

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
359
1-7-11

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα: «Η Επίδραση της εδαφοβελτίωσης στην παραγωγή των
ενεργειακών φυτών Κεχριού και Ηλίανθου»

Επιμέλεια: Μαρούλης Αντώνης



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ.Εισ: 9794/1
Ημερ.Εισ: 30-06-2011
Δωρεά Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός ΠΤ - ΦΠΑΠ
2011
ΜΑΡ

«Η επίδραση της εδαφοβελτίωσης στην παραγωγή των ενεργειακών φυτών Κεχριού και Ηλίανθου»

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

1. Νικόλαος Δαναλάτος Καθηγητής, Επιβλέπων
2. Ανθούλα Δημήρκου, Καθηγητής, Μέλος
3. Δημήτριος Μπαρτζιάλης, Μέλος

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1. Νιτρορύπανση και προγράμματα δράσης μέχρι σήμερα.....	7
1.1. Νιτρορύπανση.....	7
1.2. Πρόγραμμα Δράσης στην Ελλάδα.....	8
2. Ενεργειακά φυτά και αγροτική πολιτική.....	11
2.1. Ενεργειακά φυτά – Ενεργειακές καλλιέργειες.....	12
2.2. Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες.....	12
2.3. Ενεργειακή γεωργία.....	13
2.4. Πλεονεκτήματα της ενεργειακής γεωργίας.....	14
2.5. Σημερινή κατάσταση και προοπτικές.....	15
2.6. Νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική.....	16
2.7. Θεσμικό πλαίσιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	16
2.8. Ελληνική νομοθεσία.....	18
2.9. Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	19
3. Εδαφοβελτίωση.....	20
3.1. Τι είναι έδαφος και τι υπέδαφος.....	20
3.2. Ρύπανση του εδάφους.....	21
3.3. Διαχείριση και αποκατάσταση εδαφών.....	22
3.4. Εδαφοβελτίωση, γεωργία και ενεργειακά φυτά.....	24
4. Ηλίανθος και Switchgrass – Ενεργειακά φυτά.....	26
4.1. Ηλίανθος.....	26
4.1.1. Γενικά.....	26
4.1.2. Βοτανικά γνωρίσματα.....	28
4.1.3. Προϊόντα.....	31
4.1.4. Ενεργειακό ισοζύγιο.....	32
4.2. Switchgrass.....	33
4.2.1. Γενικά.....	33
4.2.2. Βοτανικά γνωρίσματα.....	33
4.2.3. Χρήσεις.....	35
4.2.4. Ενεργειακό ισοζύγιο.....	35
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	36
5. Υλικά και μέθοδοι.....	36
6. Η επίδραση της καλλιέργειας του Ηλίανθου στην βελτίωση της ποιότητας του εδάφους.....	39
6.1. Αποτελέσματα.....	39

6.1.1. Χαρακτηριστικά ανάπτυξης.....	39
6.1.2 Περιεκτικότητα του φυτού σε NO_3^- - N βελτίωση του εδάφους.....	40
6.2. Συμπεράσματα	41
7. Το Switchgrass νέα καλλιέργεια βιοκαυσίμων με απώτερω σκοπό την εδαφοβελτίωση	42
7.1. Αποτελέσματα	42
7.1.1. Χαρακτηριστικά Ανάπτυξης.....	42
7.1.2 Περιεκτικότητα του φυτού σε NO_3^- - N και βελτίωση του εδάφους	44
7.2. Συμπεράσματα	45
8. Απορρόφηση N- NO_3 από τα switchgrass και τον ηλίανθο σε τύρφη για την βελτίωση του δείκτη ποιότητας του εδάφους	46
8.1. Αποτελέσματα	46
8.1.1. Χαρακτηριστικά ανάπτυξης.....	46
8.1.2 Περιεκτικότητα φυτού σε N- NO_3 και βελτίωση του εδάφους.....	47
8.2. Συμπεράσματα	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50
ΠΗΓΕΣ.....	52

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ενεργειακή γεωργία είναι ένας τομέας που τα τελευταία χρόνια εξελίσσεται ταχύτατα, λόγω της ρυπογόνου επίδρασης των ορυκτών καυσίμων στο περιβάλλον, της εξάντλησης των αποθεμάτων τους και του εξελισσόμενου αδιεξόδου της γεωργικής υπερπαραγωγής στις ανεπτυγμένες χώρες. Η υποχρέωση της χώρας μας για την χρήση υγρών βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών καθώς και η ανάγκη προσαρμογής του γεωργικού χώρου στα πλαίσια της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής, έχουν προκαλέσει την ανάπτυξη ενδιαφέροντος για τις καλλιέργειες των ενεργειακών φυτών.

Η παραγωγή των ενεργειακών φυτών Κεχριού και Ηλίανθου θεωρούνται νέες καλλιέργειες, καθώς τελευταία αποκτά ενδιαφέρον στην παραγωγή βιοενέργειας.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, μελετάται η επίδραση της εδαφοβελτίωσης στην παραγωγή των ενεργειακών φυτών Κεχριού και Ηλίανθου.

Στα κεφάλαια της εισαγωγής αναφέρονται τα θέματα της νιτρορύπανσης και τι έχει γίνει μέχρι τώρα σε αυτόν τον τομέα, τα ενεργειακά φυτά και τι πολιτική υπάρχει γι' αυτά και η εδαφοβελτίωση. Στη συνέχεια μελετούνται τα ενεργειακά φυτά Switchgrass και Ηλίανθος, ο βιολογικός τους κύκλος και οι πιθανές τους χρήσεις. Στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας παρουσιάζεται και περιγράφεται το πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο της Γεωπονικής σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βόλο, ο σκοπός του, οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν και τα συμπεράσματα που προέκυψαν.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Νιτρορύπανση και προγράμματα δράσης μέχρι σήμερα

1.1. Νιτρορύπανση

Η νιτρορύπανση των υπόγειων και των επιφανειακών νερών είναι ένα πολυσύνθετο φαινόμενο που οφείλεται κατά κύριο λόγο στις γεωργικές δραστηριότητες.

Κύρια πηγή των νιτρικών στο έδαφος είναι τα αζωτούχα λιπάσματα, τα οποία χρησιμοποιούνται στην γεωργία ευρέως, η οργανική ουσία του εδάφους, διάφορα οργανικά υπολείμματα, κοπριές ζώων και άλλα. [8]

Οι υδάτινοι πόροι είναι ο πολυτιμότερος φυσικός πόρος, αλλά δεν προστατεύονται όπως πρέπει και θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των πολιτών και το περιβάλλον. Στη χώρα μας σύμφωνα με μελέτη που εκπόνησαν το ΕΜΠ (Τομέας Υδατικών Πόρων), το ΙΓΜΕ και το ΚΕΠΕ, το 70% των λιμνών παρουσιάζουν ευαισθησία ως προς τον ευτροφισμό. Η χρήση λιπασμάτων σε μεγάλες ποσότητες προκαλεί τη νιτρορύπανση. [8]

Από το 1991 η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε οδηγία για τη νιτρορύπανση, με την οποία απαιτούσε από τα κράτη-μέλη, να ορίσουν έγκαιρα ποιές περιοχές τους είναι ευπρόσβλητες σε νιτρικά. Η υπερβολική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων στη γεωργία δηλητηριάζει τις λίμνες και τα ποτάμια. Το άζωτο στις γεωργικές εκτάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είτε αυτό προέρχεται από τη γεωργία (λιπάσματα) είτε από την κτηνοτροφία (κόπρος αγελάδων, χοίρων, πουλερικών και προβάτων) ανέρχεται περίπου σε 18 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Η συνολική έκταση των ευπρόσβλητων στη νιτρορύπανση ζωνών καλύπτει σήμερα το 38% της επιφάνειας των 15 κρατών-μελών. Ως αποτέλεσμα το 30%-40% των ποταμών και λιμνών εμφανίζει συμπτώματα ευτροφισμού ή μεταφέρει μεγάλες ποσότητες αζώτου στα παράκτια ύδατα και στις θάλασσες. [9]

Στη χώρα μας έχουν βρεθεί υψηλά επίπεδα νιτρικών και νιτροδών που αποδεδειγμένα υπερβαίνουν τα ανώτερα επιτρεπτά όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Ελλάδα, όπως και άλλα κράτη-μέλη, παρουσιάζει ανεπάρκειες στον χαρακτηρισμό ευπρόσβλητων ζωνών. Αρχικά ευπρόσβλητες ζώνες χαρακτηρίστηκαν

δέκα περιοχές, εκ των οποίων μόνο η Θεσσαλία ήταν η πρώτη που είχε ξεκινήσει πρόγραμμα για τον περιορισμό της νιτρορύπανσης. Σύμφωνα με μελέτη στη χώρα μας μιλάμε συνολικά για 20 μολυσμένες περιοχές. Η αντιμετώπιση του προβλήματος της νιτρορύπανσης απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για να γίνουν οι απαραίτητες παρεμβάσεις. [A]

1.2. Πρόγραμμα Δράσης στην Ελλάδα

Με στόχο την προστασία των υδατικών πόρων από την νιτρορύπανση ή την εξάντληση, καθώς και την προστασία των εδαφών από τη διάβρωση και τη βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών ξεκίνησε το πρόγραμμα. Από την συνολική επιλέξιμη έκταση για την περίοδο 2000-2006, στο Θεσσαλικό Πεδίο (Θεσσαλία και Φθιώτιδα) στο πρόγραμμα ήταν 600.000 στρέμματα, στο Κωπαϊδικό Πεδίο (Βοιωτία) 300.000 στρέμματα και στη Λεκάνη ποταμού Πηνειού (Ηλεία) 30.000 στρέμματα. Ο συνολικός προϋπολογισμός του προγράμματος για την περίοδο 2000-2006 ανέρχεται σε 111,9 εκατομμύρια ευρώ. Το 2004 με απόφαση του Υπουργείου Γεωργίας (Υπ. Αρ. 126228/26.02.2004) επεκτάθηκε το πρόγραμμα «Μείωση της Νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης» στις περιοχές της Βοιωτίας και Ηλείας, με επιλέξιμες καλλιέργειες εκτός από το βαμβάκι και τον αραβόσιτο, τα ζαχαρότευτλα και τη βιομηχανική τομάτα. Στις 31 Μαρτίου 2006 ο υφυπουργός Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων Α. Κοντός υπόγραψε δύο αποφάσεις για τη νιτρορύπανση. [A]

Η πρώτη απόφαση αφορά την έναρξη των δεσμεύσεων και την πληρωμή των παραγωγών που υπέγραψαν σύμβαση το 2004. Πρόκειται συνολικά για 481 παραγωγούς στους νομούς Λάρισας, Μαγνησίας, Καρδίτσας και Βοιωτίας. Οι αιτήσεις πληρωμής των παραγωγών για το δεύτερο έτος εφαρμογής μπορούν να υποβληθούν αμέσως και το ποσό πληρωμής ανέρχεται σε 3,5 εκ ευρώ περίπου. [B]

Η δεύτερη απόφαση αφορά την ένταξη δικαιούχων παραγωγών στους νομούς Καρδίτσας, Μαγνησίας, Τρικάλων, Φθιώτιδας και Λάρισας στο ίδιο μέτρο για τη καλλιεργητική περίοδο 2005-2006.

-Στο νομό Λάρισας εντάσσονται 3.830 παραγωγοί με 451.620 στρέμματα και το ποσό πληρωμής εκτιμάται ότι θα ανέλθει στα 22 εκ. Ευρώ.

-Στο νομό Μαγνησίας εντάσσονται 521 παραγωγοί με 69.820 στρέμματα και το ποσό πληρωμής εκτιμάται στα 3,5 εκ. Ευρώ.

-Στο νομό Καρδίτσας εντάσσονται 1.678 παραγωγοί με 170.170 στρέμματα και το ποσό πληρωμής εκτιμάται στα 8.5 εκ. Ευρώ.

-Στο νομό Τρικάλων εντάσσονται 480 παραγωγοί με 41.730 στρέμματα και το ποσό πληρωμής εκτιμάται στα 2,2 εκ. Ευρώ.

-Στο νομό Φθιώτιδας εντάσσονται 337 παραγωγοί με 33.250 στρέμματα και το ποσό πληρωμής εκτιμάται στα 1.7 εκ. Ευρώ.[B]

Το 2005 η Κομισιόν απειλούσε να στείλει τη χώρα μας στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο για παραβίαση της οδηγίας για τη νιτρορύπανση, ενώ παράλληλα βρισκόταν σε εξέλιξη η διαδικασία κατά της Ελλάδας για παράβαση της οδηγίας 92/43 για τους οικοτόπους. Η Επιτροπή ανέλυσε την έκθεση που διαβίβασε η Ελλάδα το 2005 σχετικά με την ποιότητα του νερού και την εφαρμογή της οδηγίας για τη νιτρορύπανση. Παρατηρήθηκαν πολύ υψηλές τιμές νιτρικών στα επιφανειακά νερά της Ελλάδας (άνω των 25, ακόμη και των 40 Mg/l), ενώ στα υπόγεια ύδατα η Επιτροπή κρίνει ως «μη ικανοποιητική» την παρακολούθηση των υδάτων από τους έλληνες αρμοδίους. Με στόχο την ενίσχυση της προσπάθειας αποκατάστασης της οικολογικής ισορροπίας των περιοχών αυτών και κυρίως της μείωσης των νιτρικών έχουν θεσμοθετηθεί μέτρα επιτάχυνσης της απονιτροποίησης των περιοχών. Η Μεσόγειος θέλει να διατηρήσει τη γλωρίδα της. Ακόμα ένα πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης δίνει τη δυνατότητα στις χώρες της Μεσογείου να προσπαθήσουν να διατηρήσουν τη φυσική τους κληρονομιά. Το πρόγραμμα έχει τίτλο GENMEDOC (Interreg IIIB Medoc), βασίζεται στην ευρωπαϊκή Οδηγία 92/43/CEE περί Οικοτόπων και επελέγησαν πάνω από 300 φυτικά είδη, τα οποία απαντώνται σε 38 μεσογειακούς οικοτόπους που ανήκουν σε Περιοχές Κοινοτικής Σημασίας και προτείνονται να ενταχθούν στο ευρωπαϊκό Δίκτυο Φύση 2000 (Natura 2000). Τα εργαστήρια που συμμετέχουν στο πρόγραμμα είναι 10, μεταξύ των οποίων και το Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων (MAIX) το οποίο αντιπροσωπεύει την Ελλάδα. Η περιοχή «Ποταμός Πηνειός – Αντιχάσια Όρη» έχει χαρακτηριστεί από τη χώρα μας ως ζώνη ειδικής προστασίας, σύμφωνα με την οδηγία 79/409/ΕΟΚ, περί της διατηρήσεως των αγρίων πτηνών. Ως ευπρόσβλητες ζώνες έχουν ακόμη χαρακτηριστεί: ο κάμπος της Θεσσαλονίκης, το Κιλκίς, η Πέλλα, η Ημαθία, η λεκάνη του Στρυμόνα (Σέρρες) με τη λίμνη Κερκίνη και η πεδιάδα Άρτας - Πρέβεζας. Πάντως το πρόγραμμα της Θεσσαλίας προχωράει ικανοποιητικά. Οι αγρότες άρχισαν να αλλάζουν στάση όσον αφορά τη λίπανση των καλλιεργειών και πλέον προσανατολίζονται σε ορθολογικές μεθόδους με επιστημονική προσέγγιση, αφού διαπίστωσαν ότι η μείωση των ποσοτήτων αζώτου δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκην αντίστοιχη απώλεια παραγωγής. Αυτό το διαπίστωσαν κυρίως με το βαμβάκι. Την περίοδο 1996-2000 υπολογίστηκε ότι σημειώθηκε μείωση των

