως τα τινακτικά δεν χρησιμοποιήθηκαν. Και τη χρονιά που η παραγωγή ήταν ελάχιστη, παρατηρούμε και πάλι τη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς να καταναλώνει πολύ περισσότερη ενέργεια ($20548 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) σε σχέση με τη βιολογική ($3021 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) (Πίν. 3.7) λόγω της οικονομίας κλίμακας κατά κύριο λόγο. Η διαφορά είναι ακόμα μεγαλύτερη αφού τα λιπάσματα στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς μηδενίστηκαν λόγω της μη χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων (Σχ. 3.4) το οποίο μάλλον και δεν αποτελεί αειφορική διαχείριση του ελαιώνα. Σε αυτή την περίπτωση η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς οφείλεται στα μυκητοκτόνα (42%) που εν μέρει οφείλονται στη χρήση μεγάλης ποσότητας βορδιγάλιου πολτού, όπως συνέβη και τη χρονιά που υπήρχε παραγωγή, και στα καύσιμα (40,4%), ενώ λιγότερο στην ενσωματωμένη ενέργεια στα μηχανήματα (11,8%) και στην ανθρώπινη εργασία



(5,7%) (Σχ. 3.4). Στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς πρώτα σε κατανάλωση ενέργειας είναι και πάλι τα λιπάσματα (26,1%) με λιγότερη όμως ενέργεια, αφού τα αζωτούχα λιπάσματα μειώθηκαν στο μισό, τα καύσιμα (20%) και η ενσωματωμένη στα μηχανήματα και στα εργαλεία ενέργεια (18,6%) καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια και ακολουθούν τα ζιζανιοκτόνα (17,4%) (Σχ. 3.5). Τα οφέλη της βιολογικής καλλιέργειας της ελιάς είναι πολλά όπως η αύξηση της βιοποικιλότητας, μείωση των υπολειμμάτων των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον, περιορισμός της διάβρωσης, αύξηση της εδαφικής οργανικής ουσίας, αύξηση του εισοδήματος των αγροτικών νοικοκυριών. Και στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς φαίνεται ότι μπορεί να μειωθεί η καταναλισκόμενη ενέργεια με μείωση των μυκητοκτόνων και κυρίως με εξεύρεση εναλλακτικών που να συντελούν στη μείωση των καταναλισκόμενων καυσίμων. Σίγουρα πάντως, όπως αποδεικνύουν και τα αποτελέσματα, έχουμε μικρότερη εισροή ενέργειας στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς σε σύγκριση με τη συμβατική.

Συγκρίνοντας τις εκροές παρατηρούμε ότι η συμβατική ελιά έχει μεγαλύτερη παραγωγή καρπού σε σχέση με τη βιολογική, ανά εκτάριο καλλιεργούμενης έκτασης. Ως εκ τούτου και η ισοδύναμη ενέργεια των καρπών στη συμβατική υπερβαίνει την αντίστοιχη στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς. Η παραγωγικότητα της ενέργειας (κιά παραγωγής καρπών ανά MJ ενέργειας που εισέρευσε στον ελαιώνα) ήταν μικρότερη στο βιολογικό ελαιώνα, κύρια λόγω της μικρότερης παραγωγής του βιολογικού ελαιώνα αλλά και της πολύ υψηλής παραγωγής του συμβατικού ελαιώνα (Πίν. 3.6). Αντίστοιχα, η ένταση χρήσης ενέργειας (πόσα MJ ενέργειας δαπανήθηκαν για κάθε κιλό καρπού που παράχθηκε) ήταν υψηλότερη στο βιολογικό ελαιώνα. Τέλος, ο βαθμός απόδοσης της ενέργειας (εκροές ενέργειας προς τις εισροές αυτής σε ένα ελαιώνα) ήταν υψηλότερος στο συμβατικό ελαιώνα λόγω της υψηλής παραγωγής καρπών.

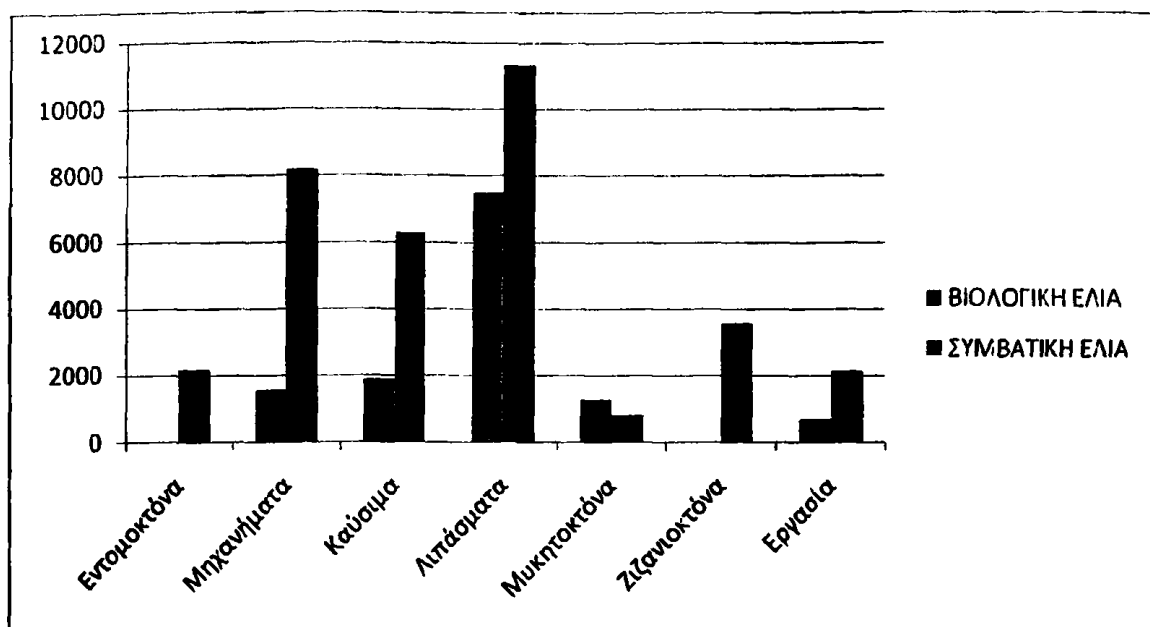


Πίνακας 3.5: Απαιτούμενη ενέργεια ανά εκτάριο σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια ελιάς και κατανομή της κατά συντελεστή παραγωγής στην περιοχή της Μαγνησίας

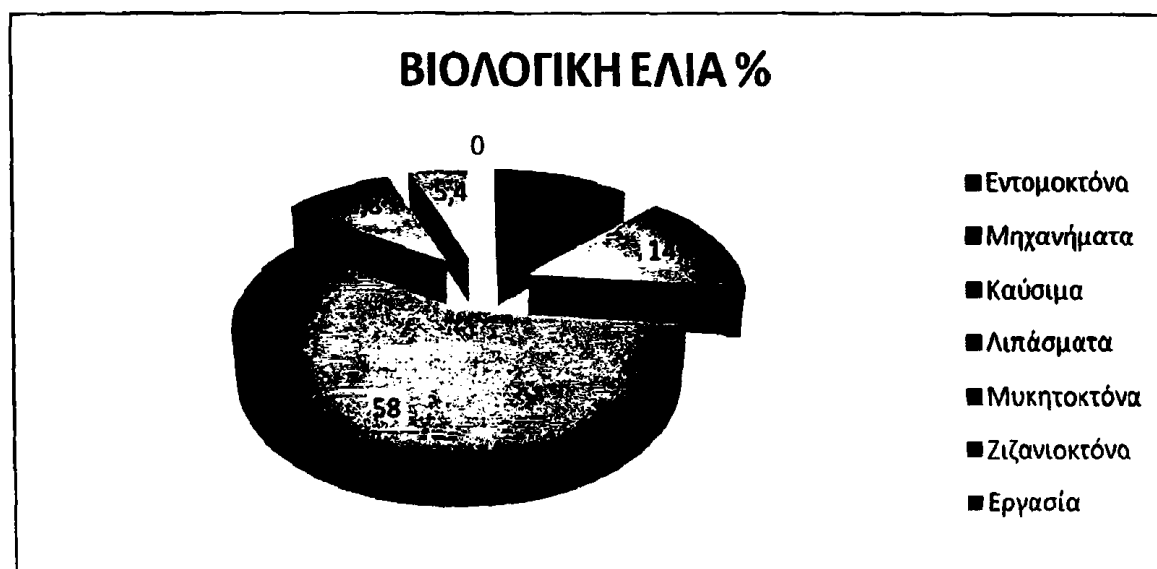
	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	%	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	%
Εντομοκτόνα	-	-	2178	6,3
Μηχανήματα	1561	12,1	8171	23,7
Καύσιμα	1892	14,7	6269	18,2
Λιπάσματα	7490	58,0	11340	32,9
Μυκητοκτόνα	1270	9,8	792	2,3
Ζιζανιοκτόνα	-		3570	10,4
Εργασία	696	5,4	2104	6,1
Σύνολο	12909	100	34424	100

Πίνακας 3.6: Ισοδύναμη ενέργεια καρπών, παραγωγικότητα, ένταση και βαθμός απόδοσης της ενέργειας της βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας ελιάς.

	Εκροές (kg ha ⁻¹)	Ισοδύναμη ενέργεια καρπών (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Παραγωγι- κότητα (kg MJ ⁻¹)	Ένταση (MJ kg ⁻¹)	Βαθμός απόδοσης (εκροές / εισροές)
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ	4414	31338	0,06	15,1	0,5
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ	16000	113600	0,09	10,8	0,7



Σχήμα 3.1: Σύγκριση καταναλισκόμενης ενέργειας ανά εκτάριο από τους συντελεστές παραγωγής σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς



Σχήμα 3.2: Εισροές σε μια βιολογική καλλιέργεια ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

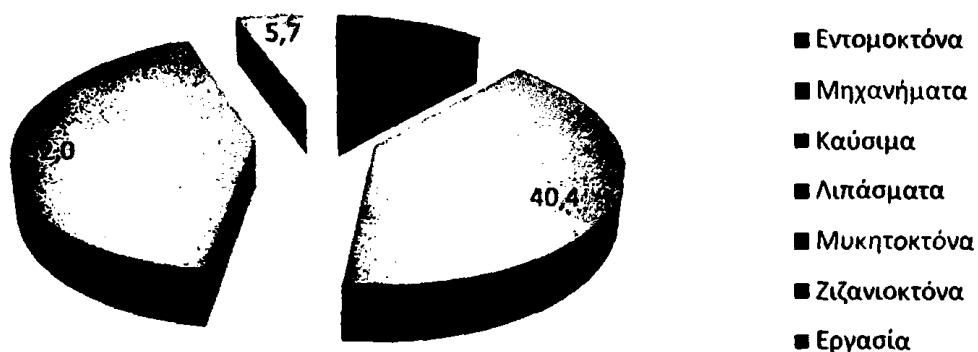


Σχήμα 3.3: Εισροές σε μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

Πίνακας 3.7: Απαιτούμενη ενέργεια ανά εκτάριο σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια ελιάς και κατανομή της κατά συντελεστή παραγωγής (τη χρονιά χωρίς παραγωγή, εκροές = 0) στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ (χρονιά χωρίς καρπό) (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	%	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ (χρονιά χωρίς καρπό) (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	%
Εντομοκτόνα	-		2178	10,6
Μηχανήματα	357	11,8	3822	18,6
Καύσιμα	1221	40,4	4103	20,0
Λιπάσματα	-		5370	26,1
Μυκητοκτόνα	1270	42,1	792	3,9
Ζιζανιοκτόνα	-		3570	17,4
Εργασία	173	5,7	713	3,5
Σύνολο	3021	100	20548	100

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ (χρονιά χωρίς καρπό)%

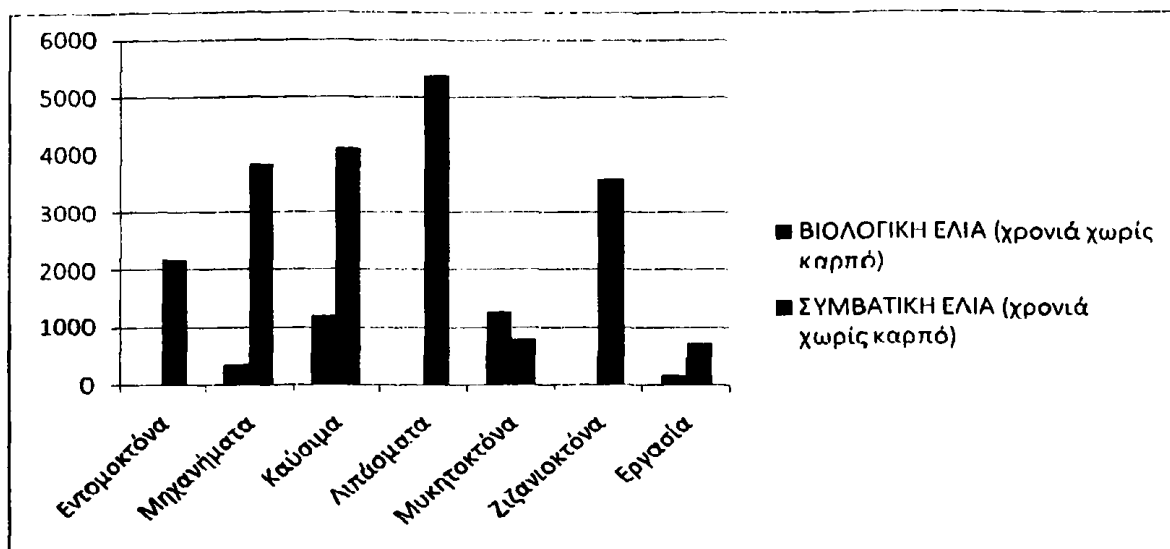


Σχήμα 3.4: Εισροές σε μια βιολογική καλλιέργεια ελιάς τη χρονιά όπου οι εκροές είναι μηδενικές στην περιοχή της Μαγνησίας.

ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ (χρονιά χωρίς καρπό)%



Σχήμα 3.5: Εισροές σε μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς τη χρονιά όπου οι εκροές είναι μηδενικές στην περιοχή της Μαγνησίας



Σχήμα 3.6: Σύγκριση καταναλισκόμενης ενέργειας ανά εκτάριο από τους συντελεστές παραγωγής σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς τη χρονιά όπου οι εκροές είναι μηδενικές (χρονιά χωρίς καρποφορία) στην περιοχή της Μαγνησίας.

3.2. Σύγκριση εκπομπών CO₂e από μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς στο Ν. Μαγνησίας

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στη μεθοδολογία για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂e που απαιτήθηκαν σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς στο Ν. Μαγνησίας, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι εκπομπές CO₂e από τη χρήση καυσίμων (Πίν. 3.8) και οι εκπομπές CO₂e για τα λιπάσματα, τα ζιζανιοκτόνα, τα εντομοκτόνα και τα μυκητοκτόνα (Πίν. 3.9).