χρησιμοποιούμενων αζωτούχων λιπασμάτων κατά περίπου 10 κton για την πρότυπη περιοχή της Θεσσαλίας - μείον 30% για το βαμβάκι και μείον 25% για τις ντομάτες. Ωστόσο το πρόγραμμα της Θεσσαλίας καλύπτει μόνο το 11% της έκτασης της χώρας, τη στιγμή που η Αυστρία, η Δανία, η Φινλανδία, η Γερμανία, το Λουξεμβούργο και η Ολλανδία καλύπτουν το σύνολο της επικράτειάς τους από Πρόγραμμα Δράσης κατά της Νιτρορύπανσης. [Α]

Υπάρχει δραματική υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων από τα αστικά λύματα, αλλά και τις μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων. Τα αστικά λύματα με υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών (κυρίως φωσφόρου και αζώτου) που καταλήγουν σε ποταμούς, λίμνες και θάλασσες, προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού. Με την αύξηση των φωτοσυνθετικών οργανισμών (όπως τα φύκια) περιορίζεται το διαθέσιμο οξυγόνο για άλλους οργανισμούς όπως τα ψάρια, τα οποία συχνά πεθαίνουν. Το τελικό αποτέλεσμα είναι υποβάθμιση της ποιότητας των νερών, ενώ αν προστεθούν επικίνδυνα βακτήρια και ιοί, που συχνά μεταφέρονται με τα αστικά λύματα, ενώ τα νερά γίνονται ιδιαίτερα επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Τα λιπάσματα είναι σημαντική πηγή ρύπανσης τόσο των επιφανειακών, όσο και των υπογείων νερών. Από τις γεωργικές απορροές έχουμε παρουσία νιτρικών στο νερό πάνω από 50 ppm, που ενοχοποιούνται για τη δημιουργία καρκίνων. [Α]

Στόχος του προγράμματος δράσης είναι η προστασία των νερών στις ευπρόσβλητες ζώνες με:

- Τον έλεγχο της χρήσης λιπασμάτων (ποσότητα, τύπο και χρόνο εφαρμογής και τότε αυτή απαγορεύεται).
- Τον καθορισμό των απαιτήσεων για την αποθήκευση και τη μεταφορά των λιπασμάτων.
- Τον έλεγχο της χρήσης των κτηνοτροφικών αποβλήτων (κοπριά και λύματα) και την εφαρμογή τους στο έδαφος. Το όριο είναι 170 kg N/ha. Ρυθμίζονται η τοποθεσία, η δόση, ο χρόνος και η μέθοδος εφαρμογής.
- Την υποχρεωτική κράτηση αρχείου για την εφαρμογή λιπασμάτων και κτηνοτροφικών αποβλήτων.
- Τη Χημική Ανάλυση εδάφους και φύλλων, οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό της δοσολογίας και για σκοπούς επιθεωρήσεων.
- Τον καθορισμό ορθής δόσης για κάθε τύπο των κυρίων φυτειών/καλλιεργειών στις τοπικές συνθήκες (κλίμα και έδαφος).
- Την εκπαίδευση και ενημέρωση των γεωργών. [Α]

Τέλος έχουν προταθεί Προγράμματα μείωσης νιτρορύπανσης με την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών τα οποία μπορούν να εισαχθούν υπό προϋποθέσεις σε ένα σημαντικό ποσοστό των καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Το Εργαστήριο Γεωργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας φιλοδοξεί να είναι ο πρώτος δημόσιος χώρος της Ελλάδας που θερμαίνεται με Ελληνικό πετρέλαιο. Όπως είναι γνωστό παρήγαγε - μεταποίησε σε βιομηχανική βάση και σήμερα εφαρμόζει για την θέρμανσή του το πρώτο Ελληνικό στερεό καύσιμο σε μορφή πελλέτας με πρώτη ύλη την αγριοαγκινάρα.

Τα στερεά καύσιμα σ' αυτή τη μορφή στοχεύουν στην παραγωγή θερμικής ενέργειας και αντικατάσταση του πετρελαίου θέρμανσης για βιομηχανική και οικιακή χρήση (π.χ. κεντρικές θερμάνσεις, σόμπες, τζάκια, φούρνοι, κτλ). Κάτι τέτοιο συμβαίνει ήδη σχεδόν σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες (Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία, Ιρλανδία κτλ).

Ο πειραματισμός στα λεγόμενα ενεργειακά φυτά ξεκίνησε στην Ελλάδα το 1993 από τον σημερινό Διευθυντή του Εργαστηρίου Γεωργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, καθηγητή κ. Νίκο Δαναλάτο.

Σύμφωνα με τον κ. Δαναλάτο, τα αποτελέσματα των ερευνών ήταν εντυπωσιακά για την Ελληνική γεωργία και γενικότερα για την Ελληνική οικονομία με διάφορα ενεργειακά φυτά για την παραγωγή στερεού καυσίμου (όπως αγριοαγκινάρα, μίσχανθος, σόργο, κενάφ κτλ). [B]

2. Ενεργειακά φυτά και αγροτική πολιτική

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται ενδιαφέρον για τα βιοκαύσιμα, ως μια μορφή Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας, που σχετίζεται με μια σειρά περιβαλλοντικών, οικονομικών και γεωπολιτικών παραγόντων. Η ταχεία ανάπτυξη της κατανάλωσης ενέργειας και συγκεκριμένα η αυξημένη χρήση των ορυκτών καυσίμων, οδηγεί σε υπερβολική εκπομπή ρύπων με συνέπεια την μόλυνση και υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Επίσης, η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση του αργού πετρελαίου και ιδιαίτερα τα πεπερασμένα αποθέματα, απόρροια της ανάπτυξης του βιοτικού επιπέδου, οδήγησαν σε μια συνεχή αύξηση και διακύμανση των τιμών και άλλων προϊόντων. [9]

Η νέα ΚΑΠ δημιουργεί νέα δεδομένα, που έχουν σχέση με την αποσύνδεση των επιδοτήσεων από το ύψος της παραγωγής και στοχεύουν στην πλήρη ή μερική αναδιάρθρωση των ήδη υπάρχουσών καλλιεργειών, με νέες ενδεχόμενες πιο

ανταγωνιστικές καλλιέργειες. Παράλληλα, η Κοινότητα έχει θέσει στόχο την επιτυχία ικανοποιητικής ισορροπίας μεταξύ της ανταγωνιστικής γεωργικής παραγωγής και του σεβασμού της φύσης και του περιβάλλοντος, που σε συνδυασμό με τη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή πολιτική, τη μείωση των εκπομπών CO₂, την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, τη μείωση της εξάρτησης από τις εισαγωγές των ορυκτών καυσίμων, προωθεί την αύξηση του μεριδίου των βιοκαυσίμων στο σύνολο των ενεργειακών πηγών (5,75% ως το 2010 και 10% ως το 2020 Οδηγία ΕΕ30/2003). Αποτέλεσμα όλων, το ενδιαφέρον για τις ενεργειακές καλλιέργειες να γίνεται εντονότερο. [9]

2.1. Ενεργειακά φυτά – Ενεργειακές καλλιέργειες

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα, ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων κ.α. [10]

Οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται επίσης ενεργειακές καλλιέργειες. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα ζαχαρότευτλα και ο ηλίανθος όταν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη και βιοντίζελ).

Οι «νέες» ενεργειακές καλλιέργειες είναι είδη με υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα ανά μονάδα γης και αναφέρονται σε δυο κύριες κατηγορίες, τις γεωργικές και τις δασικές. Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται περαιτέρω σε ετήσιες και πολυετείς. [Γ]

2.2. Γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες

- Πολυετείς
 - Καλάμι (*Arundo donax* L.)
 - Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU)
 - Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.)
 - Switchgrass (*Panicum virgatum* L.)
- Ετήσιες
 - Γλυκό και κυταρινούχο σόργο (*Sorghum bicolor* L.)

- ο Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)
- ο Ελαικράμβη (Brassica napus, Brassica carinata)
- ο Ηλιάνθος (Helianthus annuus L.)
- ο Σιτάρι (Triticum aestivum L.)
- ο Ζαχαρότευτλα (Beta vulgaris L.)
- ο Αραβόσιτος (Zea mays L.)
- ο Κριθάρι (Hordeum sativum/Vulgare L.)

Οι ενεργειακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην Ελλάδα για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων είναι ο ηλιάνθος και η ελαιοκράμβη για το βιοντίζελ και για την βιοαιθανόλη το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα τεύτλα και το γλυκό σόργο. [Γ]

Βιοκαύσιμο	Πρώτη Ύλη	Απόδοση (κιλά/ στρ.)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (κιλά/ στρ.)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/ στρ.)
Βιοντίζελ	Ηλιάνθος	120-210	40-70	43-75
	Ελαιοκράμβη	120-250	40-83	43-90
	Βαμβάκι	120-160	17-23	18-25
	Σόγια	160-240	27-41	29-44
Βιοαιθανόλη	Σιτάρι	150-800	36-190	45-240
	Αραβόσιτος	900	213	270
	Τεύτλα	6.000	475	600
	Σόργο	7.000- 10.000	553-790	675-900

Πίνακας 1. Παραγόμενα Βιοκαύσιμα από Διάφορα Φυτά και Αποδόσεις ανά Στρέμμα σε Σπόρο και σε Καύσιμο

2.3. Ενεργειακή γεωργία

Η αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων θα αποφέρει πολυάριθμα οφέλη μειώνοντας την εξάρτηση της Ευρώπης από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, περιστελλοντας τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, παρέχοντας νέες διεξόδους στους

καλλιεργητές και προσφέροντας νέες οικονομικές δυνατότητες σε διάφορες αναπτυσσόμενες χώρες. Στην Πράσινη Βίβλο της Επιτροπής “Προς μια ευρωπαϊκή στρατηγική για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού”, ετέθη ο στόχος της υποκατάστασης κατά 20% των συμβατικών καυσίμων με εναλλακτικά καύσιμα στον τομέα των οδικών μεταφορών μέχρι το 2020 (European Commission, 2006). Οι εναλλακτικές καλλιέργειες εμφανίστηκαν στην Ελλάδα πριν από μία πενταετία. Πρόσφατα το ενδιαφέρον για τις ενεργειακές καλλιέργειες αυξήθηκε, αλλά ο μελλοντικός τους ρόλος δεν έχει ξεκαθαριστεί πλήρως. Τη δεκαετία 1990-2000 πραγματοποιήθηκαν πειράματα σχετικά με την προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητα των φυτών, ενώ αξιολογήθηκαν διάφορες ποικιλίες. Από το 2000 και έπειτα, γίνονται πειράματα και μελέτες σχετικά με τις εισροές, τις χρήσεις προϊόντων κ.α. Η καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών ουσιαστικά έχει επιτευχθεί μόνο από πειράματα, που στηρίχθηκαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τα εθνικά προγράμματα. [9,10]

2.4. Πλεονεκτήματα της ενεργειακής γεωργίας

Με ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών, πέρα από το περιβαλλοντικό όφελος, επιτυγχάνονται τα έξης (ΚΑΠΕ, 2004): [Δ]

- Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων: Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις για τους αγρότες, λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχουν κάποια είδη επιδοτήσεων.
- Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου: Με την ανάπτυξη καλλιεργειών για ενέργεια, θα δημιουργηθεί ανάγκη για προμήθεια νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού, που θα υποστηρίξουν την παραγωγή και αποθήκευση των νέων φυτών. Αυτό θα δώσει ώθηση στη φθίνουσα γεωργική οικονομία και θα οδηγήσει στην ανάπτυξη της εγχώριας γεωργικής βιομηχανίας.
- Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος: Η διεύδυση των ενεργειακών καλλιεργειών στην εσωτερική αγορά μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αγροτικό εισόδημα σε σχέση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες και να ενισχύσει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων των γεωργών.
- Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών: Η παραγωγή και εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών θα συντελεστεί στις αγροτικές περιοχές. Η εισροή,

επομένως νέων εισοδημάτων θα βελτιώσει τη ζωή των τοπικών κοινωνιών και θα στηρίξει την ανάπτυξη σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της χώρας.

- Εξασφάλιση αιεφόρου περιφερειακής ανάπτυξης: Η δημιουργία αγοράς για παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια, θα συμβάλει στην παραμονή του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση πρόσθετων εισοδημάτων στην τοπική κοινωνία.
- Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο: Η χρήση καλλιεργειών για ενεργειακούς σκοπούς οδηγεί στην ανάπτυξη στρατηγικών παραγωγής εθνικών προϊόντων και ελαττώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου. [Δ]

2.5. Σημερινή κατάσταση και προοπτικές

Στην ΕΕ εκτιμάται ότι το 21% του συνόλου των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που συμβάλλουν στη θέρμανση της υδρογείου οφείλεται στις μεταφορές και το ποσοστό αυτό αυξάνει (Ψωμάς, 2003). Είναι λοιπόν αναγκαίο να εξασφαλισθούν οι στόχοι αειφορίας και ειδικότερα η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, σύμφωνα με τα απαιτούμενα που αναφέρονται στο Πρωτόκολλο του Κιότο. Ήδη, έχουν αναληφθεί σειρά ενεργειών, τα οποία πραγματοποιούνται στα πλαίσια του πρόσφατου σχεδίου δράσης για την βιομάζα. [9,10]

Στον πρωτογενή τομέα, η Ευρωπαϊκή επιτροπή επεκτείνει την πριμοδότηση των ενεργειακών καλλιεργειών με αποτέλεσμα οι χώρες της ένωσης να δικαιούνται συνολικά ενίσχυση 2 εκατομμύρια εκτάρια, ενθαρρύνοντας έτσι την παραγωγή πρώτων υλών για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Τα δεδομένα για την εξέλιξη της παραγωγής βιοαιθανόλης και βιοντίζελ, καθώς και οι πρόσφατα κατασκευασθείς παραγωγικές μονάδες δείχνουν ραγδαία αύξηση της ζήτησης ενεργειακών καλλιεργειών μέσα στα επόμενα έτη. [10]

Τα ενεργειακά φυτά και γενικά τα μη εδώδιμα (non food) προσφέρουν μία διέξοδο στην κατεύθυνση της διατήρησης της γεωργικής δραστηριότητας σε πολλές περιοχές. Είναι γνωστό ότι οι πρώτες μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων στην Ελλάδα είναι έτοιμες να παράγουν (βιοντίζελ σε Αχλάδι Φθιώτιδας και Πάτρα) ενώ η βιομηχανία ζάχαρης ενόψει της αλλαγής στο καθεστώς της ΚΟΑ, κινείται προς την κατεύθυνση συμπαραγωγής ζάχαρης και καυσίμου αιθανόλης. Εδώ πρέπει να

σημειωθεί, ότι η Κοινοτική Οδηγία για τα βιοκαύσιμα συστήνει ελάχιστο ποσοστό βιοκαυσίμων στο σύνολο των υγρών καυσίμων που καταναλώνονται στη χώρα.