Πίνακας 3.8: Ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂e) από τη χρήση καυσίμων στην καλλιέργεια της ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ			ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ		
	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (L ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ e (kg)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (L ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ e (kg)
ΤΡΑΚΤΕΡ	2	108	9	-	-	-
ΑΓΡΟΤΙΚΟ	1	67	5	28	1193	91
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ/ ΕΡΓΑΛΕΙΑ	41	1717	131	120	5076	386
ΣΥΝΟΛΟ	44	1892	145	148	6269	477

Πίνακας 3.9: Ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂e) για λιπάσματα- ζιζανιοκτόνα- εντομοκτόνα- μυκητοκτόνα στην καλλιέργεια της ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ CO ₂ e (kg ha ⁻¹)	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ CO ₂ e (kg ha ⁻¹)
ΠΑΤΕΝΤΚΑΛΙ (ΘΕΙΙΚΟ ΚΑΛΙΟΜΑΓΝΗΣΙΟ)	538	
ΒΟΡΑΚΑΣ	61	48
ΣΒΗΣΜΕΝΟΣ ΑΣΒΕΣΤΗΣ	1	
ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ		90
ΘΕΙΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ		75
ΒΟΡΔΙΓΑΛΙΟΣ ΠΟΛΤΟΣ	27	
ΟΞΙΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΧΑΛΚΟ		31
ROUNDUP		137
ROGOR		31
ΣΥΝΟΛΟ	627	412

Στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς για το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών CO₂e ευθύνονται τα λιπάσματα (66,9%) που, όπως γίνεται αντιληπτό και από το Σχ. 3.7, αποτελούν τον μοναδικό συντελεστή που ξεπερνάει τους αντίστοιχους στη συμβατική ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Σχ. 3.8). Επαναλαμβάνουμε και εδώ ότι η εφαρμογή των λιπαντικών στοιχείων ήταν υπερβολική για το κάλιο και μαγνήσιο και μηδενική για το άζωτο στο βιολογικό ελαιώνα, ενώ στο συμβατικό ελαιώνα δεν εφαρμόστηκε κάλιο. Στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς οι εκπομπές CO₂e (1543 kg CO₂) ήταν περίπου διπλάσιες σε σχέση με τη βιολογική (896 kg CO₂) και οφείλονται κυρίως στα μηχανήματα (42,4%), στα καύσιμα (30,9%), τα λιπάσματα (13,8%), τα ζιζανιοκτόνα (8,9%) και με μικρότερο ποσοστό στα μυκητοκτόνα (2,0%) και τα εντομοκτόνα (2,0%) (Πίν. 3.10, Σχ. 3.7 και 3.9). Όπως και στην ενεργειακή ανάλυση έτσι και εδώ, στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς οι εκπομπές CO₂ μπορούν να περιοριστούν μόνο μερικά εάν περιοριστεί η χρήση μηχανημάτων και η κατανάλωση καυσίμων από αυτά (π.χ. με χρήση λαδιού από ηλίανθο ως καυσίμου για τα τρακτέρ όπως αναφέρθηκε παραπάνω) και με αντικατάσταση των ζιζανιοκτόνων με μηχανικές μεθόδους. Στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς τα λιπάσματα ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών CO₂e και πρέπει να μελετηθεί διεξοδικά πως μπορεί να μειωθεί η



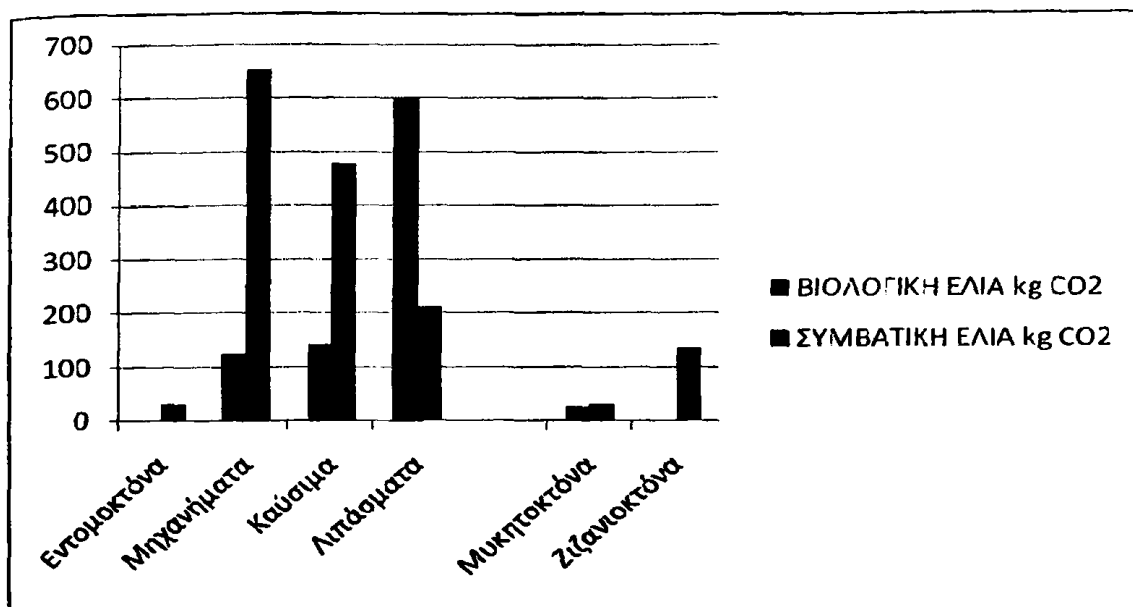
εφαρμογή τους ώστε να μειωθούν οι εκπομπές CO₂ χωρίς επιπτώσεις στην παραγωγή. Βέβαια η υπερβολική εφαρμογή καλίου, μαγνησίου και βορίου καλύπτει σειρά ετών, ενώ η μη εφαρμογή αζώτου είναι λάθος και απαιτείται κατ' έτος.

Όσον αφορά την υποθετική χρονιά που δεν υπήρχε παραγωγή και συνεπώς οι εκροές θεωρούνται μηδενικές (Πίν. 3.11, Σχ. 3.10), στο βιολογικό ελαιώνα το 62,5% των εκπομπών CO₂e θα οφείλονταν στα καύσιμα, το 19,1% στα μηχανήματα και 18,3% στα μυκητοκτόνα (Σχ. 3.11), ενώ στο συμβατικό ελαιώνα το 33,8% στα καύσιμα, το 33,1% στα μηχανήματα και ακολουθούν τα ζιζανιοκτόνα (14,8%), τα λιπάσματα (11,5%) και τέλος τα μυκητοκτόνα (3,38%) (Σχ. 3.12). Και σε αυτή την περίπτωση η συμβατική καλλιέργεια της ελιάς (924 kg CO₂) ξεπερνάει σημαντικά σε εκπομπές CO₂e τις αντίστοιχες της βιολογικής καλλιέργειας (149 kg CO₂).

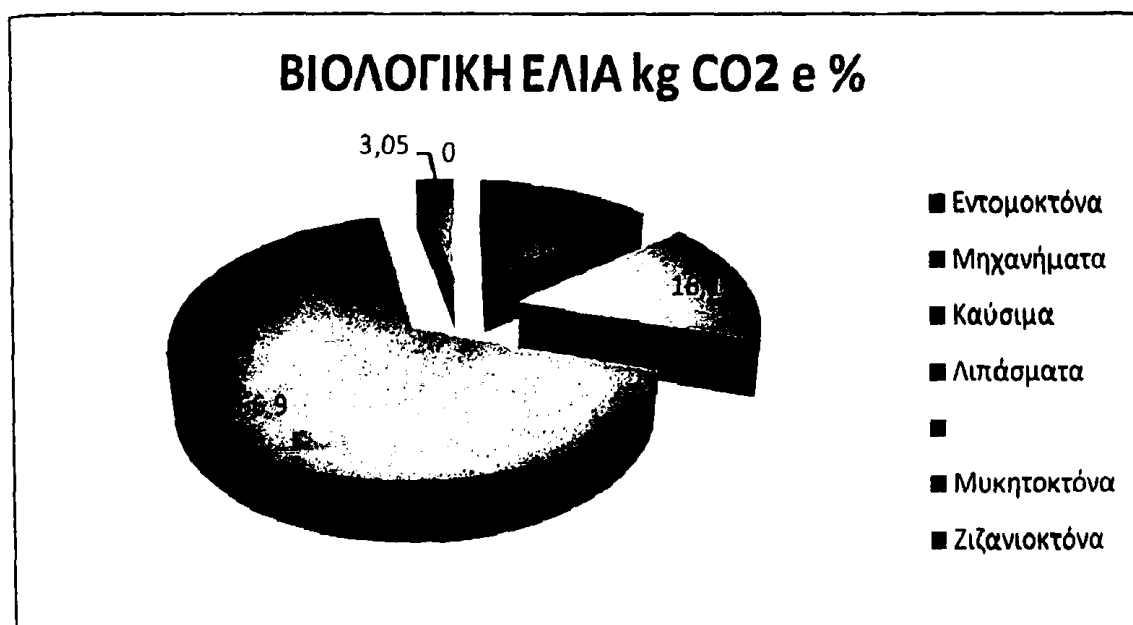
Πίνακας 3.10: Εκπομπές CO₂e των εισροών μιας βιολογικής και μιας συμβατικής καλλιέργειας ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ CO₂ e (kg)	%	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ CO₂ e (kg)	%
Εντομοκτόνα	-	-	31	2,0
Μηχανήματα	125	13,9	654	42,4
Καύσιμα	144	16,1	477	30,9
Λιπάσματα	600	66,9	213	13,8
Μυκητοκτόνα	27	3,05	31	2,0
Ζιζανιοκτόνα	-	-	137	8,9
Σύνολο	896	100	1543	100



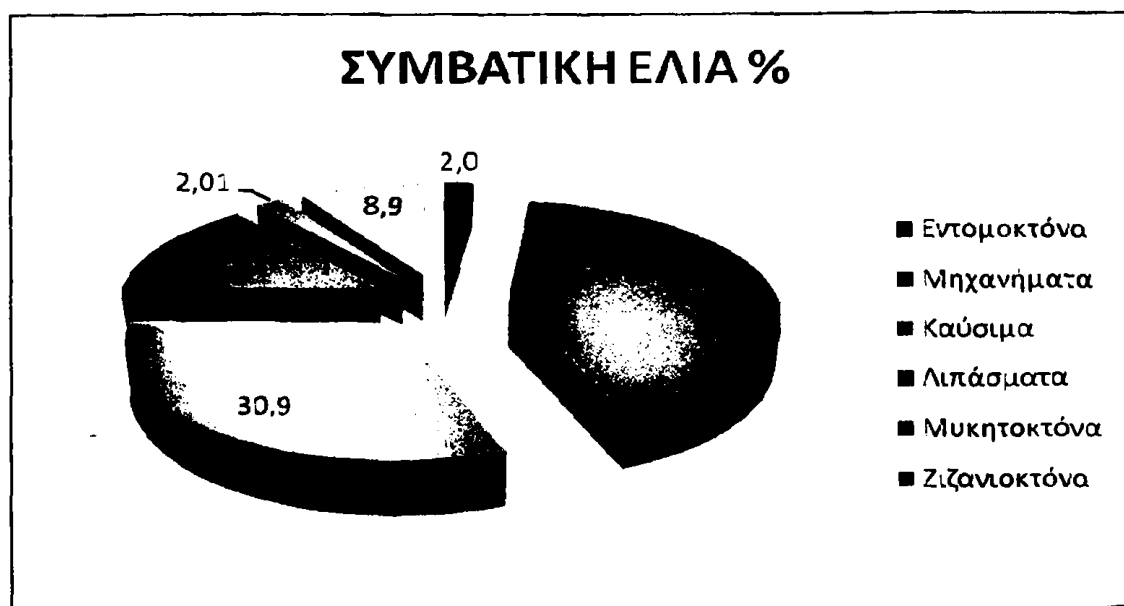


Σχήμα 3.7: Σύγκριση εκπομπών CO₂e ανά εκτάριο από τους συντελεστές παραγωγής σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας



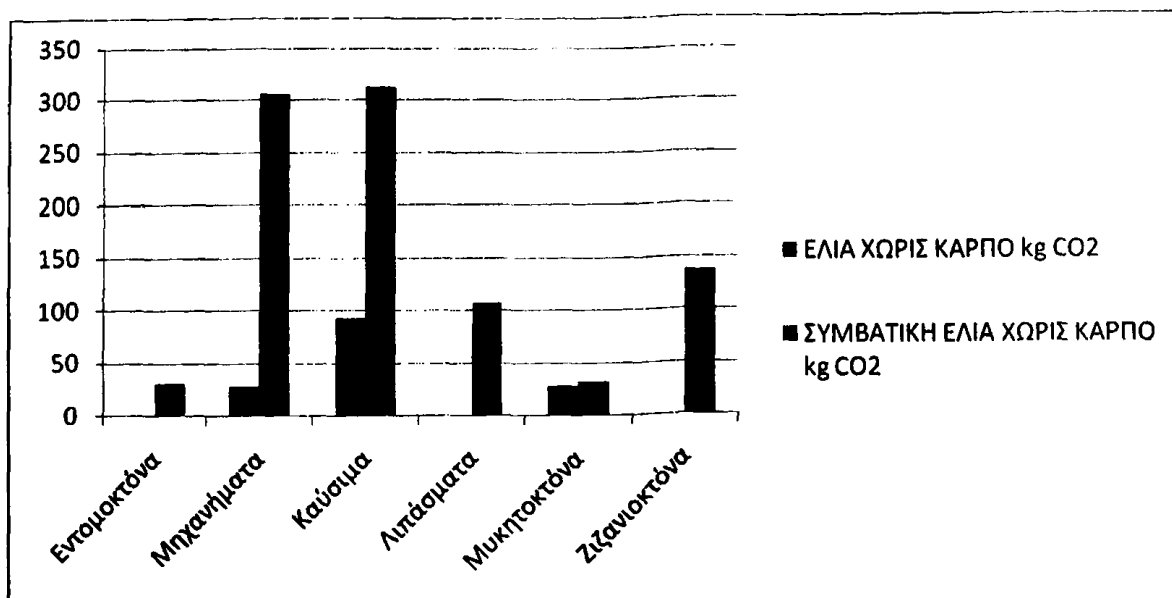
Σχήμα 3.8: Εκπομπές CO₂e των εισροών μιας βιολογικής καλλιέργειας ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

Σχήμα 3.9: Εκπομπές CO₂e των εισροών μιας συμβατικής καλλιέργειας ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