Όμως στον ελληνικό αγροτικό τομέα παρουσιάζει ανεπάρκειες και δυσκολίες προσαρμογής στις ιδιαιτερότητες των ελληνικών αγροτικών εκμεταλλεύσεων. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ανεπάρκεια των μηχανισμών σύνδεσης της έρευνας με την παραγωγή, με αποτέλεσμα η τεχνογνωσία και οι καινοτομίες να μην βρίσκουν πρόσφορο έδαφος για την πραγματοποίηση νέων εξελίξεων στο χώρο της γεωργίας, των τροφίμων και της ενέργειας (πηγή, ΕΣΣΑΑ).

Με την αναθεώρηση της ΚΑΠ, εκτιμάται ότι η παραγωγή του πρωτογενούς τομέα θα προσανατολιστεί σε ανταγωνιστικά προϊόντα συνδυάζοντας μεθόδους παραγωγής χαμηλού κόστους, περιβαλλοντικά φιλικές και κοινωνικά αποδεκτές. [Δ]

2.6. Νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική

Η Νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) της ΕΕ, (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1782/2003 του Συμβουλίου, της 29ης Σεπτεμβρίου 2003), ισχύει για την περίοδο 2006-2013 και προσφέρει νέες ευκαιρίες στον αγροτικό τομέα για παραγωγή εναλλακτικών καλλιεργειών. [Δ]

Ο παραγωγός έχει τη δυνατότητα αναδιάρθρωσης της παραγωγής του, ενώ η αποδεσμευμένη επιδότηση που θα λαμβάνει κάθε δικαιούχος- παραγωγός βασίζεται στις καλλιέργειες των προηγούμενων ετών. Επιπλέον, έχει ορισθεί επιπλέον επιδότηση ενεργειακών καλλιεργειών της τάξεως των 4,5€ ανά στρέμμα, εφόσον η παραγωγή της βιομάζας γίνεται κάτω από συνθήκες συμβολαιακής γεωργίας. Έτσι ο παραγωγός έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει μέρος ή το σύνολο της καλλιέργειας με κάποιο ενεργειακό φυτό, ενώ θα απολαμβάνει την αποδεσμευμένη επιδότηση, καθώς και την επιδότηση των ενεργειακών καλλιεργειών. Επιπλέον ενισχύσεις προβλέπονται για εκείνες τις ενεργειακές καλλιέργειες που δεν απαιτούν λίπανση και μπορούν να διεκδικήσουν επιπλέον ποσά από το πρόγραμμα νιτρορρύπανσης ή επιδοτήσεις βιολογικής καλλιέργειας. [Δ]

2.7. Θεσμικό πλαίσιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η βιομάζα έχει αναγνωρισθεί ως μια από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που απορρέουν τόσο από την παραγωγή αλλά κι από την αξιοποίηση για ενέργεια κι άλλα προϊόντα. Η

ιδιαίτερη αυτή σημασία που αποδίδεται σε αυτή ανακλάται στα επίσημα έγγραφα ενεργειακής πολιτικής. [11]

Η Λευκή βίβλος, COM (1997)599, αποτελεί το πρώτο βήμα των κρατών-μελών της ΕΕ, σε μια προσπάθεια να περιορίσουν την περιβαλλοντική επιδείνωση και τα προβλήματα που οφείλονται στους σημαντικούς ρύπους που παράγονται από την χρήση της συμβατικής ενέργειας (COM(97)599 final).

Η πράσινη βίβλος COM (2000) 769, περιγράφει τις νέες ενεργειακές πραγματικότητες τις οποίες αντιμετωπίζει η Ευρώπη, όπου μια από αυτές αποτελείται βιομάζα. Τονίζεται δε, ότι η ενεργειακή πολιτική της Ευρώπης πρέπει να έχει τρεις κύριους στόχους: την αειφορία, την ανταγωνιστικότητα και την ασφάλεια του εφοδιασμού.

Η συμφωνία για το Πρωτόκολλο του Κιότο (UNFCCC Kyoto Protocol) για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών, θα βοηθήσει να περιορισθούν οι εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου αλλά θα προσφέρει ακόμη νέες ευκαιρίες και προοπτικές στις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο χώρο της ενέργειας(πηγή: πρωτόκολλο).

Παράλληλα, ισχυροποιείται το θεσμικό πλαίσιο για την προώθηση της εξοικονόμησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με κοινοτικές οδηγίες όπως: Οδηγία 2001/77: *“Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας”*, σύμφωνα με την οποία πρέπει σε ευρωπαϊκό επίπεδο να καλυφθεί το 12% των ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως το 2010.

- Οδηγία 2003/30/EC: *“σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές”*, σύμφωνα με την οποία προάγεται η χρήση των βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για την επίτευξη στόχων που καθορίζονται από την νέα ενεργειακή πολιτική.
- Οδηγία 2004/8/EK: *“για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας”*, η οποία αποσκοπεί στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και στην βελτίωση της ασφάλειας του εφοδιασμού και την ανάπτυξη υψηλής απόδοσης συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργεια. [11]

Πρόσφατα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε το σχέδιο δράσης για την βιομάζα (Biomass Action Plan), το οποίο περιλαμβάνει μέτρα για την ταχύτερη ανάπτυξη του τομέα της ενέργειας που παράγεται από βιομάζα ξύλου, αποβλήτων και

ενεργειακών καλλιεργειών. Συγκεκριμένα, προωθεί την χρήση της βιομάζας στην θέρμανση, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στις μεταφορές, καθώς περιλαμβάνει και οριζόντια μέτρα που αφορούν την προσφορά βιομάζας, την χρηματοδότηση και την έρευνα. Εκτιμάται ότι τα μέτρα αυτά θα μπορέσουν να οδηγήσουν σε αύξηση της χρήσης της βιομάζας σε 150 εκατομμύρια ΤΙΠ περίπου το 2010 ή λίγο αργότερα (ΚΑΠΕ, 2006). [Δ]

2.8. Ελληνική νομοθεσία

Ειδικότερα, για την Ελλάδα, τον Δεκέμβριο του 2005 ψηφίστηκε από την Βουλή ένας νέος νόμος (βλ. άρθρο 8, ΝΟΜΟΣ ΥΠ'ΑΡΙΘ.3423) για την εισαγωγή βιοκαυσίμων στην ελληνική αγορά (βασισμένος στο σχέδιο δράσης για τη βιομάζα), ο οποίος ενσωμάτωσε στην ελληνική νομοθεσία τον στόχο της Ε.Ε. για συμμετοχή των βιοκαυσίμων με ποσοστό 5,75% για το έτος 2010. [Δ]

Ξεκινώντας με ιδιαίτερα χαμηλό ποσοστό, περίπου 0,7%, είναι αμφίβολο αν θα υπάρξει επαρκές ενδιαφέρον για επενδύσεις σε βιοκαύσιμα για την κάλυψη του στόχου του 5,75% εάν δεν δοθούν ισχυρά επενδυτικά κίνητρα. Παράλληλα, με ειδική διάταξη (βλ. άρθρο 34, Νόμος 3340/2005), προβλέπεται ότι «ο συντελεστής του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης ορίζεται σε 0 ευρώ ανά χιλιόλιτρο» για καθορισμένες ετήσιες συνολικές ποσότητες βιοντίζελ για τα έτη 2005 (51 εκατομμ. λίτρα), 2006 (91 εκατομμ. λίτρα) και 2007 (114 εκατομμ. λίτρα).

Γενικότερα, το θέμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σχετίζεται και με τους εξής νόμους, οι οποίοι ενσωματώνονταν σταδιακά στο Εθνικό Δίκαιο και προερχόντουσαν από Διεθνείς ή Ευρωπαϊκούς νόμους :

- Νόμος 2244/94: Περί αναθεώρησης στον Κώδικα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
 - Νόμος 2773/99: Περί της απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα
 - Αναπτυξιακός Νόμος 1892/90: αποτελεί τροποποίηση του Νόμου 2244/94
 - Αναπτυξιακός Νόμος 2601/98: αποτελεί αντικατάσταση του Νόμου 1892/90
- Επίσης, υπουργικές αποφάσεις, κοινές υπουργικές αποφάσεις (όπως η Κ.Υ.Α 163/95) συντελούν σε μια προσπάθεια ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον ελληνικό χώρο. [Δ]

2.9. Η κατάσταση στην Ελλάδα

Αυτή την στιγμή στην Ελλάδα υπάρχουν έντεκα εργοστάσια παραγωγής βιοντίζελ, τα οποία ήδη παραδίδουν ποσότητες βιοντίζελ για ανάμιξη με το συμβατικό ντίζελ στα διυλιστήρια. Από αυτά τα εργοστάσια δύο είναι σε πλήρη λειτουργία. Το πρώτο εδρεύει στην Φθιώτιδα και το δεύτερο στην Πάτρα. Όμως τα υπάρχοντα εργοστάσια, λόγω χαμηλότερων τιμών προτιμούν πρώτες ύλες εισαγωγής και αυτό αποτελεί ένα μελλοντικό πρόβλημα που μπορεί να κλονίσει το εισόδημα των παραγωγών. [Δ]

Παράλληλα, έχουν αναπτυχθεί αρκετές πρωτοβουλίες για ίδρυση μονάδων παραγωγής βιοντίζελ σε όλη τη χώρα, ενώ η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης προτίθεται να δραστηριοποιηθεί στην παραγωγή βιοαιθανόλης (στην Θεσσαλία). Μεγάλο έργο που αφορά την αξιοποίηση της βιομάζας στη χώρα μας αποτελεί αυτό για λογαριασμό της ΒΕΑΛ (Βιοαέριο-Ενέργεια Άνω Λιοσίων) ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από βιοαέριο, το οποίο αντλείται από τον όγκο των απορριμμάτων που εναποτίθενται στη Χωματερή Άνω Λιοσίων. Ο σταθμός των Άνω Λιοσίων είναι από τους μεγαλύτερους με καύσιμο βιοαέριο παγκοσμίως (Χωραφά, 2003). Η μονάδα έχει τη δυνατότητα να παρέχει 8000 m³/h βιοαερίου ενώ παράγει και ηλεκτρισμό (ισχύς 13 MW) και θερμότητα (16 MW). Μικρότερης κλίμακας εφαρμογές στη χώρα μας αποτελούν η θέρμανση θερμοκηπίων, η θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες, η παραγωγή θερμότητας για ξήρανση σε εκκοκκιστήρια, η παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες, η τηλεθέρμανση. Αξιοσημείωτο είναι, επίσης, το έργο στη Δαδιά στον Έβρο με μονάδα εγκατάστασης τηλεθέρμανσης από τρίμματα βιομάζας δασικής προέλευσης (Χωραφά, 2003).

Τα pellets χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια ως καθαρή καύσιμη ύλη στην Ευρώπη, ενώ τελευταία έχει αρχίσει να διαδίδεται η χρήση τους και στην Ελλάδα. Στην αγορά προωθούνται ειδικές σόμπες που λειτουργούν με την καύση τέτοιου είδους καυσίμου. Προς το παρόν - δυστυχώς - η καύσιμη ύλη είναι κατεξοχήν εισαγόμενη, αφού οι μονάδες παραγωγής pellets στην Ελλάδα είναι ελάχιστες και η τεχνολογία δεν έχει διαδοθεί ακόμη αρκετά ώστε να είναι ανταγωνιστική η εγχώρια παραγωγή. Μια τέτοια σόμπα καίει κατά μέσο όρο από 0,6 έως 2,5 κιλά καυσίμου την ώρα, ενώ το κόστος των pellets αυτή τη στιγμή είναι περίπου 0,30 Ευρώ ανά κιλό.

Ακόμη, με την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ήδη έχουν εκδοθεί 15 άδειες παραγωγής ηλεκτρικής αλλά και θερμικής ενέργειας σε εταιρίες της χώρας (Μάρτιος 2003) ενώ η Λευκή Βίβλος (COM (97) 599/26 –11 – 97) προωθεί τη δράση μεταξύ άλλων για εγκαταστάσεις βιομάζας θερμικής ισχύος 10.000 MW (Χωραφά, 2003).

Πρόσφατα αναλύθηκε και προτάθηκε σενάριο από την Ομάδα Εργασίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης για τον εντοπισμό των διαθέσιμων εκτάσεων για την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών. Το πόρισμα καταδεικνύει ότι μια καλή ενεργειακή καλλιέργεια μπορεί να προσφέρει εισόδημα καλύτερο από τις συμβατικές ξηρικές καλλιέργειες. Το σενάριο προβλέπει την αντικατάσταση των καλλιεργούμενων εκτάσεων σιτηρών κατά 15-20% (περίπου 1,8 εκατομμ. στρέμματα) και την παραγωγή έως και 180.000 χιλιόλιτρα βιοντίζελ.

Την περίοδο 2006-2007 καλλιεργήθηκαν στην χώρα μας περίπου 10.000-15.000 στρέμματα, κυρίως σε Θεσσαλία, Κεντρική, Ανατολική Μακεδονία και Θράκη. Στην πρόταση προκρίνονται 14 νομοί στους οποίους θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν αρχικά ελαιοκράμβη και ηλιάνθο. Πρώτος στη λίστα αναφέρεται ο νομός Έβρου, λόγω εμπειρίας στην καλλιέργεια ηλιάνθου, με 300.000 στρέμ. και ακολουθούν ο νομός Λάρισας με 200.000 στρ. και αμειψισπορά με ξηρικά σιτηρά Φαρσάλων, Κοζάνης και Σερρών με 100.000 στρ., Φθιώτιδας με 80.000 στρ., Μαγνησίας με 70.000 στρ., Ροδόπης με 50.000 στρ., Θεσσαλονίκης με 30.000 στρ., Πιερίας, Ξάνθης και Δράμας με 20.000 στρ., Φλώρινας με 10.000 στρ. και τέλος Γρεβενών με 3.000 στρ (από το 75ο φύλλο της εφημερίδας Agrenda).