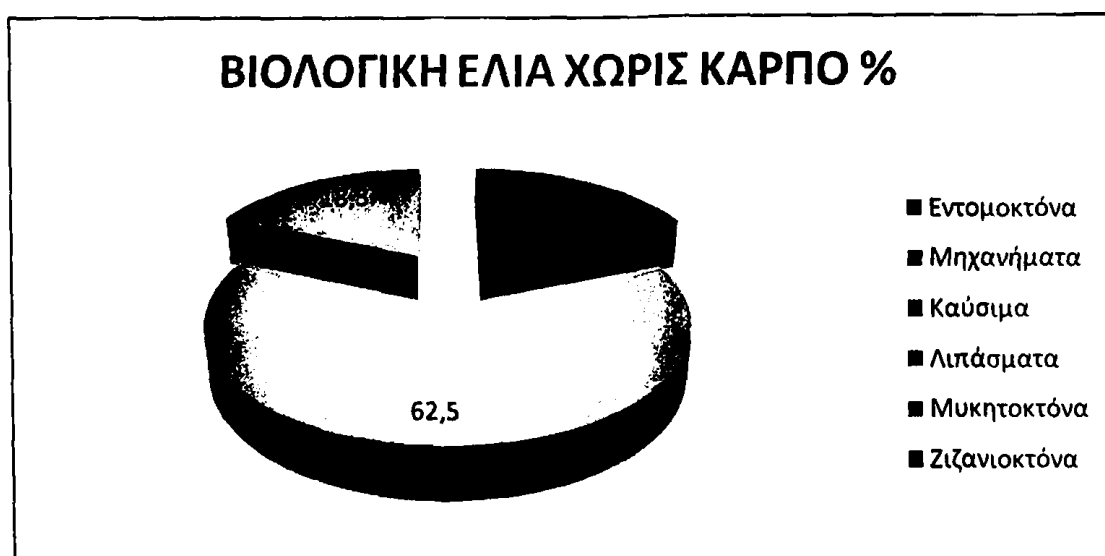


Πίνακας 3.11: Εκπομπές CO₂e των εισροών μιας βιολογικής και μιας συμβατικής καλλιέργειας ελιάς τη χρονιά όπου οι εκροές είναι μηδενικές στην περιοχή της Μαγνησίας

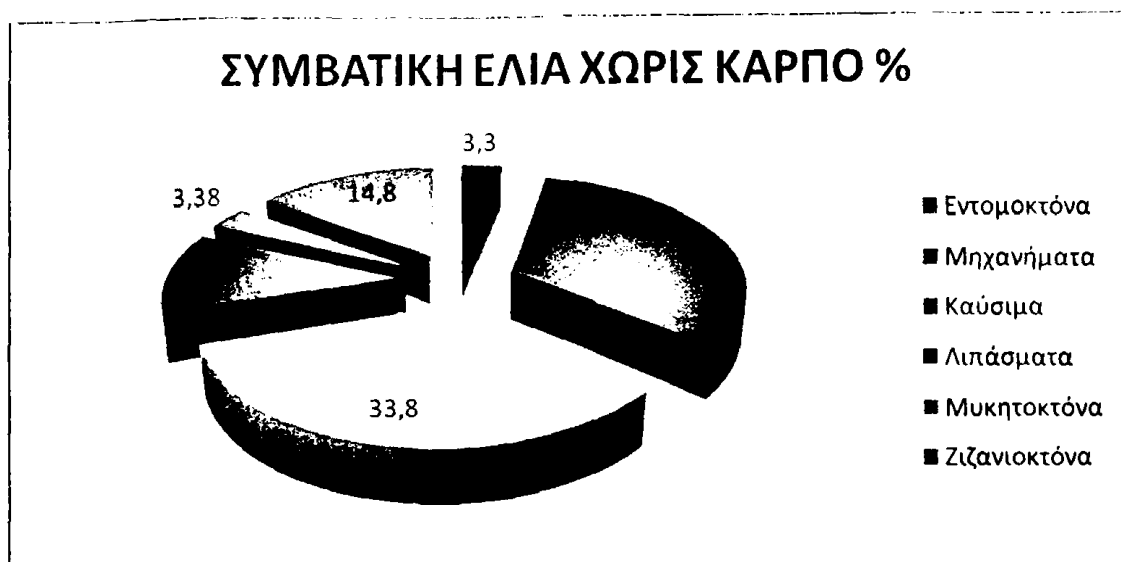
	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ ΧΩΡΙΣ ΚΑΡΠΟ CO ₂ e (kg)	%	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ ΧΩΡΙΣ ΚΑΡΠΟ CO ₂ e (kg)	%
Εντομοκτόνα	-		31	3,3
Μηχανήματα	29	19,1	306	33,1
Καύσιμα	93	62,5	312	33,8
Λιπάσματα	-		107	11,5
Μυκητοκτόνα	27	18,3	31	3,38
Ζιζανιοκτόνα			136	14,8
Σύνολο	149	100	923	100



Σχήμα 3.10: Σύγκριση εκπομπών CO₂e ανά εκτάριο από τους συντελεστές παραγωγής σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια ελιάς τη χρονιά όπου οι εκροές είναι μηδενικές στην περιοχή της Μαγνησίας



Σχήμα 3.11: Ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα των εισροών μιας βιολογικής καλλιέργειας ελιάς τη χρονιά όπου οι εκροές είναι μηδενικές στην περιοχή της Μαγνησίας



Σχήμα 3.12: Ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα των εισροών μιας συμβατικής καλλιέργειας ελιάς τη χρονιά όπου οι εκροές είναι μηδενικές στην περιοχή της Μαγνησίας

Στην βιολογική καλλιέργεια της ελιάς παρατηρείται πολύ μεγάλη εισροή καλίου και βορίου. Ο παραγωγός κατά συνέπεια ρίχνει από τα σκευάσματα που περιέχουν αυτά τα στοιχεία κάθε δύο με τρία χρόνια. Εάν λοιπόν υποθέσουμε ότι κάθε δεύτερη και τρίτη χρονιά δεν ρίχνει Patentkali και Βόρακα και αντικαταστήσουμε αυτά τα στοιχεία με 5 tn ha^{-1} κοπριά τότε παρατηρείται μια σημαντική μείωση των εκπομπών CO_2e στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς. Οι 5 tn ha^{-1} κοπριάς ισοδυναμούν με 37,5 kg CO_2e λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή των εκπομπών CO_2e για την κοπριά. Όπως φαίνεται και στον Πίν. 3.12, η αντικατάσταση των λιπασμάτων καλίου και βορίου με κοπριά, στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς μπορεί να συντελέσει σε σημαντική μείωση (έως και 15 φορές λιγότερο) των εκπομπών CO_2e εμπλουτίζοντας παράλληλα τον ελαιώνα και με άλλα στοιχεία όπως είναι το άζωτο και ο φώσφορος. Αντίθετα στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς το πιθανότερο είναι ο παραγωγός, τη 2^η και την 3^η χρονιά, να ρίχνει κάλιο (αφού όπως αναφέρθηκε την 1^η χρονιά η καλιούχος λίπανση είναι ελλιπής) και να μειώνει την ποσότητα αζώτου. Αν υποθέσουμε ότι ρίχνει 1,5 kg ανά δέντρο Patentkali, δηλαδή 338 kg ανά εκτάριο, η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 162 kg CO_2e . Βέβαια οι εκπομπές που οφείλονται στα αζωτούχα λιπάσματα μειώνονται μόνο κατά 25 kg CO_2e . Παρατηρείται μια σημαντική διαφορά στις εκπομπές από τη λίπανση ανάμεσα στη βιολογική και τη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς τη 2^η και την 3^η

χρονιά πράγμα που αποδεικνύει ότι η σωστή και ολοκληρωμένη εφαρμογή της βιολογικής γεωργίας (χρήση compost και κοπριάς κ. λ. π.) μπορεί μακροπρόθεσμα να συντελέσει κατά πολύ στη μείωση των εκπομπών CO₂e.

Πίνακας 3.12: Σύγκριση εκπομπών CO₂e από λιπάσματα (Κ, Β την 1^η χρονιά) και κοπριά (τη 2^η και 3^η χρονιά) στη βιολογική ελιά και προσθήκη λιπασμάτων Κ (τη 2^η και 3^η χρονιά) στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

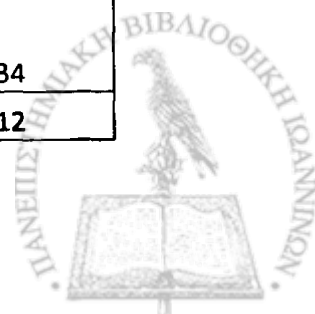
	1 ^η ΧΡΟΝΙΑ CO ₂ e (kg)	2 ^η και 3 ^η ΧΡΟΝΙΑ CO ₂ e (kg)
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ	213	350
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ	600	38,5

3.3. Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας από μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στο Ν. Μαγνησίας

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στη μεθοδολογία για τον υπολογισμό των ενεργειακών εισροών που απαιτήθηκαν σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στο Ν. Μαγνησίας, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται η ισοδύναμη ενέργεια καυσίμων (Πίν. 3.13), η ισοδύναμη ενέργεια για ανθρώπινη εργασία (Πίν. 3.14), η ισοδύναμη ενέργεια για τα λιπάσματα, τα ζιζανιοκτόνα, τα εντομοκτόνα, τα μυκητοκτόνα (Πίν. 3.15) και τέλος η ενσωματωμένη ενέργεια στα μηχανήματα και τα εργαλεία (Πίν. 3.16).

Πίνακας 3.13: Ισοδύναμη ενέργεια καυσίμων στην καλλιέργεια της μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ		ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	
	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (L ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (L ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)
ΤΡΑΚΤΕΡ	-	-	-	-
ΑΓΡΟΤΙΚΟ	74	3500	6	278
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ / ΕΡΓΑΛΕΙΑ	225	9517	93	3934
ΣΥΝΟΛΟ	299,9	13017	99	4212



Πίνακας 3.14: Ισοδύναμη ενέργεια για ανθρώπινη εργασία στην καλλιέργεια της μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ				ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ			
	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΝΘΡΩΠΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ)	ΗΜΕΡΕΣ	ΑΝΘΡΩΠΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ)
ΚΛΑΔΕΜΑ	12	1	12	220	13	2	26	476
ΑΡΑΙΩΜΑ	14	1	14	256	15	4	60	1098
ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	7	4	28	512	10	5	50	915
ΨΕΚΑΣΜΟΙ-ΛΙΠΑΝΣΗ	15	2	30	549	10	2	20	366
ΚΟΠΗ ΧΟΡΤΩΝ	7	1	7	128	5	2	10	183
ΣΥΝΟΛΟ	-	-	91	1665	-	-	166	3038
Ενέργεια (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	-	-	-	4163	-	-	-	3797

Πίνακας 3.15: Ισοδύναμη ενέργεια για λιπάσματα- ζιζανιοκτόνα- εντομοκτόνα- μυκητοκτόνα στην καλλιέργεια της μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ		ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	
	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg ha ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg ha ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)
ΡΑΤΕΝΤΚΑΛΙ (ΘΕΙΙΚΟ ΚΑΛΙΟΜΑΓΝ)	-	-	-	-
ΒΟΡΑΚΑΣ	-	-	-	-
ΣΒΗΣΜΕΝΟΣ ΑΣΒΕΣΤΗΣ	-	-	-	-
ΚΟΠΡΙΑ	5000	17500	-	-
ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	-	-	-	-
ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΘΕΙΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	-	-	-	-
ΔΙΑΦΥΛΛΙΚΟ	-	-	8,75	129
11-15-15	-	-	787,5	9135
ΒΟΡΔΙΓΑΛΙΟΣ ΠΟΛΤΟΣ	50	2785	21,8	1214
ΘΕΙΑΣΒΕΣΤΙΟ	50	65	-	-
ΟΞΙΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΧΑΛΚΟ	-	-	-	-
DELAN	-	-	6,6	653
ROUNDUP	-	-	10	2380
ΘΕΡΙΝΟΣ ΠΟΛΤΟΣ(ΛΑΔΙ)	25	725	-	-
SPINOSAD	15	1440	-	-



ΣΑΠΟΥΝΙ	25	1080	-	-
ΒΑΚΙΛΟΣ	20	1544	-	-
ROGOR	-	-	-	-
ZOLONE	-	-	8,75	3176
ΑΛΛΟ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ	-	-	2,5	908
ΣΥΝΟΛΟ	-	25139	-	17595

Πίνακας 3.16: Ενσωματωμένης ενέργεια στα μηχανήματα και τα εργαλεία (στο σύνολο των εκταρίων) στην περιοχή της Μαγνησίας

ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ)	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ (0,4 ha)	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ (0,8 ha)
Τρακτέρ (41 kW)		
Αγροτικό	724	117
Ψεκαστική μηχανή (3,7 kW)	1044	4176
Χορτοκοπτικά	2436	1044
Δονητικά/τινακτικά		
Πριόνια χειρός		
Κονταροπρίονο		
Αλυσοπρίονο		
Ψαλίδι		5
Αεροψάλιδο	348	
Κομπρεσέρ	48	
Τσεκούρι		
Τσάπα	3	
Σκάλες	9	14
Κουβάδες	5	7
Τελάρια	4	7
Σύνολο	4621	5370

Όσον αφορά την κατανομή της εισρέουσας ενέργειας κατά συντελεστή παραγωγής στη βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς, το 31,6% αυτής οφείλεται στα λιπάσματα, το 23,5% στα καύσιμα, το 20,8% της εισρέουσας ενέργειας οφείλεται στην ενσωματωμένη στα γεωργικά οχήματα, τα εργαλεία, τα ψεκαστικά και τα χορτοκοπτικά μηχανήματα και ένα μικρό ποσοστό καταλαμβάνουν τα εντομοκτόνα (8,6%), η εργασία (7,5%), τα μυκητοκτόνα (5,1%) και η άρδευση (2,8%) (Πίν. 3.17). Στη συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς το 26,8% της εισρέουσας ενέργειας οφείλεται στην κατανάλωση ηλεκτρισμού για παροχή νερού για την εφαρμογή στάγδην άρδευσης σε αντίθεση με τη βιολογική καλλιέργεια όπου δεν έχουμε κατανάλωση ενέργειας για άντληση ή μεταφορά νερού αφού γίνεται με κατάκλιση από το κοινοτικό αυλάκι. Αυτή η εισροή ενέργειας που είναι και το μεγαλύτερο ποσοστό στη συμβατική καλλιέργεια των μήλων μπορεί να μειωθεί σημαντικά με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αν η συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς δεν ήταν αρδευόμενη με νερό που αντλείται θα παρατηρούταν μείωση της εισρέουσας ενέργειας για πάνω από 30%. Η κατανάλωση ενέργειας κατά τη συμβατική καλλιέργεια των μήλων ($46349 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) είναι κάπως χαμηλότερη σε σχέση με τη βιολογική ($55447 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$). Στη συμβατική καλλιέργεια μετά τον ηλεκτρισμό ακολουθούν τα λιπάσματα (20%), τα μηχανήματα (14,5%), τα καύσιμα (9,1%), τα εντομοκτόνα (8,8%), η ανθρώπινη εργασία (8,2%), τα ζιζανιοκτόνα (5,1%), τα μυκητοκτόνα (4%) και τέλος η άρδευση (3,5%). Με την ενέργεια που εισέρευσε στο αγροοικοσύστημα παρήχθησαν 25000 kg ha^{-1} καρπού που ισοδυναμούν σε $54500 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ στο βιολογικό σύστημα ενώ στο συμβατικό 29250 kg ha^{-1} καρπού που ισοδυναμούν σε $63765 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ (Πίν. 3.8). Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Strapatsa et al. (2006) στην περιοχή της Ζαγοράς στο Νομό Μαγνησίας, σε μηλεώνες που καλλιεργούνταν σύμφωνα με τις πρακτικές ολοκληρωμένης διαχείρισης, η εισρέουσα ενέργεια κατανέμονταν ως εξής (σε $\text{MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$): στα καύσιμα 16600 (33%), στα μηχανήματα 12800 (25%), στα λιπάσματα περίπου 7600 (15%) (σε άλλη έρευνα βρέθηκαν 13322), στα μυκητοκτόνα 3800 (8%), στα εντομοκτόνα 2880 (7%) (σε άλλη έρευνα βρέθηκαν 3500), στα βοηθήματα για τη συγκομιδή (7%) και στην ανθρώπινη εργασία 2700 (5%). Παρατηρείται μια αυξημένη κατανάλωση ενέργειας από τα καύσιμα και τα μηχανήματα σε σύγκριση