Τέλος, όσον αφορά την παραγωγή μη ενεργειακών προϊόντων όπως χαρτί, πολυμερή, χημικά, κόλλες και οργανικοί διαλύτες στην χώρα μας δεν υπάρχει προς το παρόν επιχειρηματικό ενδιαφέρον. Σε ερευνητικό επίπεδο πρόσφατα έχουν ανακοινωθεί αποτελέσματα από ευρωπαϊκά ενεργειακά δίκτυα και προγραμμάτων όπως αυτό του Biokepaif, στην τομέα της έρευνας νέων κυταρρινούχων καλλιεργειών για την παραγωγή χαρτοπολτού. [Δ]

3. Εδαφοβελτίωση

3.1. Τι είναι έδαφος και τι υπέδαφος

Ως έδαφος νοούνται οι άνω στρώσεις του φλοιού που μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη των φυτών. Υπέδαφος είναι οι υποκείμενες του εδάφους στρώσεις του ανώτερου φλοιού. [1]

3.2. Ρύπανση του εδάφους

Ο όρος “ρύπανση” του εδάφους αναφέρεται στη δυσλειτουργία του εδαφικού οικοσυστήματος, ως αποτέλεσμα της εναπόθεσης σ’ αυτό οργανικών ή ανόργανων ουσιών. Η ρύπανση του εδάφους είναι μια ειδική περίπτωση της ευρύτερης έννοιας του όρου υποβάθμιση του εδάφους. Οι διάφορες χημικές ουσίες που προκαλούν τη ρύπανση του εδάφους μπορεί να προέρχονται είτε από διάφορες φυσικές διεργασίες (φυσικοί ρύποι) είτε να είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (ανθρωπογενείς ρύποι). Οι πηγές των διαφόρων οργανικών και ανόργανων χημικών ουσιών που ρυπαίνουν το εδαφικό οικοσύστημα μπορεί να είναι σημειακές ή μη σημειακές. Οι σπουδαιότερες είναι τα αστικά λύματα, τα βιομηχανικά απόβλητα και αυτά που προέρχονται από την γεωργία. Η ύπαρξη μόνο των διαφόρων χημικών ουσιών στο έδαφος δε συνιστά από μόνη της ρύπανση. Οι χημικές αυτές οργανικές ή ανόργανες ουσίες για να χαρακτηρισθούν ως ρύποι και να προκαλέσουν ρύπανση στο εδαφικό οικοσύστημα, πρέπει να παρεμποδίζουν τις διάφορες φυσικοχημικές ή βιολογικές λειτουργίες του εδάφους.[1]

Οι βασικές λειτουργίες που επιτελεί το έδαφος μπορούν να υποβαθμιστούν ή να σταματήσουν εντελώς εξαιτίας της παρουσίας οργανικών και ανόργανων ρύπων στο έδαφος, της επίδρασης που έχουν οι ρύποι αυτοί στην ποιότητα και ποσότητα των οργανισμών του εδαφικού οικοσυστήματος και της παρεμβολής τους στα τροφικά πλέγματα, που το εδαφικό οικοσύστημα στηρίζει. Στην περίπτωση αυτή, ο σκοπός της αποκατάστασης των εδαφών των χερσαίων οικοσυστημάτων είναι να γίνει “ανόρθωση” (rehabilitation) των εδαφικών λειτουργιών, εφόσον αυτές εκτελούνται μεν, αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό, ή να γίνει “πλήρης αποκατάσταση” των εδαφικών λειτουργιών (restoration) εφόσον αυτές έχουν απωλεσθεί.

Όπως κάθε οργανική ουσία έτσι και οι οργανικοί ρύποι από τη στιγμή που εναποτίθενται στο έδαφος υφίστανται μια σειρά από φυσικοχημικές και βιολογικές δράσεις, οι οποίες καθορίζουν τη δυναμική συμπεριφορά και τη χωροκατανομή τους.

Οι διεργασίες αυτές εξαρτώνται από τη δομή και τη σύσταση του εδάφους, τις φυσικοχημικές ιδιότητες των υπό εξέταση οργανικών ουσιών καθώς και από την κατάσταση άλλων παραγόντων.

Το έδαφος βρίσκεται σε δυναμική κατάσταση ανταλλαγής ύλης και ενέργειας με όλα τα υπόλοιπα μέρη του περιβάλλοντος και μπορεί να μεταφέρει αυτά ή να δεχθεί από αυτά διάφορους οργανικούς ρύπους. Συνεπώς στη μαθηματική περιγραφή της κατανομής των οργανικών ρύπων στο έδαφος, πρέπει να συμπεριληφθούν όχι

μόνο οι διεργασίες που αυτοί υφίστανται στο έδαφος αλλά και διεργασίες μεταφοράς τους από και προς τα άλλα στοιχεία του περιβάλλοντος. [1]

3.3. Διαχείριση και αποκατάσταση εδαφών

Η διατήρηση της υγείας των εδαφικών πόρων (προληπτική προσέγγιση) αναφέρεται στις αειφορικές διαχειριστικές πρακτικές που πρέπει να ακολουθούνται σε επίπεδο λεκάνης απορροής, ώστε να αποφευχθεί η υποβάθμιση της ποιότητας των εδαφών. Από τη στιγμή όμως που θα διαπιστωθεί υποβάθμιση της εδαφικής υγείας θα πρέπει να αποκατασταθούν οι λειτουργίες που υποβαθμίστηκαν (θεραπευτική προσέγγιση). Η υποβάθμιση των εδαφικών λειτουργιών μπορεί να είναι μερική και τότε αναφερόμαστε στην ανόρθωση (rehabilitation) των εδαφικών λειτουργιών, μπορεί να είναι πλήρης οπότε αναφερόμαστε στην αποκατάσταση (restoration) των λειτουργιών, ή μπορεί οι νέες συνθήκες που οδήγησαν στην υποβάθμιση να υποβάλλουν την εξ αρχής δημιουργία (creation) ορισμένων λειτουργιών. Έχει επικρατήσει όμως η αναφορά στην αναστροφή των υποβαθμισμένων εδαφικών λειτουργιών να καλείται αποκατάσταση της υγείας του εδαφικού οικοσυστήματος. Ο όρος εξυγίανση (remediation) αναφέρεται εναλλακτικά του όρου αποκατάσταση, αν και είναι συνδεδεμένος με τις τεχνικές εξυγίανσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποκατάσταση συγκεκριμένων εδαφικών λειτουργιών.

Για τους παραπάνω λόγους το ερώτημα διατήρηση ή αποκατάσταση των εδαφικών πόρων είναι τεχνητό, αφού οι δύο αυτές προσεγγίσεις (προληπτική και θεραπευτική) είναι συμπληρωματικές και ολοκληρώνονται από ένα σύστημα παρακολούθησης με το οποίο αποτυπώνεται σε συνεχή χωρική και χρονική βάση η εδαφική υγεία.

Για την αειφορική αποκατάσταση των εδαφικών λειτουργιών, η πορεία που πρέπει να ακολουθηθεί περιλαμβάνει :

1) *Την περιγραφή του προβλήματος.* Συγκεκριμένα, περιγραφή της παρούσας κατάστασης από οικολογική κοινωνική και οικονομική άποψη, καθώς και των πιθανών αιτιών που την προκάλεσαν. Επίσης, είναι απαραίτητο να δειχθούν οι επιπτώσεις της υπάρχουσας κατάστασης στην υγεία του πληθυσμού, στην οικολογική ισορροπία, καθώς και στην περαιτέρω κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να παρουσιαστεί μια οικονομική ποσοτικοποίηση όλων εκείνων των επιπτώσεων της υπάρχουσας κατάστασης, εφόσον αυτές μπορούν να υπολογιστούν

οικονομικά, καθώς και απλή αρίθμηση όλων εκείνων των επιπτώσεων που δεν μπορούν να εκφραστούν ποσοτικά.

2) *Τις προτεινόμενες λύσεις.* Προκύπτουν μέσα από την ταυτόχρονη σύνθεση των οικολογικών, κοινωνικών και οικονομικών παραμέτρων του προβλήματος της αποκατάστασης των λειτουργιών των χερσαίων οικοσυστημάτων. Κάθε μια από αυτές τις προτεινόμενες λύσεις πρέπει να φανερώνει τις πιθανές θετικές ή αρνητικές οικολογικές και κοινωνικοοικονομικές συνέπειες (Πίνακας 2). Επίσης θα πρέπει να καταδεικνύει τις ανάγκες και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την πραγματοποίησή της και που θα αφορούν αλλαγές στην τεχνολογία, στις δυνατότητες παραγωγής, στο εργατικό δυναμικό, στις επενδύσεις, στα νομοθετικά και οικονομικά μέτρα, καθώς και στο κόστος όλων αυτών.

3) *Σύστημα παρακολούθησης (monitoring system) και σχέδιο διαχείρισης (management) του χερσαίου οικοσυστήματος μετά την αποκατάστασή του.* Για την αξιολόγηση της επιτυχίας της εφαρμογής κάποιου προγράμματος αποκατάστασης ενός υποβαθμισμένου εδαφικού οικοσυστήματος, αλλά και για την μετέπειτα ορθολογική διαχείρισή του, είναι απαραίτητος ο καθορισμός κάποιων φυσικών, χημικών και βιολογικών ενδεικτών που συνδέονται άμεσα με τη δομή και τη λειτουργία του, οι οποίοι και θα παρακολουθούνται με ένα σύστημα παρακολούθησης. Τέλος, είναι απαραίτητη η εκπόνηση ενός διαχειριστικού σχεδίου μετά την αποκατάσταση του χερσαίου οικοσυστήματος, το οποίο θα λαμβάνει υπόψη του οικολογικές και κοινωνικοοικονομικές παραμέτρους με σκοπό τη διατήρηση της αειφορίας του.

Συμπερασματικά λοιπόν, με βάση την αρχή της αειφορίας οι στόχοι του προγράμματος αποκατάστασης ενός χερσαίου οικοσυστήματος πρέπει να είναι στενά συνυφασμένοι με τις λειτουργίες που έχουν υποβαθμιστεί, να γεννούν κοινωνικά οφέλη τα οποία βασίζονται σε οικολογικά χαρακτηριστικά συμβατά με τις κοινωνικοοικονομικές απαιτήσεις και η επίτευξη των στόχων αυτών να μπορεί να μετρηθεί και να προβλεφθεί, έτσι ώστε να μπορούν να υλοποιηθούν σε επίπεδο πολιτικών αποφάσεων. [1]

Τεχνολογίες Αποκατάστασης Εδαφών

Βιολογικές: Διάσπαση/αποικοδόμηση/μετασχηματισμός ρύπων σε CO₂,

λιπαρά οξέα, ή βιομάζα μέσω του μεταβολισμού βακτηρίων

(βιοαποκατάσταση) ή φυτών (φυτοαποκατάσταση)

Φυσικές: Απελευθέρωση και μεταφορά ρύπων από το matrix του εδάφους με τεχνικές έκπλυσης

Χημικές: Αλλαγή δομής ρύπων για μείωση τοξικότητας και/ή κινητοποίησή τους με χρήση χημικών.

Θερμικές: Αύξηση πτητικότητας, διάσπαση, καύση, ή καταστροφή ρύπων με θερμότητα

Εξειδικευμένες: Προχωρημένες τεχνικές ακινητοποίησης και εξουδετέρωσης ρύπων

Κριτήρια επιλογής και αξιολόγησης μεθόδων αποκατάστασης

- Δυνατότητα εφαρμογής/χαρακτηριστικά περιοχής
- Τύπος / Συγκέντρωση ρύπου
- Ασφάλεια
- Απαιτούμενα δεδομένα
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- Κόστος
- Υπολείμματα-παραπροϊόντα
- Απαιτούμενος χρόνος
- Αξιοπιστία

Πίνακας 2. Τεχνολογίες Αποκατάστασης Εδαφών και κριτήρια επιλογής αυτών

3.4. Εδαφοβελτίωση, γεωργία και ενεργειακά φυτά

Η γεωργία αποτελεί μία σημαντική αιτία για την N₀ - 3-N ρύπανση στα υπόγεια ύδατα. Το υψηλό ποσοστό χρήσης των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών στα γεωργικά συστήματα με σκοπό την αύξηση της παραγωγής στις καλλιέργειες έχει προκαλέσει σε πολλές περιοχές ρύπανσης των ρεμάτων, των λιμνών και των υπόγειων υδάτων.[17] Σήμερα, υπάρχει η άποψη ότι είναι δυνατόν να παραχθούν υψηλής ποιότητας καλλιέργειες σε μεγάλες ποσότητες με λιγότερες απαιτήσεις σε νερό, θρεπτικά στοιχεία και φυτοφάρμακα. [14,15,16]

Το άζωτο είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη των φυτών και ως εκ τούτου η διαθεσιμότητα του επηρεάζει την απόδοση των καλλιεργειών και την ποιότητα τους. Οι N- καλλιέργειες χρησιμοποιούνται για να ξεπεραστεί αυτός ο περιορισμός και να αυξηθεί η απόδοση των καλλιεργειών. Περίπου 40-70% του αζώτου που εφαρμόζεται στα λιπάσματα, χάνεται στο περιβάλλον και δεν μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά, γεγονός το οποίο προκαλεί μια μεγάλη απώλεια πόρων αλλά και οικονομική και επιπλέον έχει την ευθύνη για τις σοβαρή ρύπανση του περιβάλλοντος.[20] Η ρύπανση που προκαλείται στα υπόγεια ύδατα (πηγή πόσιμου

νερού) θα αποτελέσει σοβαρή απειλή για την ανθρώπινη υγεία προκαλώντας για παράδειγμα βλάβη του ήπατος και καρκίνο.[21]

Η Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος και της Ευρωπαϊκής Κοινότητας έχουν θέσει ανώτατο όριο ρύπων το 44mg / L και 50 mg / L νιτρικών ιόντων στο πόσιμο νερό, αντίστοιχα. [21]

Διάφορες μέθοδοι έχουν αναφερθεί για την εδαφοβελτίωση και την απομάκρυνση των νιτρικών από το νερό και λύματα, συμπεριλαμβανομένων της βιολογικής απονιτροποίησης, τη μείωση των χημικών, την αντίστροφη όσμωση και της ηλεκτρικής διάλυση και προσρόφηση. Μεταξύ αυτών των μεθόδων, η προσρόφηση γενικά θεωρείται να είναι μια απλή και αποτελεσματική μέθοδο στην απομάκρυνση των νιτρικών.

Μετά την έκδοση της οδηγίας 2003/30/EK σχετικά με την προώθηση των βιοκαυσίμων, έπρεπε να διεξαχθούν στην Ελλάδα πειράματα για τον προσδιορισμό της δυνατότητας απόδοσης των νέων εναλλακτικών ενεργειακών καλλιεργειών, των συντελεστών παραγωγής που απαιτούνται για την υλοποίησή τους και της προκαλούμενης ρύπανσης από άζωτο, φώσφορο, φυτοφάρμακα και υπολείμματα ζιζανιοκτόνων τα οποία είναι κύριες, μη-σημειακές πηγές ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων από τη γεωργική παραγωγή.

Επιπλέον, η καλλιέργεια των πολυετή φυτών όπως το switchgrass και του ηλιάνθου θα βοηθήσει στην προστασία της διάβρωσης του εδάφους. Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι το νερό που προκαλεί τη διάβρωση του εδάφους θα μειώνεται, ιδιαίτερα όταν switchgrass θα αντικαταστήσει τις συμβατικές ετήσιες καλλιέργειες.[20]

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στη πόλη του Βόλου (Κεντρική Ελλάδα) ερευνήθηκε η επίδραση του μίγματος Zeolite-Bentonite για τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και την παραγωγή της βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες. [2,20]

Ο φυσικός ζεόλιθος είναι ένας συλλογικός όρος για μια ομάδα φυσικών αργιλοπυριτικών ορυκτών. Τα πιο άφθονα ορυκτά αυτού του τύπου είναι οι κλινοπτιλόλιθου. Ο Κλινοπτιλόλιθος έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για τη βελτίωση του νερού και της ποιότητας του αέρα λόγω της μεγάλης επιφάνειας και της ικανότητας ανταλλαγής των κατιόντων (CEC), με χαμηλό κόστος και μηχανική αντοχή. Επιπλέον, ο ζεόλιθος είναι στο επίκεντρο της προσοχής στον τομέα της γεωργίας καθώς οι χημικές ιδιότητες του το καθιστούν δυνητικά κατάλληλο για την τροποποίηση του εδάφους και τη μεταφορά των θρεπτικών συστατικών των φυτών. [22]

Ο μπεντονίτης προσέλκυσε το ενδιαφέρον των ερευνητών και έχει μελετηθεί εκτενώς για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι περισσότερες από τις μελέτες θεωρούν ότι τα χαρακτηριστικά προσρόφησης της μπεντονίτη είναι ικανοποιητικά για ορισμένα τοξικά στοιχεία και βαρέα μέταλλα. Ο μπεντονίτης είναι ένα είδος επεκτάσιμου πηλού αποτελούνται κυρίως από ένα ορυκτό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποτελεσματικό προσροφητικό για πολλούς ανόργανους και οργανικούς ρύπους στο νερό. [23]

Για τους σκοπούς της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικοί τύποι εδάφους, π.χ. τύρφη και αμμοπηλώδη δεχόμενοι $\text{NO}_3 - \text{N}$ σε συγκέντρωση έως και 44 ppm. Τα μισά από τα αγγεία έλαβαν το μίγμα Zeolite-Bentonite σε 3:01. Δύο διαφορετικά ενεργειακά φυτά, όπως το switchgrass (*panicum virgatum* L.) και ο ηλίανθος (*Helianthus annuus* L) σπάρθηκαν σε κάθε δοχείο στις 28 Ιουνίου (2010) και ένα θρεπτικό διάλυμα νιτρικού αμμωνίου σε τρία επίπεδα παρασχέθηκαν ώστε να αντιστοιχούν σε N μονάδες από 0, 80 και 200 kg N / ha.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μίγμα Zeolite-Bentonite έχει θετικά αποτελέσματα στην απονιτροποίηση του εδάφους καθώς και στην παραγωγή βιομάζας των καλλιεργειών. Ωστόσο, απαιτούνταν περισσότερες προσπάθειες για την σωστή αναλογία του μείγματος που αποτελεί προϋπόθεση μπορεί για ακόμη πιο ικανοποιητικές αποδόσεις των καλλιεργειών στην απονιτροποίηση και στη βελτίωση του εδάφους. [2]

4. Ηλίανθος και Switchgrass – Ενεργειακά φυτά

4.1. Ηλίανθος

4.1.1. Γενικά

Το φυτό ηλίανθος, είναι γνωστό και ως ήλιος και ηλιοτρόπιο. Κατάγεται από την Κεντρική Αμερική και οι Ινδιάνοι χρησιμοποιούσαν τον καρπό του για τροφή, ως φάρμακο και για εξαγωγή λαδιού προς καλλωπισμό. Στην Ευρώπη μεταφέρθηκε από τους Ισπανούς με την ανακάλυψη της Αμερικής και για πολλά χρόνια παρέμεινε ως καλλωπιστικό φυτό. Μόνο τον 19ο αιώνα βρέθηκε ότι το φυτό μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βρώσιμου ελαίου. [3]

Χρησιμοποιήθηκαν από την αρχή δύο τύποι ηλιόσπορου: ο πρώτος αντιστοιχεί με αυτόν που χρησιμοποιείται σήμερα υπό μορφή ξηρών καρπών ως «πασατέμπο» και έχει μεγάλους σπόρους με σκληρό φλοιό και ψίχα, η οποία δεν καταλαμβάνει όλο

το εσωτερικό του σπόρου και ο δεύτερος που προορίζεται για εξαγωγή ελαίου και έχει μικρότερους, σκουρόχρωμους και γεμάτους σπόρους. [3,24]

Ως ελαιούχο φυτό διαδόθηκε πρώτα στη Ρωσία, όπου και αποτέλεσε μία από τις κύριες καλλιέργειες από τις αρχές του 20ου αιώνα. Από τη Ρωσία, η οποία και σήμερα κατέχει την πρώτη θέση στον κόσμο, διαδόθηκε στην Ευρώπη, αλλά γρήγορα αντικαταστάθηκε στη Βόρεια Ευρώπη από την ελαιοκράμβη ως ελαιοδοτικό φυτό. Σήμερα σημαντική έκταση κατέχει επίσης σε χώρες της Ανατολικής Ευρώπης και σε ορισμένες της Κεντρικής Αμερικής (Αργεντινή, Ουρουγουάη κ.ά.). Στον Καναδά και στις Η.Π.Α. άρχισε να καλλιεργείται μεταπολεμικά. Η δημιουργία και χρήση υβριδίων συνέβαλε στην πρόσφατη επέκταση της καλλιέργειας σε πολλές νέες περιοχές. Ο ηλίανθος, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας και ποιότητας λαδιού των σπόρων, αποτελεί για πολλές χώρες μία από τις κυριότερες πηγές εδωδιμου λαδιού. Ανάμεσα στα φυτικά έλαια σε παγκόσμια παραγωγή το ηλιέλαιο καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση μετά το σογιέλαιο.

Στην Ελλάδα ο ηλίανθος καλλιεργούνταν σε πολύ περιορισμένη έκταση πριν την ένταξή της στην Ε.Ε., ιδιαίτερος στη Θράκη, και το προϊόν προοριζόταν πιο πολύ ως πασατέμπο. Η στήριξη της τιμής του προϊόντος, όσο διάστημα η Ε.Ε. ήταν ελλειμματική σε ελαιούχους σπόρους και η διάδοση κατάλληλων ποικιλιών συνέβαλαν στην επέκταση της καλλιέργειας κυρίως για την παραγωγή ελαίου. Η συνολική έκταση, ύστερα από ανοδική πορεία μειώθηκε γρήγορα στα 150-200 χιλ. στρέμματα περίπου, γιατί μειώθηκαν οι επιδοτήσεις και επιβλήθηκε συνυπευθυνότητα. Καλλιεργείται στη Βόρεια Ελλάδα, στη Μακεδονία και πιο πολύ στη Θράκη, όπου προσαρμόζεται καλύτερα. Η εδραίωση της άποψης ότι έλαια πλούσια σε πολυακόρεστα, όπως το ηλιέλαιο, υπερέχουν από διαιτητικής απόψεως και ως προς την αντιμετώπιση σοβαρών ασθενειών, θα μπορούσε να συμβάλει στην επέκταση της καλλιέργειας, ιδιαίτερος σε ξηρικές εκτάσεις (απόδοση 150 kg/στρέμμα), γιατί με τα υπάρχοντα στοιχεία ο ποτιστικός ηλίανθος (απόδοση 300 kg/στρέμμα) δεν μπορεί να ανταγωνιστεί άλλες ποτιστικές καλλιέργειες. [3]



Εικόνα 1: Καλλιέργεια Ηλίανθου



Εικόνα 2: Καλλιέργεια Ηλίανθου

4.1.2. Βοτανικά γνωρίσματα

Ο καλλιεργούμενος ηλίανθος ανήκει στο είδος *Helianthus annuus* L. της οικογένειας Composite. Θεωρείται ότι η εξημέρωση του ηλίανθου έγινε με μεταβίβαση γενετικού υλικού από το ζιζάνιο *Helianthus petiolaris* στο *H. annuus* το οποίο ήταν αρχικώς άγριο. Οι ποικιλίες του καλλιεργούμενου είδους διακρίνονται αναλόγως του ύψους του φυτού σε υψηλόσωμες, μετριόσωμες και χαμηλόσωμες. Οι ποικιλίες για πασατέμπο σχηματίζουν συνήθως περισσότερη φυτομάζα και έτσι μπορεί να χρησιμοποιούνται και για ενσίρωση. [3]

- Διάρκεια βιολογικού κύκλου

Είναι φυτό μικρής σχετικής βλαστικής περιόδου. Κατά μέσο όρο και αναλόγως της ποικιλίας και των οικολογικών συνθηκών απαιτούνται 11 ημέρες από τη σπορά έως το φύτευμα, άλλες 33 ημέρες έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 27 έως την έναρξη ανθήσεως και 8 για την ολοκλήρωσή της, ενώ η περίοδος ωρίμανσης του σπόρου διαρκεί 30 ημέρες. Έτσι, περιοχές με βλαστική περίοδο λίγο μεγαλύτερη από 200 ημέρες μπορεί να έχουν δύο συγκομιδές στον ίδιο χρόνο.

- Ριζικό σύστημα

Έχει βαθύ ριζικό σύστημα, πασσαλώδες, που σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει τα 5μ. Το ριζόστρωμά του βρίσκεται σε βάθος 60εκ. περίπου. Στα πρώτα στάδια η ρίζα μεγαλώνει πολύ πιο γρήγορα από το υπέργειο τμήμα, έτσι που, όταν το φυτό έχει 8-10 φύλλα και ύψος 40εκ., η ρίζα του να φθάνει τα 70 περίπου εκ.. Αδυναμία του ριζικού συστήματος θεωρείται η μικρή διεισδυτικότητά του σε σκληρό έδαφος.

- Στελέχη

Ο καλλιεργούμενος ηλιάνθος είναι κατά κανόνα μονοστέλεχος. Τα επιπλέον στελέχη είναι ανεπιθύμητα, γιατί μειώνουν την ποσότητα και ποιότητα του σπόρου και επιπλέον δεν επιτρέπουν την ομοιόμορφη ωρίμανσή του. Τα άγρια είδη, όπως και οι καθαρές σειρές που χρησιμοποιούνται ως επικονιαστές, έχουν πολλές διακλαδώσεις. Το ύψος του στελέχους είναι συνήθως γύρω στα 2 μέτρα αλλά κυμαίνεται, αναλόγως της ποικιλίας και του περιβάλλοντος, από 0,5 μέτρα έως 6 μέτρα ή και περισσότερα.

Ο βλαστός είναι κυλινδρικός, με διάμετρο 2,5-3 εκατοστά και στο εσωτερικό του είναι γεμάτος με εντεριώνη. Κατά κανόνα το άνω άκρο του στελέχους κάμπτεται μαζί με την ταξιανθία, γεγονός που διευκολύνει την αποξήρανση του σπόρου και την προστασία του από τα πουλιά, αλλά μπορεί επίσης να δυσχεραίνει τη συγκομιδή. Το στέλεχος, τα φύλλα και πολλά άλλα μέρη του φυτού στις περισσότερες ποικιλίες φέρουν τρίχες διαφορετικής πυκνότητας και σκληρότητας.

- Φύλλα

Η μορφολογία των φύλλων παραλλάσσει. Συνήθως είναι πλατειά, ωσειδή, οδοντωτά και οξύληκτα, ενώ τα κατώτερα φύλα είναι καρδιόσχημα. Τα πρώτα πέντε ζεύγη εκφύονται αντιθέτως, ενώ τα υπόλοιπα κυκλικά. Το μήκος τους κυμαίνεται από 10 έως 40 εκατοστά και ο αριθμός τους από 8 έως 70, με μέσο όρο 20-30. Φυτά με πολυάριθμα φύλλα είναι συνήθως οψιμότερα. Τα μεγαλύτερα φύλλα αντιστοιχούν στον 8ο έως 20ο κόμβο. Τα φύλλα αυτά αντιπροσωπεύουν το 60-70% της συνολικής φυλλικής επιφάνειας, της οποίας ο δείκτης (Δ.Φ.Ε.) κυμαίνεται από 2 έως 4. Εκτός από τα κανονικά φύλλα ο ηλιάνθος έχει και δύο ειδών βράκτια φύλλα, αυτά που είναι στο πίσω μέρος της ταξιανθίας και αυτά που περιβάλλουν το άνθος.

- Ταξιανθία

Ο καλλιεργούμενος ηλιάνθος φέρει μία ή περισσότερες (αν διακλαδίζεται) επάκριες ταξιανθίες (κεφαλές-δίσκοι) διαμέτρου 8-60 εκ., που περιβάλλονται από οξύληκτα βράκτια φύλλα, έχουν κίτρινα έως κοκκινωπά πέταλα και φέρουν 40-80 κίτρινωπές ακτίνες. Το τελικό σχήμα της είναι κυρτό ή κοίλο, ή επίπεδο ή σιγμοειδές. Η ταξιανθία των ελαιούχων ποικιλιών έχει 700-3000 άνθη και των ποικιλιών που προορίζονται για πασατέμπο έως 8000. Τα περιφερειακά άνθη είναι άγονα (δεν έχουν ανθήρες αλλά και ο στύλος και το στίγμα είναι εκφυλισμένα) και έχουν στεφάνη, όπως και τα υπόλοιπα άνθη, με πέντε ενωμένα πέταλα, που σχηματίζουν σωλήνες. Μοναδικός σκοπός των περιφερειακών ανθέων είναι να προσελκύουν τα έντομα. Τα εσωτερικά άνθη είναι τοποθετημένα σε ομόκεντρα τόξα, το καθένα περιβάλλεται από ένα βράκτιο, έχουν κάλυκα με δύο σέπαλα, πέντε πέταλα ενωμένα σε σωλήνα, ενώ οι

πέντε στήμονες που ξεκινούν από τη βάση της στεφάνης είναι ελεύθεροι στη βάση και ενωμένοι στην κορυφή. Ο στύλος τους καταλήγει σε δισχιδές στίγμα.