με την παρούσα συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς, πιθανόν λόγω του δυσπρόσιτου και δύσβατου των αγροκτημάτων της περιοχής Κοντού της Ζαγοράς, που είχε διενεργηθεί εκείνη η εργασία, ενώ αντίθετα παρατηρείται μειωμένη ενέργεια εξ αιτίας της λίπανσης σε σχέση με την παρούσα βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς. Σε εκείνη την εργασία η λίπανση γίνονταν με τις απαραίτητες μόνο ποσότητες βάσει οδηγιών από τους γεωπόνους στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης. Επίσης στην παρούσα έρευνα απαιτείται περισσότερη εισρέουσα ενέργεια για τα εντομοκτόνα και την ανθρώπινη εργασία και στις δύο καλλιέργειες σε σχέση με την καλλιέργεια στην περιοχή της Ζαγοράς. Αυτό συνέβη και πάλι λόγω της εφαρμογής της ολοκληρωμένης διαχείρισης και υποστήριξης με διάφορα μέσα (μετεωρολογικό σταθμό, μοντέλα πρόγνωσης φουζικλαδίου και καρπόκαψας, παγίδες παρακολούθησης, κ.λπ.) στην εργασία των Strapatsa et al. (2006). Σε εκείνη την εργασία η συνολική εισρέουσα ενέργεια ήταν ίση με $59526 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$, ελάχιστα υψηλότερη σε σχέση με της παρούσης έρευνας, ενώ οι εκροές με τους καρπούς ήταν $51600 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ελάχιστα χαμηλότερες σε σχέση με της παρούσας έρευνας.

Η παραγωγικότητα της ενέργειας ήταν ελαφρά μικρότερη στο βιολογικό μηλεώνα, κύρια λόγω της μικρότερης παραγωγής του βιολογικού μηλεώνα (Πίν. 3.18). Αντίστοιχα, η ένταση χρήσης ενέργειας (πόσα MJ ενέργειας δαπανήθηκαν για κάθε κιλό καρπού που παράχθηκε) ήταν υψηλότερη στο βιολογικό μηλεώνα. Τέλος, ο βαθμός απόδοσης της ενέργειας (εκροές ενέργειας προς τις εισροές αυτής σε ένα ελαιώνα) ήταν ελαφρά υψηλότερος στο συμβατικό μηλεώνα λόγω της υψηλότερης παραγωγής καρπών.

Η παρούσα βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς είναι ενεργειακά ασύμφορη αφού παρατηρείται περισσότερη κατανάλωση ενέργειας από τα εντομοκτόνα, τα μηχανήματα, τα καύσιμα, τα λιπάσματα, τα μυκητοκτόνα και την εργασία, κύρια επειδή ο βιολογικός μηλεώνας είναι μικρού μεγέθους και βρίσκεται κάπως μακριά από την οικία του παραγωγού. Ως εκ τούτου, οι μικροί κλήροι είναι ενεργειακά ασύμφοροι γιατί έχουν υψηλές απαιτήσεις σε συντελεστές παραγωγής για μικρότερη έκταση γης και φυσικά μικρότερη παραγωγή. Επίσης στη συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς δεν λήφθηκε υπόψη η μεταφορά των μήλων στα ψυγεία γιατί σύμφωνα με τον παραγωγό έρχεται και τα παραλαμβάνει η εταιρία από το



χωράφι του με συνέπεια μια μείωση στην κατανάλωση καυσίμων σε σχέση με τη βιολογική καλλιέργεια.

Από την παρούσα εργασία φαίνεται ότι η συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς είναι ενεργειακά αποδοτικότερη. Με την ενέργεια που εισέρευσε στο αγροοικοσύστημα στη βιολογική καλλιέργεια μηλιάς παρήχθησαν 25.000 kg ha⁻¹ καρπού που ισοδυναμούν σε 54.500 MJ ha⁻¹ yr⁻¹, ενώ στη συμβατική 29.250 kg ha⁻¹ καρπού που ισοδυναμούν σε 63.765 MJ ha⁻¹ yr⁻¹ (Πίν. 3.18). Η διαφορά όσον αφορά την τελική παραγωγή είναι μικρή σε σχέση με τη διαφορά που παρατηρήθηκε με τα δύο συστήματα καλλιέργειας στην ελιά. Και σε αυτή την περίπτωση όπως και στην καλλιέργεια της ελιάς μια μείωση των λιπασμάτων και οι φυσικές ουσίες που περιέχουν θρεπτικά (φωσφορικά πετρώματα, θαλάσσια φύκη, στάχτη ξύλων, κ.α.) που βελτιώνουν τη γονιμότητα του εδάφους, μείωση της χρήσης των μηχανημάτων και των καυσίμων που αυτά καταναλώνουν θα συντελούσαν σε σημαντική μείωση της εισρέουσας ενέργειας. Η ενεργειακή εισροή για τη μεταφορά των προϊόντων αλλά και για τις μετακινήσεις των παραγωγών για όλες τις καλλιεργητικές εργασίες θα ήταν δυνατό να μειωθεί μόνο με κατάλληλο δίκτυο αγροτικών και επαρχιακών οδών που θα μείωνε τις εισροές ενέργειας από καύσιμο αλλά και θα βελτίωνε την ποιότητα των καρπών λόγω μείωσης της ταλαιπωρίας τους κατά τη μετακίνησή στο συσκευαστήριο.

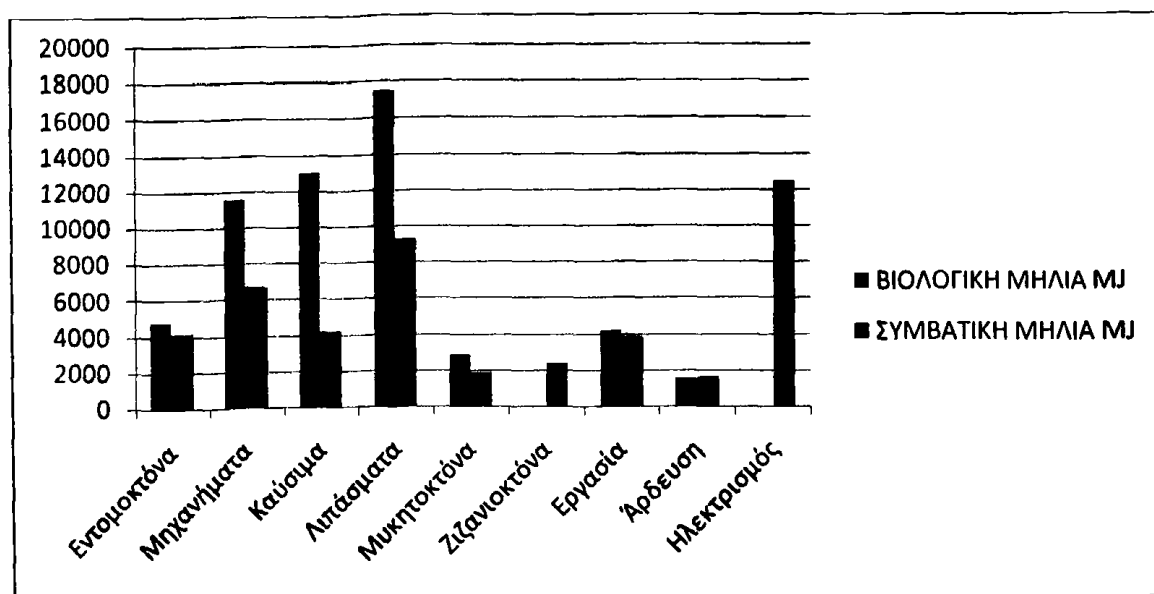
Πίνακας 3.17: Απαιτούμενη ενέργεια ανά εκτάριο σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια μηλιάς και κατανομή της κατά συντελεστή παραγωγής στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ (MJ ha⁻¹ yr⁻¹)	%	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ (MJ ha⁻¹ yr⁻¹)	%
Εντομοκτόνα	4789	8,6	4083	8,8
Μηχανήματα	11553	20,8	6712	14,5
Κάύσιμα	13007	23,5	4212	9,1
Λιπάσματα	17500	31,6	9264	20,0
Μυκητοκτόνα	2850	5,1	1867	4,0
Ζιζανιοκτόνα	-		2380	5,1
Εργασία	4163	7,5	3797	8,2
Άρδευση	1575	2,8	1620	3,5
Ηλεκτρισμός	-	-	12414	26,8
Σύνολο	55447	100	46349	100

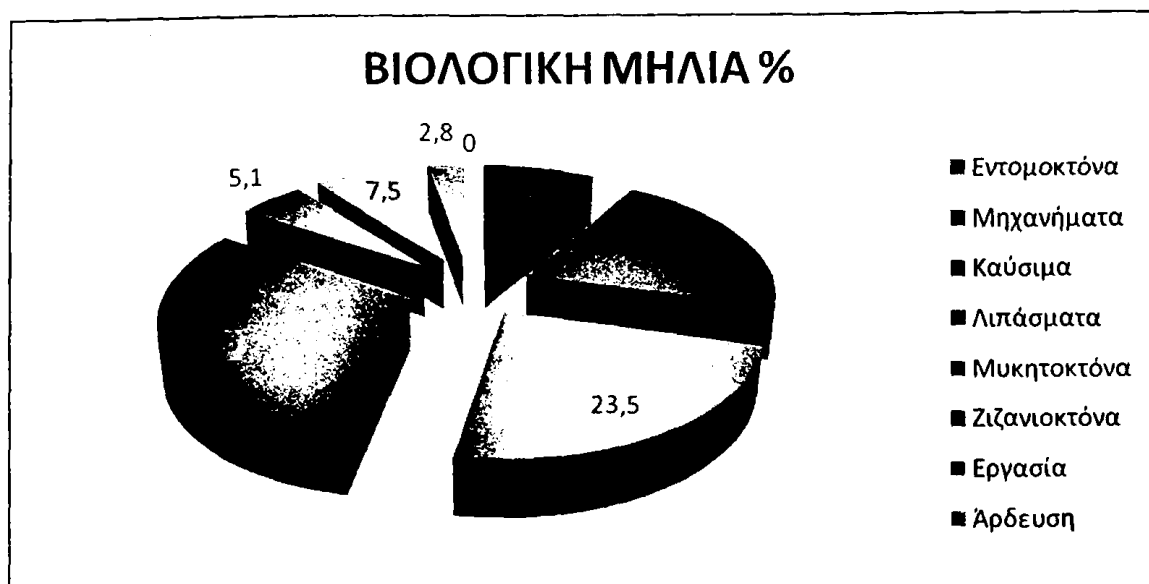


Πίνακας 3.18: Ισοδύναμη ενέργεια καρπών, παραγωγικότητα, ένταση και βαθμός απόδοσης της ενέργειας της βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

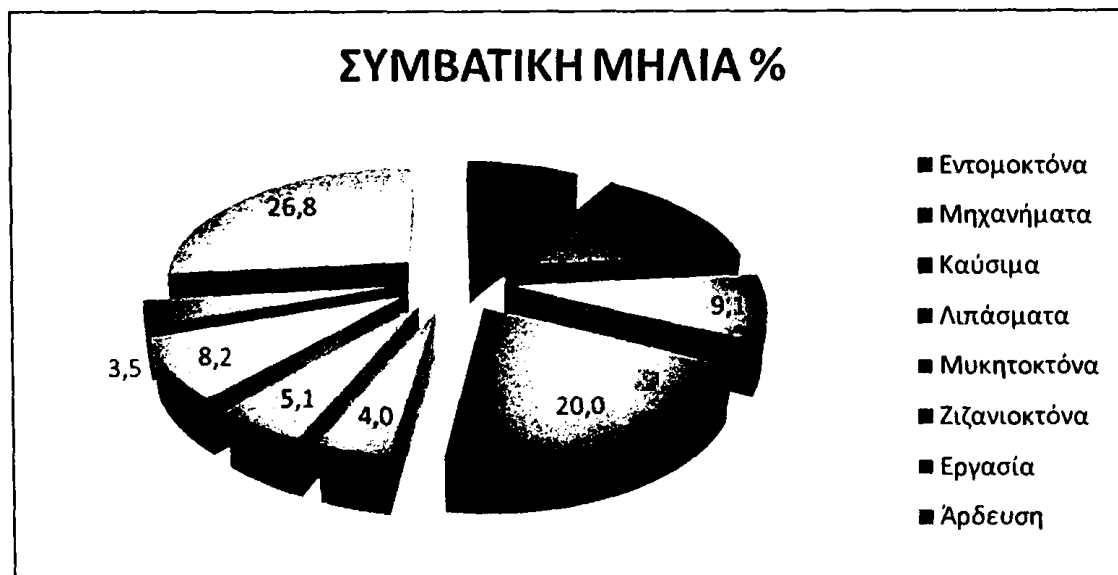
	Εκροές – καρποί (kg ha ⁻¹)	Ισοδύναμη ενέργεια καρπών (MJ)	Παραγωγι- κότητα (kg MJ ⁻¹)	Ένταση (MJ kg ⁻¹)	Βαθμός απόδοσης (εκροές / εισροές)
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	25000	54500	0,3	2,6	0,8
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	29250	63765	0,4	2,3	0,9



Σχήμα 3.13: Σύγκριση καταναλισκόμενης ενέργειας ανά εκτάριο από τους συντελεστές παραγωγής σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας



Σχήμα 3.14: Εισροές σε μια βιολογική καλλιέργεια μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας



Σχήμα 3.15: Εισροές σε μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

3.4. Σύγκριση εκπομπών CO₂e από μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στο Ν. Μαγνησίας

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στη μεθοδολογία για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂e που απαιτήθηκαν σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στο Ν. Μαγνησίας, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι εκπομπές CO₂e από τη χρήση καυσίμων (Πίν. 3.19) και οι εκπομπές CO₂e για τα λιπάσματα, τα ζιζανιοκτόνα, τα εντομοκτόνα και τα μυκητοκτόνα (Πίν. 3.20).

Πίνακας 3.19: Ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂e) από τη χρήση καυσίμων στην καλλιέργεια της μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ			ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ		
	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (L ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ e (kg)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (L ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ e (kg)
ΤΡΑΚΤΕΡ	-	-	-	-	-	-
ΑΓΡΟΤΙΚΟ	74	3500	280	5,9	278	22
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤ Α / ΕΡΓΑΛΕΙΑ	225	9517	723	93	3934	299
ΣΥΝΟΛΟ	299	13017	1003	98,9	4212	321

Πίνακας 3.20: Ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂e) για λιπάσματα- ζιζανιοκτόνα- εντομοκτόνα- μυκητοκτόνα στην καλλιέργεια της μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ CO ₂ e (kg ha ⁻¹)	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ CO ₂ e (kg ha ⁻¹)
ΚΟΠΡΙΑ	38	
ΔΙΑΦΥΛΛΙΚΟ		2
11-15-15		866
ΒΟΡΔΙΓΑΛΙΟΣ ΠΟΛΤΟΣ	60	26
ΘΕΙΑΣΒΕΣΤΙΟ	2	
DELAN		26
ROUNDUP		91
ΘΕΡΙΝΟΣ ΠΟΛΤΟΣ (ΛΑΔΙ)	58	
SPINOSAD	115	
ΣΑΠΟΥΝΙ	86	
ΒΑΚΙΛΟΣ	124	
ZOLONE		45
ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ		13
ΣΥΝΟΛΟ	483	1069

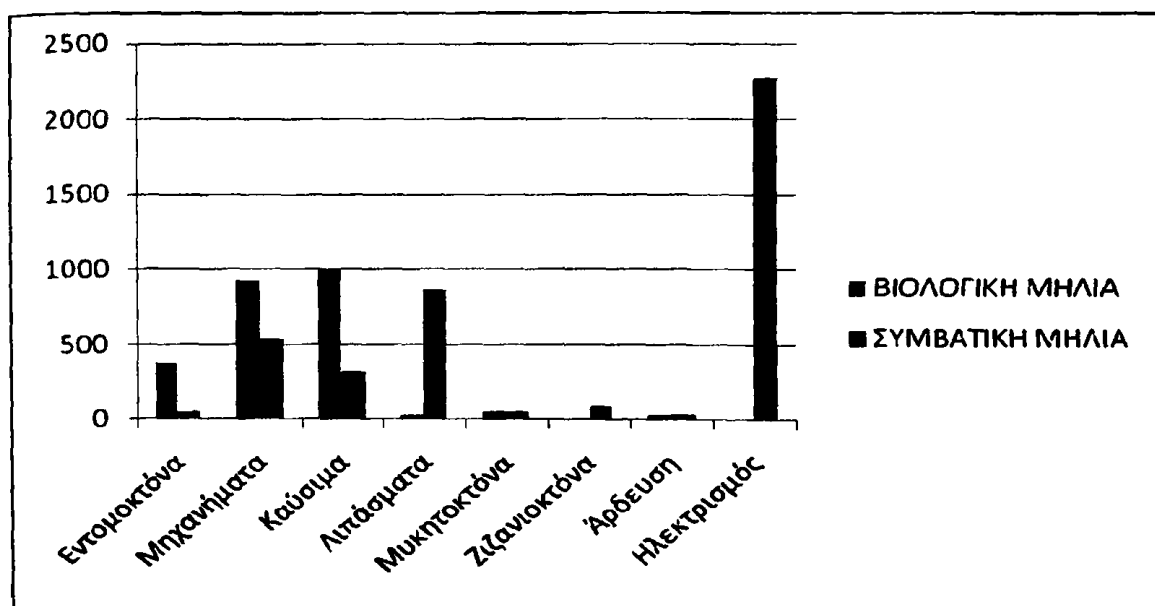


Όπως γίνεται αντιληπτό και από τον Πίν. 3.21 στη βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών CO₂e κατέχουν τα καύσιμα (41,7%). Ακολουθούν με παρόμοια σπουδαιότητα τα μηχανήματα (37,9%), και με μικρότερη σημασία τα βιολογικά εντομοκτόνα (15,7%), τα μυκητοκτόνα (2,5%), τα λιπάσματα (1,5%) και τέλος η άρδευση (1,3%) (Σχ. 3.17). Η συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς (4226 kg CO₂) ξεπερνά σε εκπομπές CO₂e τη βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς (2442 kg CO₂e) και αυτό οφείλεται κυρίως στον ηλεκτρισμό που χρησιμοποιείται για την άντληση του αρδευτικού νερού (Σχ. 3.16). Στη συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς το 53,7% των εκπομπών CO₂e οφείλεται στον ηλεκτρισμό, το 20,5% στα λιπάσματα, το 12,7% στα μηχανήματα, το 7,6% στα καύσιμα, το 2,2% στα ζιζανιοκτόνα και μόνο ένα 1,3% στα εντομοκτόνα, 1,2% στα μυκητοκτόνα και 0,8% στην άρδευση (Σχ. 3.18). Τα καύσιμα, μηχανήματα και εντομοκτόνα στη βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς ξεπερνούν τους αντίστοιχους συντελεστές της συμβατικής καλλιέργειας ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και αυτό οφείλεται στην απόσταση από την οικία του παραγωγού και το μικρό μέγεθος του βιολογικού μηλεώνα. Επίσης οφείλεται στη μικρή υπολειμματική διάρκεια του βάκλου που χρησιμοποιείται επανειλημμένα για την αντιμετώπιση της καρπόκαψας. Εάν η συμβατική μηλιά δεν ήταν αρδευόμενη με αντλητικό μηχανήμα, θα παρατηρούταν μείωση των εκπομπών CO₂e κατά 50% περίπου, και οι ολικές εκροές CO₂ θα ήταν παρόμοιες στους δύο μηλεώνες. Επίσης, στο συμβατικό μηλέωνα, το χημικό λίπασμα, παρότι χρησιμοποιείται στις ελάχιστες δυνατές ποσότητες, αφήνει σημαντικά αποτύπωμα άνθρακα στο περιβάλλον καθώς η παραγωγή αζωτούχων λιπασμάτων έχει πολύ υψηλό ενεργειακό κόστος. Αντίθετα, η κοπριά που εφαρμόστηκε στο βιολογικό μηλέωνα, παρότι είχε υψηλή ενσωματωμένη ενέργεια, δεν εκπέμπει σημαντικές ποσότητες CO₂e.

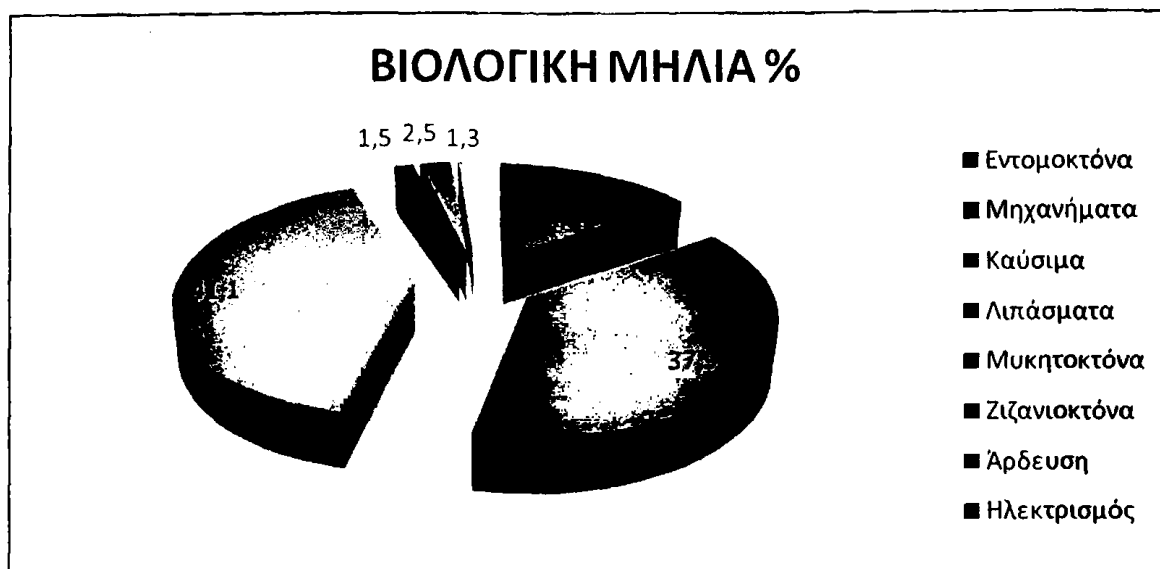


Πίνακας 3.21: Εκπομπές CO₂e των εισροών μιας βιολογικής και μιας συμβατικής καλλιέργειας μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ CO ₂ e (kg)	%	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ CO ₂ e (kg)	%
Εντομοκτόνα	383	15,7	57	1,3
Μηχανήματα	924	37,9	537	12,7
Καύσιμα	1003	41,1	321	7,6
Λιπάσματα	38	1,5	868	20,5
Μυκητοκτόνα	62	2,5	52	1,2
Ζιζανιοκτόνα	-		91	2,2
Άρδευση	32	1,3	32	0,8
Ηλεκτρισμός	-		2268	53,7
Σύνολο	2442	100	4226	100



Σχήμα 3.16: Σύγκριση εκπομπών CO₂e ανά εκτάριο από τους συντελεστές παραγωγής σε μια βιολογική και μια συμβατική καλλιέργεια μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας



Σχήμα 3.17: Εκπομπές CO₂e των εισροών μιας βιολογικής καλλιέργειας μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας



Σχήμα 3.18: Εκπομπές CO₂e των εισροών μιας συμβατικής καλλιέργειας μηλιάς στην περιοχή της Μαγνησίας

4. Συζήτηση- συμπεράσματα

Όπως γίνεται αντιληπτό από τους πίνακες 4.1 και 4.2, στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς η εισρέουσα ενέργεια ήταν $12908 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ τη χρονιά που οι εκροές ισοδυναμούν με $32338 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ και $3020 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ τη χρονιά που οι εκροές θεωρήθηκαν μηδενικές. Αντίστοιχα, στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς η εισρέουσα ενέργεια βρέθηκε $34424 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ τη χρονιά που οι εκροές ήταν $113600 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ και $20548 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ τη χρονιά που οι εκροές ήταν μηδενικές. Οι εκπομπές CO_2e βρέθηκαν να είναι 896 kg CO_2 στη βιολογική και 1469 kg CO_2 στη συμβατική ελιά. Υπεύθυνα για τις σημαντικότερες εκπομπές CO_2e βρέθηκαν τα λιπάσματα στη βιολογική και τα μηχανήματα στη συμβατική, λόγω της μη σωστής χρήσης της λιπαντικής αγωγής και του μικρού μεγέθους του ελαιώνα, αντίστοιχα. Αντιθέτως από την καλλιέργεια της ελιάς, η εισρέουσα ενέργεια στη βιολογική καλλιέργεια των μήλων ήταν υψηλότερη ($55447 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) από τη συμβατική ($46349 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), και αντίστοιχα οι εκροές ήταν $54500 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ για τη βιολογική μηλιά και $63765 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ για τη συμβατική μηλιά. Οι εκπομπές CO_2e όπως και στην ελιά βρέθηκαν υψηλότερες στη συμβατική (4169 kg CO_2) και χαμηλότερες στη βιολογική καλλιέργεια μήλων (2442 kg CO_2). Υπεύθυνα για τις περισσότερες εκπομπές CO_2e βρέθηκαν τα καύσιμα στη βιολογική και ο ηλεκτρισμός στη συμβατική μηλιά.

Πίνακας 4.1: Εισροές ενέργειας και ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στις καλλιέργειες της έρευνας στην περιοχή της Μαγνησίας

	ΕΙΣΡΟΕΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)	ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ CO_2e (kg)
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ	12908	896
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	55447	2442
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ	34424	1469
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	46349	4169



Πίνακας 4.2: Εκροές ενέργειας και ισοδύναμα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στις καλλιέργειες της έρευνας στην περιοχή της Μαγνησίας

ΕΚΡΟΕΣ	ΚΑΡΠΟΙ (kg ha ⁻¹)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (MJ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ CO ₂ e (kg)
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΛΙΑ	4414	32338	627
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	25000	54500	1090
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΛΙΑ	16000	113600	2272
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΜΗΛΙΑ	29250	63765	1275

Ενώ οι εκροές από τους ελαιώνες και μηλεώνες δεν διαφέρουν σημαντικά, οι εισροές ενέργειας και CO₂e είναι υψηλότερες στη μηλοκαλλιέργεια καθώς αυτή είναι αρδευόμενη (και στη συμβατική αυτό σημαίνει υψηλή εισροή ενέργειας σε ηλεκτρισμό) και απαιτεί περισσότερες εισροές σε φυτοφάρμακα και εργασία. Αν μπορούσαμε να επιστρέψουμε στον ελαιώνα και τις υψηλότερες ποσότητες οργανικής ουσίας που παράγονται με το κλάδεμα της ελιάς όπως με κομποστοποίηση ή απλά με τεμαχισμό τους εντός του ελαιώνα, είναι φανερό ότι η καλλιέργεια ελιάς είναι πιο αειφορική σε σχέση με την καλλιέργεια της μηλιάς για το οικοσύστημα.

Στους πειραματικούς μηλεώνες στο Ν. Μαγνησίας οι καρποί μιας μηλιάς που καλλιεργείται συμβατικά δεσμεύουν 7 kg CO₂ ενώ μιας μηλιάς που καλλιεργείται βιολογικά περίπου 10 kg CO₂. Αφού το απομονωμένο CO₂ στους καρπούς αντιστοιχεί στο 33% του συνολικά δεσμευμένου (σελ. 74), στη συμβατική μηλιά δεσμεύονται περίπου 22 kg CO₂ και στη βιολογική περίπου 30 kg CO₂. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα 50 kg CO₂ που αναφέραμε ότι δεσμεύονται στα μεγάλα μεγέθους δέντρα του Πηλίου (σελ. 74) (πιθανόν να μην απομονώνεται το 33% στους καρπούς αλλά στα ξύλα, τα φύλλα, τις ρίζες και τους βλαστούς- στους πειραματικούς μηλεώνες δεν είναι όλα τα δέντρα μεγάλου μεγέθους) και με το CO₂



που βρέθηκε ότι δεσμεύεται στα μηλεόδεντρα της Νέας Ζηλανδίας (εκεί η φύτευση είναι πυκνότερη και πιθανόν η καρποφορία των δέντρων μεγαλύτερη). Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι θεωρητικά και σαφώς θα μπορούσαν να επαληθευτούν και πειραματικά.