- Άνθηση

Η ανθοφορία αρχίζει από τα περιφερειακά άνθη, συνεχίζεται προς το κέντρο και ολοκληρώνεται, για την ίδια ταξιανθία, σε 5-10 ημέρες συνήθως. Η πτώση των πετάλων των άγονων ανθέων υποδηλώνει ότι έχει ανθίσει και το τελευταίο άνθος, στο κέντρο της ταξιανθίας. Η ανθοφορία στον αγρό διαρκεί περί τις 20 ημέρες. Ο ηλίανθος είναι κατά κανόνα σταυρογονιμοποιούμενο φυτό, γιατί τα άνθη του είναι πρώτανδρα και υπέργυνα. Επιπλέον, πολλές ποικιλίες έχουν το χαρακτηριστικό του αυτοασυμβίβαστου. Η επικονίαση γίνεται με έντομα, κυρίως μέλισσες, γιατί η γύρη είναι βαριά και δεν μεταφέρεται εύκολα με τον αέρα. Η παραγωγή γύρης είναι άφθονη και μπορεί να φτάσει τα 8kg/στρ. ο ηλίανθος παράγει πολύ νέκταρ και είναι από τα πιο παραγωγικά μελισσοκομικά φυτά.

- Ηλιοτροπισμός

Οι αναπτυσσόμενες ταξιανθίες μέχρι την άνθησή τους, τα βράκτια και τα νεαρά φύλλα του ηλίανθου εμφανίζουν ηλιοτροπισμό, ακολουθούν δηλαδή την πορεία του ήλιου κατά την ημέρα, γι' αυτό και το φυτό ονομάστηκε ηλίανθος και ηλιοτρόπιο. Το πρωί οι ταξιανθίες είναι στραμμένες ανατολικά, σε θέση 50ο έως 70ο από τον βορρά και στη συνέχεια ακολουθούν την πορεία του ήλιου, ενώ ανορθώνονται κατά τη νύκτα. Το φαινόμενο σταματάει μόλις ολοκληρωθεί η έκπτυξη όλων των περιφερειακών ανθέων, οπότε οι ταξιανθίες μένουν στραμμένες βορειοανατολικά στο Βόρειο ημισφαίριο και νοτιοανατολικά στο Νότιο. Δεν παρατηρείται ηλιοτροπισμός, όταν επικρατεί συννεφιά, ή όταν το φυτό αναπτύσσεται σε τεχνητές συνθήκες φωτισμού, ή όταν αφαιρεθούν τα φύλλα, στοιχεία που δείχνουν ότι η αντίδραση του φυτού εξαρτάται από την κίνηση του ήλιου. Με τον ηλιοτροπισμό υπολογίζεται ότι αυξάνει η φωτοσύνθεση κατά 10-23% αναλόγως της κατανομής των φύλλων.

- Σπόρος

Ο σπόρος είναι αχάινιο διαφόρου σχήματος (επίμηκες, ωοειδές, ρομβοειδές, στρογγυλό) και διατομής (στενόμακρη, στρογγυλή). Αποτελείται από δύο τμήματα: α) την ψίχα, που αντιστοιχεί στο έμβρυο και τις δύο κοτυληδόνες και β) τον φλοιό, που αντιστοιχεί στο περικάρπιο, το οποίο είναι σκληρό για να προφυλάσσει τον σπόρο. Το μήκος του σπόρου φτάνει τα 25mm και το πλάτος τα 15mm. Το βάρος των 1000 σπόρων κυμαίνεται από 40 έως 100g. Οι σπόροι των ποικιλιών για λάδι είναι συνήθως πιο μικροί, πιο στρογγυλοί και συμπαγείς, έχουν χρώμα μαύρο έως γκριζό και φέρουν συχνά ραβδώσεις σκούρες καστανές έως λευκές, οι οποίες όμως

θεωρούνται ανεπιθύμητες. Οι σπόροι των ποικιλιών για πασατέμπο είναι πιο μεγάλοι και επιμήκεις, πιο ανοιχτόχρωμοι, με περισσότερες ραβδώσεις και με μεγαλύτερη αναλογία περιβλημάτων. Γενικώς, οι σπόροι που βρίσκονται στην περιφέρεια της ταξιανθίας είναι μεγαλύτεροι και βαρύτεροι από τους κεντρικούς. [E]

4.1.3. Προϊόντα

Όλα τα μέρη του φυτού είναι χρήσιμα. Το κύριο όμως προϊόν είναι ο σπόρος και κυρίως το λάδι που περιέχει. Η κεφαλή του ηλίανθου αποτελεί το 50% της ξηράς ουσίας του φυτού, από το οποίο το μισό αντιστοιχεί στον σπόρο. Ο σπόρος του ηλίανθου αποτελείται κατά 25% από φλοιούς, ενώ το υπόλοιπο αποτελεί την ψίχα. [26]

Ο αναποφλοιώτος σπόρος περιέχει 24-45% λάδι, αλλά η βιομηχανική απόδοση σε λάδι κυμαίνεται συνήθως στο 20-25%. Το υπόλοιπο λάδι παραμένει στον πλακούντα, ο οποίος περιέχει επιπλέον περίπου 35% πρωτεΐνη, ώστε να αποτελεί εξαιρετική συμπυκνωμένη ζωοτροφή, η οποία όμως είναι πτωχή σε λυσίνη. Η πίττα του ηλίανθου δεν περιέχει τοξικές ουσίες και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ανθρώπινη κατανάλωση. Η περιεκτικότητα λαδιού στα σημερινά υβρίδια κυμαίνεται από 40 έως 50% του σπόρου. [26]

Το ηλιέλαιο χρησιμοποιείται στη διατροφή του ανθρώπου, για Παρασκευή μαργαρίνης, ελαιοχρωμάτων, σαπουνιών κλπ. Ανήκει στα ημιξηραινόμενα έλαια με αριθμό ιωδίου περίπου 130. Το ηλιέλαιο είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα και θεωρείται από υγιεινής απόψεως πολύ καλό. Σήμερα το άλευρο από τον ηλιόσπορο ή ολόκληροι σπόροι χρησιμοποιούνται σε ανάμιξη με άλλα άλευρα για την παρασκευή ψωμιού. [27]

Τα σπέρματα, εκτός από την περιορισμένη χρήση ως πασατέμπο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως πτηνοτροφή. Σε περιοχές με κλίμα πολύ δροσερό, όπου ο ηλίανθος και ιδιαίτερα οι μεγαλόσωμες ποικιλίες αποκτούν μεγάλη ανάπτυξη, χρησιμοποιείται και για ενσίρωση, όπως και ο αραβόσιτος.

Πρόσφατα ο ηλίανθος ο ετήσιος και ιδιαίτερα ο ηλίανθος ο κονδυλόρριζος (*Helianthus tuberosus*), ο οποίος δεν καλλιεργείται προς το παρόν στην Ευρώπη, άρχισαν να αποκτούν σημασία ως ενεργειακά φυτά. Το υπέργειο τμήμα, μετά τη συγκομιδή του σπόρου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ξυλοκυτταρίνης, για χαρτί πολυτελείας και για κλωστικές ίνες. Ο κονδυλόρριζος αποδίδει με βάση

πειραματικά δεδομένα 6-9 t βολβούς ανά στρέμμα και αντίστοιχη ποσότητα οينوπνεύματος 500-600 λίτρα. [E]

4.1.4. Ενεργειακό ισοζύγιο

Ο αριθμός των επεμβάσεων που συμμετέχουν στην παραγωγή ηλίανθου και οι απαιτήσεις τους σε ενέργεια, επηρεάζουν το τελικό ενεργειακό ισοζύγιο. Η εισροή ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή ηλίανθου χωρίζεται είτε σε άμεση, είτε σε έμμεση. Ως άμεση εισροή ενέργειας, εννοούμε εκείνες τις ποσότητες που καταναλώνονται κατά την διάρκεια της καλλιέργειας του ηλίανθου. Η ενέργεια που περιλαμβάνεται στα καύσιμα, στα λιπάσματα και στα χημικά χαρακτηρίζεται ως άμεση εισροή ενέργειας. Οι έμμεσες εισροές ενέργειας, είναι εκείνες που απαιτούνται για την κατασκευή και την συντήρηση των άμεσων εισροών και των πάγιων στοιχείων, όπως οι ελκυστήρες και τα μηχανήματα. Ως έμμεσες εισροές ενέργειας, θεωρούνται: η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή χάλυβα από το οποίο το μηχάνημα και τα εργαλεία είναι κατασκευασμένα, η ενέργεια που απαιτείται για την τελειοποίηση του αργού πετρελαίου για το πετρέλαιο κίνησης κλπ. Το ενδεδειγμένο ενεργειακό ισοδύναμο για την εκτίμηση των άμεσων και έμμεσων ενεργειακών εισροών προέρχονται από διάφορες πηγές.[E]

Η εκροή ενέργειας από καλλιέργεια σπόρων και στελεχών ηλίανθου υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας απλά τις ποσότητες με την αντίστοιχη ενεργειακή αξία τους. Η απόδοση των σπόρων προς σπορά είναι περίπου 180Kg/στρέμμα, το οποίο μπορεί να προκύψει υπό κανονικές κλιματολογικές συνθήκες σε γόνιμα ξηρά εδάφη. Η ποσότητα των στελεχών του ηλίανθου η οποία παραμένει στο χωράφι ως υπόλειμμα, είναι περίπου 417Kg/στρέμμα.

Η παραγωγή ενέργειας από τον σπόρο του ηλίανθου επιμερίζεται περαιτέρω σε λάδι και άλευρο, ανάλογα με τις σχετικές ποσότητες του καθενός οι οποίες λαμβάνονται μέσω της εξόρυξης του καρπού. Υποθέτοντας ότι ένα τυπικό ποσοστό εξόρυξης είναι 80%, από μία ποσότητα 1000kg σπόρων, η απόδοση είναι περίπου 340Kg λάδι και 660kg άλευρο. Το άλευρο που εκχυλίζεται από τον ηλίανθο, συνήθως χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή, ιδίως για μηρυκαστικά με παρόμοια αποτελέσματα με το αλεύρι από σόγια, όταν υποκαθιστούν σε ισότιμη βάση τις πρωτεΐνες. Η ενεργειακή αξία του αλεύρου του ηλίανθου είναι μικρότερη από αυτή του αλεύρου σόγιας, λόγω της πρόσθετης περιεκτικότητας σε ίνες. Η ενέργεια την οποία περιέχει

το λάδι ανέρχεται στα 39,4MJ/Kg, η ενέργεια των σπόρων είναι 26,3MJ/Kg και του αλεύρου 19,6MJ/Kg. [E,27]

4.2. Switchgrass

4.2.1. Γενικά

Είναι ένα πολυετές C4, αγροστώδες φυτό. Το ριζικό του σύστημα μπορεί να ξεπεράσει τα 3 μέτρα σε βάθος. Σχηματίζει λεπτά ριζώματα και από τους οφθαλμούς τους εκπύσσονται, νωρίς την άνοιξη, αρκετά λεπτά στελέχη διαμέτρου 10 χιλιοστών. Η εγκατάσταση του φυτού γίνεται με σπόρους και στην Ελλάδα λαμβάνει χώρα το Μάιο όταν η θερμοκρασία εδάφους ξεπεράσει τους 10-15°C. Η αναβλάστηση του φυτού γίνεται το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαρτίου. Οι νεαροί βλαστοί είναι ευαίσθητοι στους παγετούς αλλά το φυτό έχει την ικανότητα να αναβλαστάνει ακόμα και μετά από σημαντικές νεκρώσεις βλαστών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Παράγει πολύ μικρούς σπόρους με βάρος 1000 σπόρων μεταξύ 0,7 έως 2,0 g. Στη συνέχεια επιτελείται μείωση της υγρασίας των φυτικών ιστών και μέχρι τον Ιανουάριο έχει κατέλθει στο 25%, περίπου. Επομένως κατάλληλη εποχή συγκομιδής είναι το χρονικό διάστημα από τέλη Νοεμβρίου ως και τον Ιανουάριο. [4,5]



Εικόνα 3: Καλλιέργεια Switchgrass



Εικόνα 4: Καλλιέργεια Switchgrass

4.2.2. Βοτανικά γνωρίσματα

Το Switchgrass ξεκινά την ανάπτυξη στο τέλος της άνοιξης εάν υπάρχει υγρασία. Αυξάνεται 3 έως 6 πόδια από μικρές σε μεγάλες μάζες χλοοτάπητα που εξαπλώνονται σιγά σιγά από πολυάριθμα υφέρποντα ριζώματα. Τα φύλλα έχουν μια γαλαζωπή μήτρα και μπορούν να φτάσουν σε μήκος δύο ποδιών. Στην ένωση της λεπίδας και της θήκης των φύλων, η γλώσσα είναι ένα λεπτό δαχτυλίδι ή κάτι σαν στρώμα από τρίχες στην επάνω επιφάνεια των φύλων. Η ανθήλη είναι σε σχήμα

πυραμίδας με πολλά πορφυροειδή άνθη. Υπό έμφυτες συνθήκες βρίσκεται κατά μήκος κολπίσκων , ρεμάτων και προστατευόμενων περιοχών, αλλά η εγκαθίδρυση και η παραγωγικότητα γίνονται καλύτερα σε πεδία με εύφορο έδαφος ή σε αμμώδες εύφορο έδαφος. [28]

- Ποικιλίες

Οι ποικιλίες switchgrass ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό στην προσαρμογή τους στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Οι κρύοι χειμώνες , τα θερμά καλοκαίρια και η διάρκεια της μέρας είναι οι πιο σημαντικοί από αυτούς τους παράγοντες του περιβάλλοντος και όλοι αυτοί ποικίλλουν ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος. Εξαιτίας αυτού ,οι ποικιλίες-οικότυποι switchgrass δε θα πρέπει να μεταφερθούν περισσότερο από μια ζώνη ανθεκτικότητας από την αρχική τους. Κοινές ποικιλίες, τριών χρόνων κατά μέσο όρο, προσαρμοσμένες στις βορειοκεντρικές ΗΠΑ κατά μήκος διάφορων τοποθεσιών , συνοψίζονται στον πίνακα 3. [28]

Switchgrass Variety	Ames IA	DeK alb IL	Lancaster WI	Arlington WI	Marshfield WI	Spooner WI	Rosemount MN
Blackwell	3,04	4,16	4,02	3,35	4,23	4,54	5,57
Cave-in-Rock	2,56	4,37	4,54	3,54	4,45	4,39	5,57
Pathfinder	2,56	3,81	3,89	2,91	4,13	4,33	5,45
Sunburst	2,87	3,67	4,28	3,51	4,57	4,74	5,38

Πίνακας 3: Μέση απόδοση (σε τόνους ανά στρέμμα) των ποικιλιών switchgrass σε όλες τις βορειοκεντρικές ΗΠΑ . Δεδομένα απόδοσης είναι ένας τριετής μέσος όρος που λαμβάνεται κατά τη διάρκεια του δεύτερου έως τέταρτου χρόνου μετά τη φύτευση.