Οι βιολογικοί οπωρώνες είναι πιο αειφορικοί με λιγότερες εκπομπές CO₂e στο περιβάλλον. Ακόμη και η βιολογική καλλιέργεια της μηλιάς που βρέθηκε να ξεπερνάει κατά ελάχιστα τη συμβατική, ως προς τις απαιτήσεις σε ενέργεια, μπορεί να δικαιολογηθεί αφού, όπως προαναφέρθηκε, ο κλήρος είναι μικρότερος, απέχει περισσότερο από την οικία του παραγωγού και στη συμβατική δεν υπολογίστηκε η μεταφορά του καρπού στα ψυγεία. Τελικά βέβαια η συμβατική καλλιέργεια μηλιάς είχε υψηλότερες εκπομπές CO₂e από αυτές της βιολογικής, παρότι ο συγκεκριμένος συμβατικός μηλοκαλλιεργητής εκτελεί αρκετά σωστά και με φειδώ τις καλλιεργητικές εργασίες. Όμως χρειάζεται περισσότερη υποστήριξη και από τους ερευνητές περισσότερο ενδιαφέρον για να γίνουν οι βιολογικές καλλιέργειες περισσότερο ανταγωνιστικές στην αγορά. Παρόλα αυτά αποτελούν την πιο ενδιαφέρουσα λύση στην μελλοντική οικονομία. Οι κατάλληλες πρακτικές διαχείρισης μπορούν να μειώσουν περισσότερο την απαιτούμενη ενέργεια και τις εκπομπές CO₂e και να συμβάλουν ώστε οι οπωρώνες να γίνουν πιο αειφορικοί.

Μείωση στη χρήση των ζιζανιοκτόνων (συμβατική καλλιέργεια ελιάς και μηλιάς) ή αντικατάστασή τους με μηχανική κοπή θα οδηγήσει σε σημαντική μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και σε μείωση των εκπομπών CO₂e στην ατμόσφαιρα. Στη βιολογική και τη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς καθώς και στη συμβατική καλλιέργεια των μήλων, μπορεί να σημειωθεί μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας με πιο ορθολογική χρήση των λιπαντικών στοιχείων και με τη χρήση φυσικών λιπαντικών ουσιών (φωσφορικά πετρώματα, θαλάσσια φύκη, στάχτη ξύλων κ. α.) που βελτιώνουν τη γονιμότητα του εδάφους και κυρίως με εξεύρεση εναλλακτικών που να συντελούν στη μείωση των καταναλισκόμενων καυσίμων για την παρασκευή τους. Έτσι θα περιοριστούν σημαντικά και οι εκπομπές CO₂e στην ατμόσφαιρα. Σαν παράδειγμα αναφέρεται η αντικατάσταση των λιπασμάτων καλίου και βορίου με κοπριά στη βιολογική καλλιέργεια της ελιάς μπορεί να συντελέσει σε σημαντική μείωση (562 kg CO₂e, δηλαδή έως και 15 φορές



λιγότερο στη βιολογική) των εκπομπών CO₂e εμπλουτίζοντας παράλληλα τον ελαιώνα και με άλλα στοιχεία όπως είναι το άζωτο και ο φώσφορος. Αντίθετα στη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς το πιθανότερο είναι ο παραγωγός, τη 2^η και την 3^η χρονιά, να ρίχνει κάλιο και να μειώνει την ποσότητα αζώτου, γεγονός που μειώνει τις εκπομπές CO₂e μόνο κατά 25 kg. Αυτό καθιστά τη σωστή βιολογική καλλιέργεια της ελιάς περιβαλλοντικά φιλικότερη μακροπρόθεσμα. Οι μικροί κλήροι όπως παρατηρήθηκε στη βιολογική καλλιέργεια των μήλων, και ο καταμερισμός των μηχανημάτων, των καυσίμων, των εντομοκτόνων, των λιπασμάτων, των μυκητοκτόνων και της ανθρώπινης εργασίας σε μικρότερη έκταση είναι ενεργειακά ασύμφοροι γιατί έχουν υψηλές απαιτήσεις σε συντελεστές παραγωγής για μικρότερη έκταση γης και μικρότερη παραγωγή καρπών.

Είναι αμφίβολο ότι μπορεί να επιτευχθεί περαιτέρω μείωση των ενεργειακών εισροών ειδικότερα όσον αφορά τη συμβατική καλλιέργεια της ελιάς εάν περιοριστεί η χρήση μηχανημάτων και η κατανάλωση καυσίμων από αυτά. Σε μελέτη του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, μελετάται η δυνατότητα δημιουργίας αγροκτημάτων που να παράγουν τα ίδια τα καύσιμα για τη λειτουργία των γεωργικών μηχανημάτων τους, δηλαδή ενεργειακά αυτόνομα αγροκτήματα. Σύμφωνα με τα πρώτα στοιχεία κρίθηκε συμφέρουσα η χρήση λαδιού από ηλίανθο ως καυσίμου για τα τρακτέρ. Ακόμη, μπορεί να επιτευχθεί περαιτέρω μείωση των ενεργειακών εισροών για τη συγκομιδή και μεταφορά με κατάλληλο δίκτυο αγροτικών και επαρχιακών οδών που θα μείωνε τις εισροές ενέργειας από καύσιμο αλλά και θα βελτίωνε την ποιότητα των καρπών λόγω μείωσης της ταλαιπωρίας τους κατά τη μετακίνηση στο συσκευαστήριο.

Στη Μεσόγειο, η ξηρασία αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην παραγωγή φρούτων. Το 1961, οι αρδευόμενες εκτάσεις αποτελούσαν το 13,3% της γεωργικής γης ενώ, το 1998, το 36%. Η άρδευση κατά τη συμβατική καλλιέργεια της μηλιάς καταναλώνει μεγάλη ποσότητα ηλεκτρισμού για άρδευση υπό πίεση και είναι υπεύθυνη για μεγάλο ποσοστό εκπομπών CO₂e. Όπως προκύπτει, ένας αρδευόμενος μηλεώνας με κατάκλυση μπορεί να συντελέσει σε μείωση της απαιτούμενης ενέργειας έως και 30% και σε μείωση των εκπομπών CO₂e έως και 55% σε σχέση με έναν αρδευόμενο με στάγδην άρδευση με νερό που προέρχεται



από πηγή και υψηλή κατανάλωση ηλεκτρισμού). Αλλά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί περισσότερο νερό για την άρδευση με κατάκλυση που δεν είναι εύκολο να βρεθεί. Αντίθετα, στην παρούσα έρευνα βρέθηκε ότι ο αρδευόμενος με κατάκλυση βιολογικός μηλεώνας (κατάκλυση από κοινοτικό αυλάκι χωρίς κατανάλωση ηλεκτρισμού) καταναλώνει ελάχιστη ενέργεια για άρδευση. Στην ουσία, στην προκειμένη περίπτωση η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές CO₂e δεν σχετίζονται με τον τρόπο καλλιέργειας (βιολογική ή συμβατική) αλλά με τον τρόπο άρδευσης. Γι αυτό, η αποδοτικότερη χρήση του νερού με την επιλογή του κατάλληλου συστήματος και τεχνικών άρδευσης καθώς και η χρήση ΑΠΕ μπορούν να αποτελέσουν μια εναλλακτική που να ενισχύσει την ανάπτυξη των δέντρων (Xiloyannis et al., 2002) και έμμεσα τη σταθεροποίηση του CO₂.

Οι ελιές σε μια ξηρική καλλιέργεια ανεξάρτητα της τοποθεσίας ή του τύπου διαχείρισης είναι πιο ενεργειακά αποδοτικές αλλά πολύ λιγότερο παραγωγικές σε καρπό από ότι σε μια αρδευόμενη καλλιέργεια καθώς οι ενεργειακές ανάγκες των αρδευόμενων ελαιώνων αυξάνονται σημαντικά λόγω της άρδευσης με υπόγεια νερά αλλά και η παραγωγή καρπών περίπου διπλασιάζεται.

Στους οπωρώνες που μελετήθηκαν όλος ο όγκος των κλαδεμάτων καίγεται αντί να επαναχρησιμοποιείται, γεγονός το οποίο παρόλο που δεν εκτιμήθηκε , συνεισφέρει στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων στην ατμόσφαιρα και απομακρύνει οργανική ουσία από το χωράφι. Αυτή η τεχνική αλλάζει παντού στον κόσμο και ο τεμαχισμός των κλαδευτικών βοηθά στη φυσική αποσύνθεση των κλαδιών και των φύλλων μέσα στον οπωρώνα. Η φυσική αποσύνθεση των κλαδιών και των φύλλων θα αυξήσει την ποσότητα του οργανικού άνθρακα στο έδαφος. Ο εδαφικός άνθρακας είναι ένας σημαντικός παράγοντας της οργανικής ουσίας του εδάφους και δείκτης της ποιότητας του. Αλλαγές στα επίπεδα εδαφικού άνθρακα εκτιμώνται με βάση τις εισροές και εκροές άνθρακα στο έδαφος. Η απομόνωση άνθρακα στο έδαφος ενισχύει την ποιότητα του εδάφους και συμβαίνει όταν οι εισροές άνθρακα υπερβαίνουν τις απώλειες (Audsley, 1997). Οι εισροές άνθρακα οφείλονται στην προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος με κοπριά, την παραγωγή φυτομάζας από τα ζιζάνια ή χλωρή λίπανση και με τον τεμαχισμό των κλαδευτικών και παραμονή τους εντός του οπωρώνα. Τα κλαδέματα



από πηγή και υψηλή κατανάλωση ηλεκτρισμού). Αλλά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί περισσότερο νερό για την άρδευση με κατάκλυση που δεν είναι εύκολο να βρεθεί. Αντίθετα, στην παρούσα έρευνα βρέθηκε ότι ο αρδευόμενος με κατάκλυση βιολογικός μηλεώνας (κατάκλυση από κοινοτικό αυλάκι χωρίς κατανάλωση ηλεκτρισμού) καταναλώνει ελάχιστη ενέργεια για άρδευση. Στην ουσία, στην προκειμένη περίπτωση η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές CO₂e δεν σχετίζονται με τον τρόπο καλλιέργειας (βιολογική ή συμβατική) αλλά με τον τρόπο άρδευσης. Γι αυτό, η αποδοτικότερη χρήση του νερού με την επιλογή του κατάλληλου συστήματος και τεχνικών άρδευσης καθώς και η χρήση ΑΠΕ μπορούν να αποτελέσουν μια εναλλακτική που να ενισχύσει την ανάπτυξη των δέντρων (Xiloyannis et al., 2002) και έμμεσα τη σταθεροποίηση του CO₂.

Οι ελιές σε μια ξηρική καλλιέργεια ανεξάρτητα της τοποθεσίας ή του τύπου διαχείρισης είναι πιο ενεργειακά αποδοτικές αλλά πολύ λιγότερο παραγωγικές σε καρπό από ότι σε μια αρδευόμενη καλλιέργεια καθώς οι ενεργειακές ανάγκες των αρδευόμενων ελαιώνων αυξάνονται σημαντικά λόγω της άρδευσης με υπόγεια νερά αλλά και η παραγωγή καρπών περίπου διπλασιάζεται.

Στους οπωρώνες που μελετήθηκαν όλος ο όγκος των κλαδεμάτων καίγεται αντί να επαναχρησιμοποιείται, γεγονός το οποίο παρόλο που δεν εκτιμήθηκε , συνεισφέρει στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων στην ατμόσφαιρα και απομακρύνει οργανική ουσία από το χωράφι. Αυτή η τεχνική αλλάζει παντού στον κόσμο και ο τεμαχισμός των κλαδευτικών βοηθά στη φυσική αποσύνθεση των κλαδιών και των φύλλων μέσα στον οπωρώνα. Η φυσική αποσύνθεση των κλαδιών και των φύλλων θα αυξήσει την ποσότητα του οργανικού άνθρακα στο έδαφος. Ο εδαφικός άνθρακας είναι ένας σημαντικός παράγοντας της οργανικής ουσίας του εδάφους και δείκτης της ποιότητας του. Αλλαγές στα επίπεδα εδαφικού άνθρακα εκτιμώνται με βάση τις εισροές και εκροές άνθρακα στο έδαφος. Η απομόνωση άνθρακα στο έδαφος ενισχύει την ποιότητα του εδάφους και συμβαίνει όταν οι εισροές άνθρακα υπερβαίνουν τις απώλειες (Audsley, 1997). Οι εισροές άνθρακα οφείλονται στην προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος με κοπριά, την παραγωγή φυτομάζας από τα ζιζάνια ή χλωρή λίπανση και με τον τεμαχισμό των κλαδευτικών και παραμονή τους εντός του οπωρώνα. Τα κλαδέματα



είναι μια σημαντική και απαραίτητη πρακτική διαχείρισης σε έναν οπωρώνα, με την οποία σημαντική ποσότητα ξυλώδους παραγωγής (περίπου 30% στις μηλιές και πολύ μεγαλύτερο ποσό στις ελιές) θα μπορούσε να παραμείνει στον οπωρώνα και ένα μέρος του να γίνει οργανική ουσία στο έδαφος. Για παράδειγμα, στις μηλιές 30% των νεαρότερων βλαστών κόβεται. Για ένα ημι-εντατικό οπωρώνα (800 δέντρα ανά εκτάριο), $22.37 \text{ kg yr}^{-1} \text{ CO}_2\text{e}$ ανά δέντρο επιστρέφει στο έδαφος από τα $29.47 \text{ kg yr}^{-1} \text{ CO}_2\text{e}$ ανά δέντρο σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Νέα Ζηλανδία (Massey University, 2009). Συνεπώς, στις μηλιές με τον τεμαχισμό των κλαδευτικών 76% του απομονωμένου στα δέντρα CO_2 το συγκεκριμένο έτος επιστρέφει στο έδαφος, ενώ το υπόλοιπο 24% συσσωρεύεται στο υπέργειο τμήμα του δέντρου. Όμως δεν παραμένει όλος ο εισερχόμενος άνθρακας στο έδαφος καθώς η μεγαλύτερη ποσότητα επιστρέφει στην ατμόσφαιρα με τη μικροβιακή αναπνοή κατά την αποσύνθεση ως εκπομπές CO_2 . Έχει υπολογισθεί ότι τελικά 18% παραμένει στο έδαφος, ενώ το 82% επιστρέφει στην ατμόσφαιρα. Έτσι για να είναι ένας οπωρώνας αειφορικός, το έδαφος θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να απομονώνει άνθρακα με τη μεγαλύτερη δυνατή διάθεση οργανικής ουσίας σε αυτό. Σε πειράματα στην Ν. Ιταλία, το CO_2 στις νεαρές ελιές συσσωρεύτηκε αρχικά στις μόνιμες δομές (κορμός, βλαστοί) της βιομάζας πάνω από το έδαφος και στο ριζικό σύστημα, ενώ το υπόλοιπο στα φύλλα και στους καρπούς. Οι μόνιμες δομές αντιπροσωπεύουν σημαντικές πηγές δεσμευμένου από την ατμόσφαιρα CO_2 για μια χρονική περίοδο ίση με τη διάρκεια ζωής του δέντρου. Αντιθέτως ο C που δεσμεύτηκε στα φύλλα και τους καρπούς είχε διαφορετική μοίρα. Ο άνθρακας από τους καρπούς χάνεται από τον αγρό κατά τη συγκομιδή, ενώ από τα φύλλα μετατρέπεται σε οργανική ουσία όταν αυτά πέφτουν στο έδαφος και αποσυντίθενται (Celano et al., 2002). Ο άνθρακας των κλαδευτικών, εάν αυτά απομακρυνθούν από τον αγρό, θα χαθεί από το έδαφος. Εάν όμως τα κλαδέματα αφεθούν στον αγρό και αποσυντεθούν φυσικά αποτελούν μια μακροχρόνια πηγή ακινητοποίησης του CO_2 . Στο ανωτέρω πείραμα, τα υπολείμματα προστέθηκαν στο έδαφος, και ένα χρόνο μετά, το μεγαλύτερο μέρος του C επέστρεψε στην ατμόσφαιρα ως CO_2 . Το 1/5- 1/3 όμως παρέμεινε στο έδαφος με τη μορφή βιομάζας ή εδαφικού χούμου. Τα υπολείμματα, κλαδέματα, νεκρά φύλλα μπορούν να



χρησιμοποιηθούν για να βελτιώσουν τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους, με τη μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης και διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών, και αυξάνοντας τη μικροβιακή αναπνοή και συνεπώς τις απώλειες CO₂ από το έδαφος στην ατμόσφαιρα αλλά στη διαδικασία μια σημαντική ποσότητα οργανικής ύλης μετατρέπεται σε χούμο, σταθεροποιημένη μορφή C στο έδαφος.

Οι ελιές πρακτικά θα μπορούσαν να μην εξάγουν θρεπτικά συστατικά από το έδαφος. Τα περισσότερα θρεπτικά περιέχονται στα κλαδευτικά (που θα μπορούσαν να παραμείνουν στον ελαιώνα) και στα υπολείμματα και τα απόβλητα των ελαιοτριβείων τα οποία μπορούν να κομποστοποιηθούν και να παράγουν βιολογικά λιπάσματα. Η εφαρμογή κομπόστας επιτρέπει στους γεωργούς να μειώσουν τις εισροές οργανικής ουσίας από άλλα οικοσυστήματα και, βασικά, χημικών λιπασμάτων. Σύμφωνα με πειράματα που έγιναν στην Ιταλία (Xiloyannis et al., 2002) 15 τόνοι compost επιτρέπουν τη μεταφορά 15 τόνων CO₂ στο κτήμα. Άλλος τρόπος για την αύξηση της καθαρής ενεργειακής αποδοτικότητας είναι η χρήση φυτών κάλυψης (χλωρής λίπανσης). Η φύτευση ψυχανθών μπορεί να μειώσει την εφαρμογή χημικών αζωτούχων λιπασμάτων. Αλλά ο δείκτης που θα επιτρέψει την ενεργειακή αειφορία είναι η αποδοτικότητα της μη ανανεώσιμης ενέργειας, η σχέση ουσιαστικά ανάμεσα στις τελικές εκροές και τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται. Η αποδοτικότητα των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη βιολογική γεωργία είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τη συμβατική. Το μόνο σίγουρο είναι ότι η πρακτικές που εφαρμόζονται στη βιολογική γεωργία είναι πιο αειφορικές σε σχέση με τη συμβατική και μπορούν να συντελέσουν στο μετριασμό του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα περιλαμβάνουν:

Την αριστοποίηση των εισροών σε οπωρώνες και τη μέτρηση του ενεργειακού ισοζυγίου και των εκπομπών C σε αυτούς

Τη μελέτη των αποτελεσμάτων εφαρμογής οργανικών ουσιών (κομπόστ, κοπριά, κ.λπ.) σε συνδυασμό με τον τεμαχισμό των κλαδευτικών και την ορθή διαχείριση της ζιζανιοχλωρίδας και με χλωρή λίπανση και την οικονομική



αποτελεσματικότητα αυτών για μεγιστοποίηση της δέσμευσης C στο έδαφος ενός οπωρώνα

Τη μελέτη παραγωγής και χρήσης ΑΠΕ για χρήση στο αγρόκτημα

Την αποτελεσματικότητα στην αειφορία μικτής εκμετάλλευσης με φυτά και ζώα, ώστε να υπάρχει αλληλοσύνδεση των εισροών και εκροών του αγροκτήματος υπό Ελληνικές συνθήκες

Τη διαχείριση της φυτομάζας που παράγεται σε ένα αγρόκτημα με ευρύτερο ορίζοντα τη μείωση των χημικών και ενεργειακών εισροών και την πιο αειφορική διαχείριση του άνθρακα σε μια περιοχή, όπως για παράδειγμα την κατανάλωση της φυτομάζας των κλαδευτικών της ελιάς από αιγοπρόβατα και παραγωγή οργανικής ουσίας από αυτά για χρήση στον ελαιώνα ή διατήρηση των ζώων εντός του οπωρώνα και για τη διαχείριση των ζιζανίων.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΣΚΟΠΟ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΥ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥ:

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ: ΕΛΙΑ ☐ ΜΗΛΙΑ ☐

ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ: ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ☐ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ☐ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ☐

ΘΕΣΗ: ΕΚΤΑΣΗ:	ΠΟΙΚΙΛΙΑ:
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ:	ΜΕΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ/ΧΡΟΝΟ:
ΗΛΙΚΙΑ:	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΟΙΚΙΑ:

1) ΚΑΥΣΙΜΑ

ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ /ΕΡΓΑΛΕΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ/ ΧΡΟΝΟ	ΩΡΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΙΠΠΟ- ΔΥΝΑΜΗ
1.ΤΡΑΚΤΕΡ					
2. Φορτηγό ΙΧ					
3.					
4.					



2) ΛΙΠΑΝΣΗ

ΠΟΙΑ Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ;

ΤΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΕ ΚΑΙ ΠΟΤΕ;

3) ΖΙΖΑΝΙΑ

ΥΠΑΡΧΕΙ ΒΟΣΚΗΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΑΦΙ;

ΤΑ ΖΙΖΑΝΙΑ ΚΟΒΟΝΤΑΙ ☐ ΨΕΚΑΖΟΝΤΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ☐ ΤΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΕ;

ΑΝ ΚΟΒΟΝΤΑΙ, ΠΟΣΕΣ ΦΟΡΕΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ ΠΟΣΕΣ ΩΡΕΣ ΑΝΑ ΚΟΠΗ;

ΑΝ ΨΕΚΑΖΟΝΤΑΙ, ΠΟΣΕΣ ΦΟΡΕΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ ΠΟΣΟ ΩΡΕΣ ΑΝΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ;

4) ΕΧΘΡΟΙ - ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

ΕΙΔΟΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	ΤΙ ΡΙΧΝΕΤΕ, ΠΟΣΕΣ ΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΣΕ ΤΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1.		
2.		
3.		

6) ΑΡΔΕΥΣΗ

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ:

ΠΗΓΗ/ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ:

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ:

ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ/ΕΚΤΑΡΙΟ:

ΑΝ ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΤΗΝ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ



7) ΑΛΛΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ	ΗΜΕΡΕΣ/ΧΡΟΝΟ	ΑΝΘΡΩΠΟΙ/ΩΡΕΣ
1. ΚΛΑΔΕΜΑ				
2. ΑΡΑΙΩΜΑ				
3. ΛΙΠΑΝΣΗ				
4.				
5.				
6. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ				

ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΠΟΡΑ ΧΛΩΡΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ;

ΤΙ ΚΑΝΕΤΕ ΤΑ ΚΛΑΔΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΦΥΛΛΑ;

ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΕ ΚΟΜΠΟΣΤΑ; ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

ΕΑΝ ΝΑΙ, ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ:

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΠΟΛΥ

7) ΆΛΛΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ	ΗΜΕΡΕΣ/ΧΡΟΝΟ	ΑΝΘΡΩΠΟΙ/ΩΡΕΣ
1. ΚΛΑΔΕΜΑ				
2. ΑΡΑΙΩΜΑ				
3. ΛΙΠΑΝΣΗ				
4.				
5.				
6. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ				

ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΠΟΡΑ ΧΛΩΡΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ;

ΤΙ ΚΑΝΕΤΕ ΤΑ ΚΛΑΔΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΦΥΛΛΑ;

ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΕ ΚΟΜΠΟΣΤΑ; ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

ΕΑΝ ΝΑΙ, ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΑ:

ΣΑΣ ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΠΟΛΥ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Addiscott, T. M., 1995. Entropy and sustainability. *European Journal of Soil Science* 46(2):161-168.
- Alonso, A. M., Guzman G. I., 2008. A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. *Agricultural Systems* 98:167-176.
- ARGOS, 2005. ARGOS annual kiwifruit sector report. New Zealand. Unpublished manuscript.
- Audsley, E., 1997. Harmonization of environmental life cycle assessment for agriculture. Silsoe Research Institute, UK.
- Barber, P. A., Andjic, V., Carnegie, A. J., Pegg, G.S., Hardy, G. E. S. J., Wingfield, M. J., Burgess, T., 2007. *Kirramyces viscidus* sp. nov., a new eucalypt pathogen from tropical Australia closely related to the serious leaf pathogen, *Kirramyces destructans*. *Australasian Plant Pathology* 36 (5):478-487.
- Barber, A., Scarrow, S., 2001. Kiwifruit energy audit. Pukekohe and Tauranga: Agriculture New Zealand Ltd.
- Bascetincelik, A., Yaldiz, O., Ozturk, H. H., Zeren, Y., 1993. Energy use in field crops of Turkey. International Congress of agricultural machinery and energy. Kusadası.
- Boustead, I., Hancock, G. F., 1979. Handbook of industrial energy analysis. Horwood, Chichester(UK): 422.
- Brady, N. C., Weil, R. R., 2004. Elements of the nature and properties of soils, 2^{ed} Pearson Prentice Hall, NJ.
- Brown, B. J., Hanson, M. E., Liverman, D. M., Merideth, R. W., 1987. Global sustainability- toward definition. *Environmental Management* 11(6):713-719.
- Brown, M. T., Herendeen, R., 1996. Embodied energy analysis and emergy analysis: a comparative view. *Ecological Economics* 19: 219-235.
- Canals, M. L., 2003. Contribution of LCA methodology for agricultural systems. Retrieved 23 June 2006, from



http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-1222103=154811/lmc1de2.pdf.

- Canals, M. L., Burnip, G. M., Cowell, S. J., 2006. Evaluation of the environmental impacts of apple production using life cycle assessment (LCA): case study in New Zealand. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114:226-238.
- Celano, G., Palese, A. M., Xiloyannis, C., 2002. La gestione sostenibile del suolo nell' albicocchetto. *Frutticoltura* 3:37-39.
- Collins, N. E, Kimble, L. J., Williams, T. H. Energy requirements for tillage on coastal plains soils. In: Lockeretz W., editor. *Agriculture and Energy*. New York: Academic Press 1976:233–44.
- Costanza, R., Wainger, L., 1993. Modeling complex ecological economic systems. *Bioscience* 43(8):545-556.
- Coxworth, E., Entz, M. H., Henry, S., Bamford, K. C , Schoofs, A., Ominski, P. D. , Leduc, P., Burton, G., 1995. Study of the effects of cropping and tillage systems on the carbon dioxide released by manufactured inputs to Western Canadian agriculture. *Agriculture and Agri-Food Canada*, Lethbridge.
- Dessane, D., 2003. Energy efficiency and life cycle analysis of organic and conventional olive groves in the Messara Valley, Crete, Greece. M.Sc. Thesis, Wageningen University: 67.
- Dincer, I., 2003. On energy conservation policies and implementation practices. *International Journal of Energy Research* 27:687-702.
- Dincer, I., Rosen, M. A., 1998. A worldwide perspective on energy, environment and sustainable development. *International Journal of energy Research* 22:1305-1321.
- Douglass, G. K., 1984. The meaning of agricultural sustainability in a changing world order. Boulder, Colorado: Westview Press.
- Edwards- Jones, G., Howells, O., 2001. The origin and hazard of inputs to crop protection in organic farming systems: are they sustainable? *Agricultural Systems* 67:31-47.



- EPA. 2008a. Agriculture and food supply. www.epa.gov/climatechange/effects/agriculture.html
- EPA. 2008b. Carbon sequestration in agriculture and forestry. www.epa.gov/sequestration/index.html
- EPA. 2008c. Local scale: carbon pools in forestry and agriculture. www.epa.gov/sequestration/local_scale.html
- Esengun, K., Gunduz, O., & Erdal, G., 2007. Input-output energy analysis in dry apricot production of Turkey. *Energy Conversion and Management* 48(2): 592-598.
- Eulenstein, F., Haberstock, W., Steinborn, W., Svirezhev, Y., Olejnik, J., Schlindwein, S. L., et al., 2003. Perspectives from energetic- thermodynamic analysis of land use systems. *Archives of Agronomy and Soil Science* 49:663-679.
- FAO, 1997. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. *FAO land and water bulletins-5* (No. W4745/E)
- Fluck, R.C., 1992. *Energy in farm production*. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Fluck, R.C., Baird, C.D., 1982. *Agricultural energetic*. AVI Publications, Westport, CT.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L., et al., 2004. Regime shifts, resilience and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematic* 35: 557-581.
- Franklin. W.E., 1995. Life cycle assessment- a remarkable tool in the era of sustainable resource and environmental management. *Resources Conservation and Recycling* 14:v-vii.
- Genitsariotis, M., Stougioti, O., Tsarouhas, B., Chlioumis, G., 1996. *Alternative farming practices in integrated olive groves*. Aristotele University of Thessaloniki, Greece.