- Σπόρος -φύτευση

Το switchgrass έχει σχετικά μικρό σπόρο ,κατά μέσο όρο περίπου 370.000 σπόρους ανά λίβρα.Το προτεινόμενο ποσοστό σπόρου είναι 6 έως 7 κιλά καθαρού σπόρου, όταν ζουν κοντά διάτρητοι (8 ίντσες ή λιγότεροι μεταξύ των σειρών) ή μεταδίδονται. Τα α switchgrass θα πρέπει να φυτεύονται την άνοιξη σε θερμοκρασία εδάφους πάνω από 60°F. Η φύτευση προτείνεται σε ένα φυτώριο καλά προετοιμασμένο σε βάθος ½ έως ¾ ίντσες. Στο να μπορεί να συσκευάζεται μετά τη φύτευση βοηθάει η καλή επαφή με το έδαφος και οι ταχύτητες βλάστησης.

Το Switchgrass είναι αργό στη δημιουργία του και πολλές από τις πηγές που συλλέγονται τις περιόδους εγκατάστασής του χρησιμοποιούνται να αναπτύξουν ένα εκτεταμένο ριζικό σύστημα. Εξαιτίας αυτού, το switchgrass δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται για βοσκή ή να κοπεί κατά τη διάρκεια του έτους σποράς εάν η πυκνότητα ζιζανίων είναι υψηλή ή η ανάπτυξη είναι εξαιρετική. [4,5]

4.2.3. Χρήσεις

Το Switchgrass είναι μια εξαιρετική πηγή τροφής για τα ζώα και είναι ιδιαίτερα εύγευστα πριν τα φυτά ανθίσουν, αλλά η ποιότητα παρακμάζει γρήγορα όσο θα πλησιάζει ο καιρός. Τα πεδία μπορεί να αρχίσουν να χρησιμοποιηθούν για βοσκή όταν τα φυτά είναι 10 έως 12 ίντσες ψηλά και πρέπει να χρησιμοποιηθούν για βοσκή σε ύψος 4 ιντσών μέσα σε δύο εβδομάδες. Στη συνέχεια, πρέπει να απομακρύνονται και τα λιβάδια επιτρέπεται να ανακάμψουν. Η βοσκή ξανααναπτύσσεται σε ύψος όχι μικρότερο από 8 ίντσες. Αν χρησιμοποιηθούν μηχανήματα κοπής χόρτου, η κοπή πρέπει να γίνει σε ύψος 3 - 4 ίντσες. Ενώ το switchgrass είναι μια καλή ζωοτροφή, η ανθεκτικότητά του μειώνεται με την υπερβόσκηση, παρόμοια με γρασίδια άλλων ζεστών σεζόν. Επομένως τα πεδία πρέπει να κατευθυνθούν προσεκτικά.[28]

Τα Switchgrass επίσης παρέχουν εξαιρετικό βιότοπο για τη ζωή άγριας πανίδας όταν χρησιμοποιείται αποκλειστικά ή σε συνδυασμό με άλλα είδη φυτών. Η κατακόρυφη καλλιέργεια των switchgrass παρέχει ευεργετική κάλυψη πολλών ορεινών πτηνών και επιτρέπει τη δημιουργία ποιοτικών φωλιών και προστασία από τα αρπακτικά ζώα. Το Switchgrass χρησιμοποιείται επίσης ευρέως ως χορτάρι- φίλτρο για τον έλεγχο της διάβρωσης, τη διαχείριση των πλημμυρών και τη μείωση της φόρτωσης θρεπτικών ουσιών των πλωτών οδών. Η καλλιέργεια switchgrass μπορεί επίσης να βοηθήσει στην αποκατάσταση των λιβαδιών με ψηλά γρασίδι, ένα από τα πιο απειλούμενα οικοσυστήματα. Η κυβέρνηση του Σικάγου αυτή τη στιγμή πληρώνει τους αγρότες να καλλιεργούν λιβάδια, όπως switchgrass επειδή παίρνουν διοξειδίου του άνθρακα από τον αέρα και να το αποθηκεύουν στο έδαφος. Η αποκατάσταση των λιβαδιών μπορεί επίσης να μειώσει την απορροή και τη μείωση των πλημμυρών. [4,5]

4.2.4. Ενεργειακό ισοζύγιο

Η καλλιέργεια του Switchgrass παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες

μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτονία). Οι αρδευτικές ανάγκες του Switchgrass είναι χαμηλές αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού. Πειράματα που έχουν εκτελεστεί έδειξαν ότι αρδεύσεις συνολικού ύψους 400mm είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή. Η λίπανση μπορεί να έχει σημαντική επίπτωση στην παραγωγή αφού η απόδοση καλλιεργειών που δε δέχθηκαν αζωτούχο λίπανση κυμάνθηκε περί τους 1,4 τόνους ξηρής βιομάζας το στρέμμα ενώ την ίδια περίοδο οι στρεμματικές αποδόσεις καλλιέργειας που εφαρμόστηκε λίπανση 4 και 12 kg αζώτου το στρέμμα ήταν 2,1 και 2,5 τόνοι ξηρής βιομάζας, αντίστοιχα. Τέλος η άρδευση φαίνεται να έχει σημαντικό ρόλο στις αποδόσεις του φυτού σε περιοχές όπου δεν παρατηρούνται βροχοπτώσεις κατά την περίοδο Ιουνίου – Αυγούστου. Στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας όπου οι βροχοπτώσεις αυτή την περίοδο είναι σπάνιες οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,7 τόνους ξηρής βιομάζας για τα μη αρδευόμενα φυτά έως τους 2,1 τόνους για την αρδευόμενη καλλιέργεια.

Παραγωγή υγρών ή στερεών βιοκαυσίμων ή βιομηχανικές πρώτες ύλες είναι οι κύριες ενεργειακές χρήσεις που μπορεί να έχει στο μέλλον η καλλιέργεια Switchgrass στην Ελλάδα. [28,4,5]

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5. Υλικά και μέθοδοι

Ένα πείραμα σε θερμοκήπιο δημιουργήθηκε στην περιοχή του Βόλου, (κεντρική Ελλάδα). Οι καλλιέργειες σπάρθηκαν στις 28 Ιουνίου (ποικιλία Switchgrass Alamo, ηλίανθος, υβρίδιο ηλίανθου Favorit). 24 γλάστρες γέμισαν με 1 κιλό τύρφη. Στις μισές από αυτές (12), σπείραμε switchgrass και στις άλλες μισές ηλίανθο. Επίσης στις μισές από αυτές (12), βάλουμε ένα μίγμα ζεόλιθο-μπεντονίτη και προστέθηκαν σε σειρά 3/1 συνολικά 10 γραμμάρια ανά pot. Υπήρχαν τρία επίπεδα του θρεπτικού διαλύματος αζώτου π.χ. 0, 20, 50 gr / Kg, με τη μορφή NH_4NO_3 . Τα NO_3 που περιείχε η τύρφη μετρήθηκε πριν από τη σπορά.

Οι καλλιέργειες φύτευαν στις 4 Ιουλίου. Άρδευση εφαρμόσαμε κάθε δεύτερη ημέρα και το συνολικό ποσό της εφαρμοσμένης άρδευσης ήταν 4500 ml ανά δοχείο. Η καλλιεργητική περίοδο ήταν 53 ημέρες μεχρι τα φυτά να φθασουν στο στάδιο της ανθοφορίας. Το switchgrass έφθασε στο ύψος των 58 και 36 εκατοστών σε τύρφη και αμμώδες έδαφος αντίστοιχα.

Ο πίνακας 4 παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τις εισροές, καθώς και τις φαινολογικές ημερομηνίες.

Πίνακας 4: Ημερομηνίες σημαντικότερων διαχειρήσεων του φυτού στην κεντρική Ελλάδα, το 2010.

Ημερομηνία σποράς (στάδιο 0)	28/6
Ημερομηνία εμφάνιση (φάση 10)	4/7
Προετοιμασία θεραπεία	27/6
Η μέση θερμοκρασία (° C)	27,4
Νερό εφαρμοστεί η άρδευση (ml / pot)	4500
Ημερομηνίες μέτρησης (στάδιο 39, 61)	28/7,25/8
Συγκομιδής ημερομηνία (φάση 61)	25/8
Εργαστήριο Μετρήσεων ημερομηνίες	26/8, 27/8, 29/8, 30/8, 31/8, 1/9

1: Σύμφωνα με το BBCH η φαινολογική περιγραφική κλίμακα για το ηλιέλαιο (Meier, 2001)

2: από την ανάδυση από τη συγκομιδή

Ζεόλιθος και μπεντονίτης αγοράστηκαν από Argilometalic Lot. Τα χαρακτηριστικά των μπεντονίτων και των ζεόλιθων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά της βελτίωσης εδάφους

Μπετονίτης								
CEC (meq/100g)		Exchangeable Na (meq/100g)		Exchangeable K (meq/100g)		pH		
0,6		2,56		0,64		8,2		
Ζεόλιθος								
pH	Cond.	Ca 10 ⁻⁴	Mg 10 ⁻⁴	Al 10 ⁻⁴	K	Na 10 ⁻⁴	Si 10 ⁻⁴	Σκληρότητα
7,53	293	8,4	2,78	1,1	4*10 ⁻³	5	33,6	112

Πίνακας 6. Σημαντικές πληροφορίες για τις εισροές διαχείρισης και τις φαινολογικές ημερομηνίες.

Sowing Date (stage 0) ₁	28/6
Emergence Date (stage 10) ₁	4/7
Treatment preparation	27/6
Mean temperature (°C) ₂	27.4
Water applied as irrigation (ml/pot)	4500
Harvested date	Sunflower (stage 61) ₁ , Switchgrass 25/8
1: According to BBCH phenological scale description for the sunflower (Meier, 2001)	
2: from emergence to harvest	

Το NO_3^- -N στο έδαφος και το περιεχόμενο των φυτικών ιστών μετρήθηκαν με τη χρήση του Copperized Cadmium Reduction Method. Στο μίγμα ζεόλιθου-μπετονίτη ο NO_3^- -N στο έδαφος και περιεκτικότητα του σε νερό μετρήθηκαν χρησιμοποιώντας το φωτόμετρο HI83200. Σε 50ml ογκομετρικού σωλήνα προστέθηκαν 4gr από κάθε δείγμα εδάφους και αναμιγνύθηκαν με 40 ml 2M KCl. Το διάλυμα ανακινείται για 1 ώρα σε 180 rpm/min και στο τέλος να φιλτράρεται. Αργότερα στο διάλυμα ζεόλιθου-μπετονίτη παίρνουμε 6 ml από κάθε απόσταγμα τοποθετήθηκε σε μια κυβελίδα και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν μέσα στο φωτόμετρο. Το τελικό NO_3^- -N (mg/L) μετρήθηκε με τη βοήθεια του αντιδραστηρίου "HI 93728-0".

Στον ηλιάνθο και στο switchgrass συγκεντρώνουμε 1ml διαλύματος NH_4Cl , από 2ml αποσταγμάτος και 75ml αραιωμένου διαλύματος NH_4Cl πέρασε μέσα από τη στήλη με ρυθμό 110ml/min. Τέλος κάθε δείγμα υπεστεί κατεργασία με ένα αντιδραστήριο (sulfanilamine) σε HCl και ένα [N-(1-ναφθυλο)-αιθυλενοδιαμίνη] αντιδραστήριο. [6]

Το πλήθος των NO_3^- -N στον φυτικό ιστό μετρήθηκε με τη μέθοδο του "Ταχέος χρωματομετρικού προσδιορισμού των νιτρικών ιόντων στο φυτικό ιστό με νίτρωση του σαλικυλικού οξέος". Οι ιστοί του φυτού πλύθηκαν με απιονισμένο νερό, στέγνωσαν, τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και αποθηκεύτηκαν στους -20°C για ανάλυση. Αργότερα, 0,2 ml του ομογενοποιημένου δείγματος τοποθετήθηκαν σε πιπέτα Falcon των 50ml και αναμειχτήκαν καλά με 0,8 ml σαλικυλικού οξέος συγκέντρωσης 5% (w/v) H_2SO_4 (SA- H_2SO_4). Είκοσι λεπτά αργότερα σε θερμοκρασία δωματίου, 19 ml του NaOH 2N προστέθηκαν σιγά-σιγά.