- Georgescu- Roegen, N., 1976. Energy and economic myths. In N. Georgescu- Roegen (Ed.), Energy and economic myths. New York: Pergamon Press: 3-36.
- Green, M. B., 1987. Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In: Helsel, Z. R. (Ed.), Energy in plant nutrition and pest control. Energy in World Agriculture, vol. 2. Elsevier 165-177.
- Greer, D., Seleznyova, A., Green, S., 2004. From controlled environments to field simulations: leaf area dynamics and photosynthesis of kiwifruit vines. Functional Plant Biology 31: 169-179.
- Grogan, P., Matthews, R., 2002. A modeling analysis of the potential for soil carbon sequestration under short rotation coppice willow bioenergy plantations. Soil Use and Management 18:175-183.
- Hanson, J., 1997. Thermodynamics and the sustainability of food production. Retrieved November 2007, from: <http://dieoff.org/page65.htm>.
- Harger, J. R. E., Meyer, F. M., 1996. Definition of indicators for environmentally sustainable development. Chemosphere 33(9):1749-1775.
- Herendeen, R., 2004. Energy analysis and emergy analysis- a comparison. Ecological Modeling 178:227-237.
- IPCC, 2007a. Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., (eds)]: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>
- IPCC, 2007b. Climate Change 2007: Agriculture. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change. [Metz, B., Davidson, O. R., Bosch, P. R., Dave, R., Meyer, L. A., (eds)]. www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter8.pdf
- IPCC, 2001. Climate change: the scientific basis. Intergovernment panel on climate change. Cambridge (UK): Cambridge Univ. Press.
- Jarach, M., 1985. Sui valori di equivalenza per analisi e il bilancio energetic in agrocoltura. Riv. De Ingegneria Agraria 2:102-114.



- Georgescu- Roegen, N., 1976. Energy and economic myths. In N. Georgescu- Roegen (Ed.), Energy and economic myths. New York: Pergamon Press: 3-36.
- Green, M. B., 1987. Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In: Helsel, Z. R. (Ed.), Energy in plant nutrition and pest control. Energy in World Agriculture, vol. 2. Elsevier 165-177.
- Greer, D., Seleznyova, A., Green, S., 2004. From controlled environments to field simulations: leaf area dynamics and photosynthesis of kiwifruit vines. Functional Plant Biology 31: 169-179.
- Grogan, P., Matthews, R., 2002. A modeling analysis of the potential for soil carbon sequestration under short rotation coppice willow bioenergy plantations. Soil Use and Management 18:175-183.
- Hanson, J., 1997. Thermodynamics and the sustainability of food production. Retrieved November 2007, from: <http://dieoff.org/page65.htm>.
- Harger, J. R. E., Meyer, F. M., 1996. Definition of indicators for environmentally sustainable development. Chemosphere 33(9):1749-1775.
- Herendeen, R., 2004. Energy analysis and emergy analysis- a comparison. Ecological Modeling 178:227-237.
- IPCC, 2007a. Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., (eds)]: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>
- IPCC, 2007b. Climate Change 2007: Agriculture. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on climate change. [Metz, B., Davidson, O. R., Bosch, P. R., Dave, R., Meyer, L. A., (eds)]. www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter8.pdf
- IPCC, 2001. Climate change: the scientific basis. Intergovernment panel on climate change. Cambridge (UK): Cambridge Univ. Press.
- Jarach, M., 1985. Sui valori di equivalenza per analisi e il bilancio energetico in agricoltura. Riv. De Ingegneria Agraria 2:102-114.



- Kaltsas, A. M., Mamolos, A. P., Tsatsarelis, C. A., Nanos, G. D., Kalburtji, K. L., 2007. Energy budget in organic and conventional olive groves. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 122:243-251.
- Kerckhoffs, L. H. J., Reid, J. B., 2007. Carbon sequestration in the standing biomass of orchard crops in New Zealand: New Zealand Institute for crop & food research Ltd, RD2, Hastings, New Zealand. Report prepared for Horticulture New Zealand Ltd.
- Kim, C. G., 2004. Material balance approach to establishing regionally based sustainable agriculture in Korea. *Japanese Journal of Farm Management*.
- Kroodsma, D. A., Field, C. B., 2006. Carbon sequestration in California agriculture, 1980-2000. *Ecological Applications* 16(5): 1975-1985.
- Lal R., 2004. Carbon emission from farm operations. *Environmental International* 30: 981-990.
- Lockeretz, W., 1980. Energy inputs for nitrogen, phosphorus and potash fertilizers. In: Pimentel, D. (Ed.), *handbook of energy utilization in agriculture*. CRC Press, Boca Raton, FL 15-21.
- MAF, 1992. Summary of submission on organic agriculture: MAF policy position paper 2 ISSN 1171-4948: MAF.
- MAF, 2004. Understanding the costs and risks of conversion to organic kiwifruit and apple production systems: Ministry of agriculture and forestry. MAF Technical paper No: 04/02.
- Marland, G., West, T.O., Schlamadinger, B., Canella, L., 2003. Managing soil organic carbon in agriculture: the net effect on greenhouse gas emissions. *Tellus* 55B:613 – 621.
- Marsh, K. B., Daly, M. J., McCarthy, T. P., 2007. Hortresearch publication- mulches and understorey management for an organic apple orchard. Retrieved 15 October 2007, from <http://www.hortnet.co.nz/publications/science/marsha.htm>.



- Massey University, Palmerston North, New Zealand, 2009. An environmentally based systems approach to sustainability analyses of organic fruit production systems in New Zealand.
- Mouron, P., Scholz, R. W., Nemecek, T., & Weber, O., 2006. Life cycle management on Swiss fruit farms: Relating environmental and income indicators for apple growing. *Ecological Economics* 58(3):561-578.
- Moller, H., Wearing, A., Perley, C., Rosin, C., Blackwell, G., Campbell, H., et al., 2007. Biodiversity on kiwifruit orchards: the importance of shelterbelts. *Acta Horticulturae* 753:609-615.
- Mudahar, M. S., Hignett, T. P., 1987a. Fertilizer and energy use. In: Helsel, Z.R. (Ed.). *Energy in world agriculture 2. Energy in plant nutrition and pest control*. Elsevier, Amsterdam: 1-23.
- Mudahar, M. S., Hignett, T. P., 1987b. Energy requirements, technology and resources in fertilizer sector. In: Helsel, Z.R. (Ed.), *Energy in world agriculture 2. Energy in plant nutrition and pest control*. Elsevier, Amsterdam: 25-61.
- Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., Olsson, L., 2007. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics* 60(3):498-508.
- Norde, W., 1997. Energy and entropy: a thermodynamic approach to sustainability. *The Environmentalist* 17: 57-62
- OANZ, 2008. OANZ newsletter 2nd May 2008. Wellington.
- OECD, 2004. Agriculture and the environment: Lessons learned from a decade of OECD work. Retrieved 22 February 2008, from <http://www.oecd.org/dataoecd/15/28/33913449.pdf>.
- Pannell, D. J., 2003. What is the value of a sustainability indicator? Economic issues in monitoring and management for sustainability. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43(3):239-243.
- Payaraudeau, S., Hayo, M. G., 2005. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107:1-19.



- Peet, J. (Ed.), 1992. Energy and the ecological economics of sustainability. Washington, D.C: Island Press.
- Pieri, C., Dumanaski, J., Hamblin, A., Young, A., 1995. Land quality indicators. 315 World Bank Discussion paper. The World Bank, Washington D. C.
- Pimentel, D., 1992. Energy inputs in production agriculture. *Energy World Agriculture* 6:13– 29.
- Pimentel, D., 1980. Handbook of energy utilization in agriculture. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Pimentel, D. L., Hurd, E., Belloti, A. L., Forster, M. J., Oka, J. N., Sholes, O. D., Whitman, R. J., 1973. Food production and the energy crisis. *Science* 182:443-449.
- Postel, S., 1999. Pillars of Sand: Can the Irrigation Miracle Last? New York: W.W. Norton.
- Raman, S. (Ed.), 2006. Agricultural sustainability: principles, processes and prospects. New York: Food Products Press.
- Rao, N. H., Rogers, P. P., 2006. Assessment of agricultural sustainability. *Current Science* 91(4):439-448.
- Reganold, J., Glover, J., Andrews, P., Hinman, H., 2001. Sustainability of three apple production systems. *Nature* 410:926-930.
- Rigby, D., Woodhouse, P., Young, T., Burton, M., 2001. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics*, 39:463-478.
- Robert, K.H., 1997. A compass for sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 4:79-92.
- Rodale Institute, 2008. Regenerative organic farming: A solution to global warming
[www.rodaleinstitute.org/files/Rodale Research Paper-07 30 08.pdf](http://www.rodaleinstitute.org/files/Rodale%20Research%20Paper-07%2030%2008.pdf)
- Ruth, M. (Ed.), 1993. Integrating Economics, Ecology and Thermodynamics. London: Kluwer Academic Publishers.



- Sands, G. R., Podmore, T. H., 2000. A generalized environmental sustainability index for agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79(1):29-41.
- Saunders, C., Barber, A., Taylor, G., 2006. Food miles- comparative energy emissions performance of New Zealand's agricultural industry. Report no: 285. Prepared for New Zealand Ministry of Foreign Affairs and Trade, AERU, Lincoln University.
- Schroll, H., 1994. Energy flow and ecological sustainability in Danish agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 51:301-310.
- Shepherd, M., Pearce, B., Philipps, L., Cuttle, S., Bhogal, A., et al., 2003. An assessment of the environmental impacts of organic farming: A review for Defra-funded project OF0405. Retrieved Feb 2006, from http://orgprints.org/6784/02/OF0405_909_TRP.pdf
- Smyth, A., J., & Dumanski, J., 1993. FESLM: an international framework for evaluating sustainable land management: World Soil Resources Report No 73. Rome: FAO.
- Sonmez, S., 2007. Effect of copper applications to soil on growth and mineral contents of tomatoes plants. *Asian Journal of Chemistry* 19(3):2151-2160.
- Sofo, A., Nuzzo, V., Palese A.M., Xiloyannis, C., Celano, G., Zukowskyj, P., Dichio, B., 2005. Net CO₂ storage in Mediterranean olive and peach orchards. *Scientia Horticulturae* 107: 17-24.
- Steinborn, W., Svirezhev, Y., 2000. Entropy as an indicator of sustainability in agro- ecosystems: North Germany case study. *Ecological Modeling* 133:247-257.
- Stolze, M., Pierr, A., & Dabbert, S., 2000. The Environmental Impacts of Organic Farming in Europe: Economics and Policy. Stuttgart: Department of farm economics. University of Hohenheim. Germany.
- Stout, B. A., 1990. Handbook of energy for world agriculture. London: Elsevier Applied Science.



- Strapatsa, A. V., Nanos, G. D., Tsatsarelis, C. A., 2006. Energy flow for integrated apple production in Greece. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116(3-4):176-180.
- Tsatsarelis, C. A., 1993. Energy inputs and outputs for soft winter wheat production in Greece. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 43:109-118.
- Tsatsarelis, C. A., 1992. Energy flow in sugarbeet production in Greece. *Applied Engineering in Agriculture* 8(5):585-589
- Ulgiati, S., Odum, H.T., & Bastioni, S., 1994. Emergy use, environmental loading and sustainability: an emergy analysis of Italy. *Ecological Modeling* 73:215–268.
- United Nations, 1992. Agenda 21. United Nations Division on sustainable development. From <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21chapter7.htm>.
- USDA, 2007. Agricultural research service: nutrient data laboratory. Retrieved 15 February 2007 from: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/index.html>
- Van- Zwieten, L., Merrington, G., Van- Zwieten, M., 2004. Review of impacts on soil biota cause by copper residues from fungicide application. Retrieved 12 February 2008, from http://www.regional.org.au/au/asssi/supersoil2004/s3/oral/1573_vanzwieten.htm
- Wells, C. M., 2001. Total energy indicators of agricultural sustainability: Dairy farming case study. Report to MAF Policy, Dept. of Physics, University of Otago.
- Whiffen, H. H., 1991. Energy use in irrigation. Energy efficiency and environmental news. Florida Energy Extension Service. Gainesville, FL: Univ. Of Florida 1– 6 .



- Wood, R., Lenzen, M., Dey, C., Lundie, S., 2006. A comparative study of some environmental impacts of the conventional and organic farming in Australia. *Agricultural Systems* 89:324-348.
- Xiloyannis, C., Montanaro, G., Sofo, A., 2002. Proposte per contenere i Danni da siccità alle piante da frutto. *Frutticoltura* 7-8, 19-27.
- Yunlong, C., Smith, B., 1994. Sustainability in agriculture: a general review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 49(3):299-307.
- Zink, J. A., Berroteran, J. L., Farshad, A., Moameni, A., Wokabi, S., Van Ranst, E., 2004. Approaches to assessing sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 23(4):87-109.
- Καρράς, Γ. Αρχές διατήρησης οικοσυστημάτων. Η βιοποικιλότητα και η σημασία της». Σημειώσεις του μαθήματος Γεωργικά Οικοσυστήματα και Καλλιεργητικές Παρεμβάσεις. Δ.Π.Μ.Σ. Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Νάνος, Γ. Δ., Στραπάτσα, Α., Παπούλια, Ι., Μπούτλα, Ι. Ενεργειακό ισοζύγιο σε πιλοτική εφαρμογή ολοκληρωμένης διαχείρισης της μηλοκαλλιέργειας Ζαγοράς Πηλίου.
- Ξυλογιάννης, Χ., Dichio, B., Montanaro, G., Celano, G., 2009. Η αύξηση του CO₂ στο περιβάλλον και ο ρόλος της τεχνικής της καλλιέργειας στη δένδροκομία. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Τεύχος Α: 91-98.



- Wood, R., Lenzen, M., Dey, C., Lundie, S., 2006. A comparative study of some environmental impacts of the conventional and organic farming in Australia. *Agricultural Systems* 89:324-348.
- Xiloyannis, C., Montanaro, G., Sofo, A., 2002. Proposte per contenere i Danni da siccità alle piante da frutto. *Frutticoltura* 7-8, 19-27.
- Yunlong, C., Smith, B., 1994. Sustainability in agriculture: a general review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 49(3):299-307.
- Zink, J. A., Berroteran, J. L., Farshad, A., Moameni, A., Wokabi, S., Van Ranst, E., 2004. Approaches to assessing sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 23(4):87-109.
- Καρράς, Γ. Αρχές διατήρησης οικοσυστημάτων. Η βιοποικιλότητα και η σημασία της». Σημειώσεις του μαθήματος Γεωργικά Οικοσυστήματα και Καλλιεργητικές Παρεμβάσεις. Δ.Π.Μ.Σ. Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Νάνος, Γ. Δ., Στραπάτσα, Α., Παπούλια, Ι., Μπούτλα, Ι. Ενεργειακό ισοζύγιο σε πιλοτική εφαρμογή ολοκληρωμένης διαχείρισης της μηλοκαλλιέργειας Ζαγοράς Πηλίου.
- Ξυλογιάννης, Χ., Dichio, B., Montanaro, G., Celano, G., 2009. Η αύξηση του CO₂ στο περιβάλλον και ο ρόλος της τεχνικής της καλλιέργειας στη δενδροκομία. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών. Τεύχος Α: 91-98.