Τα δείγματα ψύχθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου και η απορρόφηση στα 410 nm αποτυπώθηκε σε ένα φασματοφωτόμετρο το οποίο είναι εξοπλισμένο με μια κυβελίδα γρήγορης-δειγματοληψίας. Επίσης, ένα ακατέργαστο υλικό ήταν απαραίτητο για κάθε δείγμα το οποίο αποτελείτο από το παρακάτω εκχύλισμα, 0,8 ml διαλύματος H_2SO_4 (χωρίς σαλικυλικό οξύ) και 19ml του 2N NaOH. Τα πρότυπα περιέχουν 5 έως 100 mg NO_3^- -N. Συγκεντρώσεις Νιτρικών άλατων-N εκφράζονται ως mg NO_3^- -N ανά gr νωπού προϊόντος (ppm). [7]

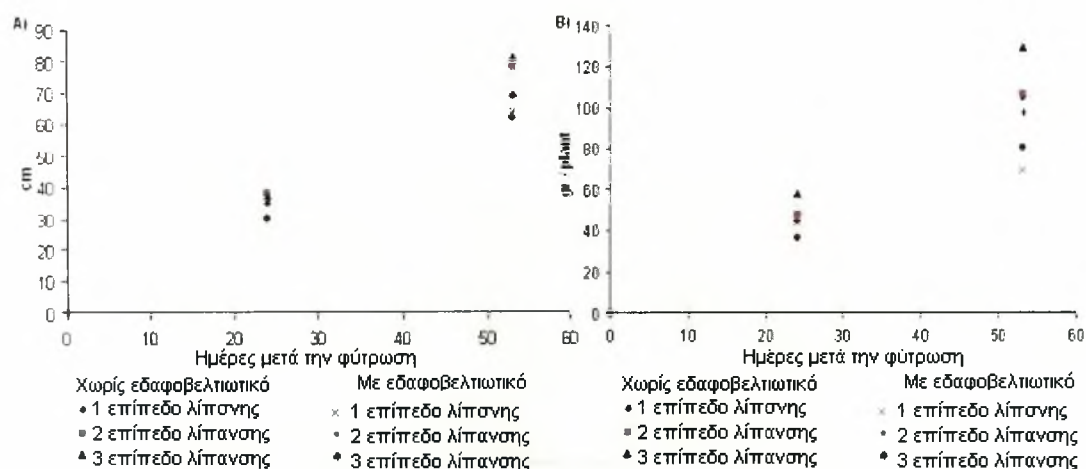


6. Η επίδραση της καλλιέργειας του Ηλίανθου στην βελτίωση της ποιότητας του εδάφους

6.1. Αποτελέσματα

6.1.1. Χαρακτηριστικά ανάπτυξης

Το ύψος του φυτού αυξάνεται με μέσο ρυθμό 1,54 cm ανά ημέρα κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων εβδομάδων της ανάπτυξης του. Κατόπιν οι ρυθμοί ανάπτυξης μειώθηκαν ελαφρώς σε 1,31 cm ανά ημέρα μέχρι την ημέρα της συγκομιδής. Το βάρος των φυτών αυξήθηκε με μέσο ρυθμό 1,85 gr ανά ημέρα και το τελικό ύψος και το βάρος της βιομάζας των φυτών ηλίανθου ήταν 75 cm και 98 gr, αντίστοιχα.



Διάγραμμα 1. Α) μεταβολή του ύψους, Β) των φυτών του ηλίανθου για τα 3 διαφορετικά επίπεδα λίπανσης και τα 2 διαφορετικά υποστρώματα.

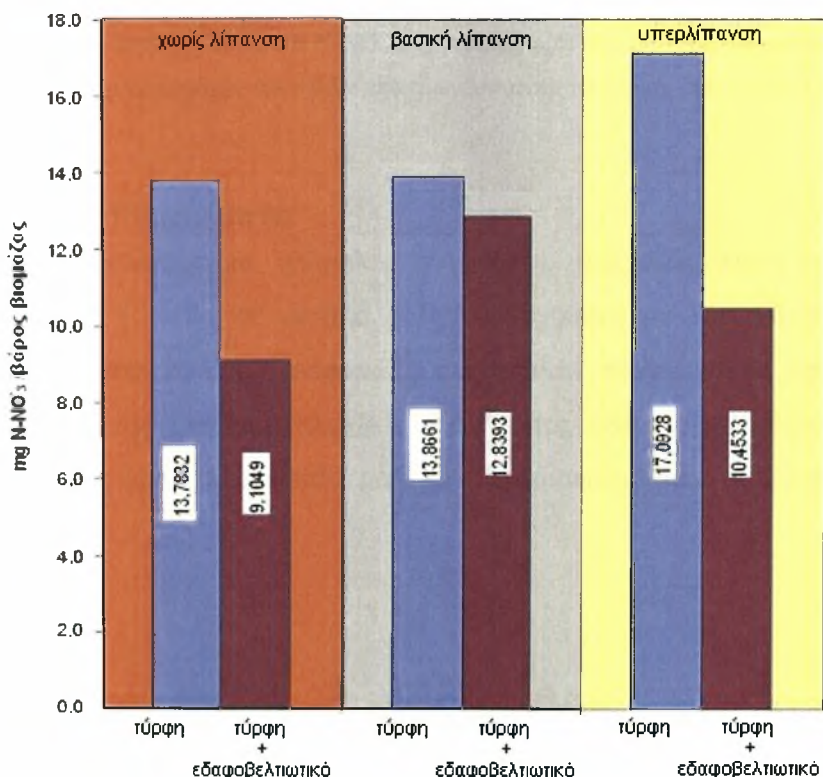
Η τελική βιομάζα ήταν σημαντικά χαμηλότερη στις γλάστρες που τοποθετήθηκε το μείγμα ζεόλιθου-μπεντονίτη σε σχέση με τις γλάστρες ελέγχου. Έτσι, το μεγαλύτερο βάρος των φυτών (129,6 gr) επιτεύχθηκε στην μεταχείριση με το υψηλότερο επίπεδο θρεπτικών συστατικών, χωρίς το μίγμα της βελτίωσης του εδάφους. Το μικρότερο βάρος (69,2 gr) αντιστοιχούσε στο συνδυασμό του ελέγχου (μηδέν) του επιπέδου των θρεπτικών συστατικών, του μίγματος της τύρφης (1kg) και ζεόλιθου-μπεντονίτη (10 gr, ποσοστό 3/1). Προκύπτει λοιπόν ότι η προσθήκη του μίγματος βελτίωσης του εδάφους παίζει περιοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών και συνεπώς, τη βιομάζα και την απόδοση.

6.1.2 Περιεκτικότητα του φυτού σε $\text{NO}_3^- \text{N}$ βελτίωση του εδάφους

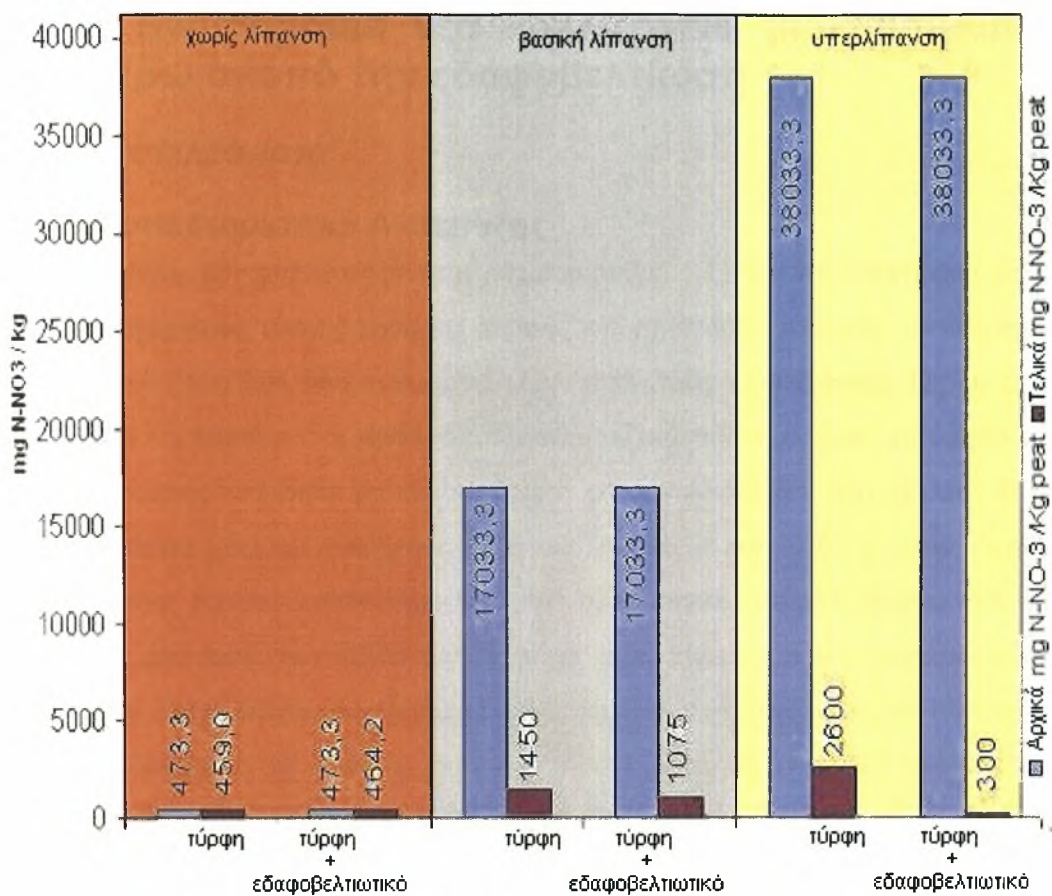
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2, η πρόσληψη $\text{NO}_3^- \text{N}$ από το φυτό είναι περιορισμένη, όταν χρησιμοποιείται το μίγμα βελτίωσης εδάφους με ζεόλιθο-μπεντονίτη. Στην πραγματικότητα, βρέθηκε πως η απορρόφηση από τα φυτά ήταν κατά μέσο όρο 131,03 mg N ανά kg βιομάζας.

Το διάγραμμα 1 δείχνει ότι τα μικρότερα φυτά (χαμηλότερο βάρος φυτού) ήταν εκείνα που μεγάλωσαν στο μη λιπασμένο μίγμα τύρφης (1kg) και ζεόλιθο -μπεντονίτη (10gr σε ποσοστό 3/1).

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των διαγραμμάτων αυτών συμπεραίνεται ότι η παραπάνω αναλογία του μίγματος βελτίωσης του εδάφους επέφερε απονιτροποίηση του εδάφους. Αυτό επαληθεύεται στο διάγραμμα 3 που απεικονίζει την τελική συγκέντρωση N-NO_3 εδάφους που παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Ακόμη και αν η τελική συγκέντρωση $\text{NO}_3^- \text{N}$ στο έδαφος αυξηθεί από την επίδραση του αζώτου που προσλαμβάνεται από το φυτό, η συγκέντρωση του εδάφους δεν θα αυξηθεί σημαντικά.



Σχήμα 2. N-NO_3 απορρόφηση των φυτών (mg) με διαφορετικά επίπεδα λίπανσης (0, 80 και 200 kg / ha) και δύο μείγματα του εδάφους (τύρφη, τύρφη με τη εδαφοβελτιωτικό) στην Κεντρική Ελλάδα το 2010.



Σχήμα 3. Η αρχική και τελική N-NO₃ συγκέντρωση σε δύο μείγματα του εδάφους (τύρφης, τύρφη + εδαφοβελτιωτικού) κάτω των τριών επιπέδων λίπανσης (0, 80 και 200 kg / ha), στην Κεντρική Ελλάδα το 2010.

6.2. Συμπεράσματα

Η καλλιέργεια ηλίανθου συνέβαλε ελάχιστα στην απονιτροποίηση του εδάφους, η οποία σε μεγάλο βαθμό ενισχύθηκε με την προσθήκη του μίγματος ζεόλιθου-μπεντονίτη. Προφανώς, απαιτούνται περισσότερες προσπάθειες για την εξεύρεση της σωστή αναλογίας του μίγματος, έτσι ώστε να έχουμε ικανοποιητικές αποδόσεις των καλλιεργειών μαζί με απονιτροποίηση και τη βελτίωση του εδάφους.

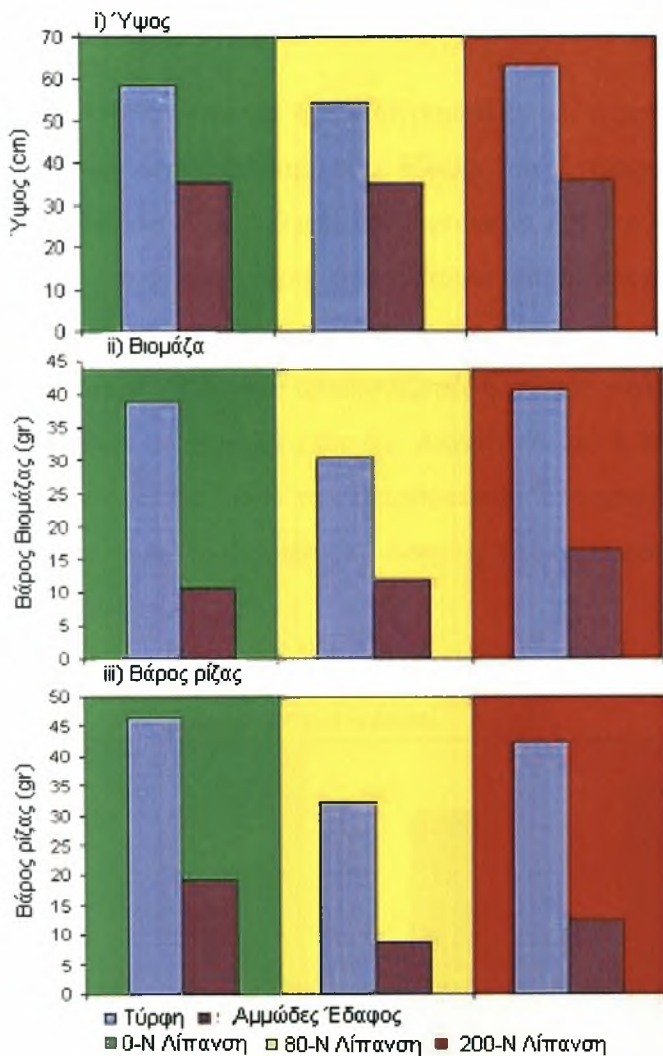
7. Το Switchgrass νέα καλλιέργεια βιοκαυσίμων με απώτερω σκοπό την εδαφοβελτίωση

7.1. Αποτελέσματα

7.1.1. Χαρακτηριστικά Ανάπτυξης

Το ύψος των φυτών αυξάνεται με μέσο ρυθμό 1,11 και 0,67 cm/ημέρα για τους δύο διαφορετικούς τύπους εδάφους τύρφης και αμμώδους εδαφούς, αντίστοιχα. Το switchgrass όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι πολυετούς καλλιέργειας. Ως εκ τούτου, προσπαθεί να παράγει ένα βαθύ και πλούσιο ριζικό σύστημα κατά τη διάρκεια του έτους φύτευσης του ώστε να είναι σε θέση να ξανααναπτυχτεί στο μέλλον. Η μέση συγκομισθείσα βιομάζα ανέρχεται στο ποσό των 36,74 και 12,98 gr στην τύρφη και στο αμμώδες έδαφος αντίστοιχα. Από την άλλη μεριά, το μέσο βάρος των ριζών ανέρχεται στο ποσό των 40,45 και 13,42 gr στην τύρφη και στο αμμώδες έδαφος, αντίστοιχα. Αυτό δείχνει ότι το switchgrass παράγει ένα μεγάλο ριζικό σύστημα και κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου βλαστήσεως το ποσοστό (το βάρος της υπέργειας βιομάζας)/(βάρος των ριζών) είναι μικρότερο από 1.

Σπορά (στάδιο 0) ¹	28/6
Βλάστηση (στάδιο 10) ¹	4/7
Προετοιμασία μεταχειρήσεων	27/6
Μέση θερμοκρασία (°C) ²	27.4
Νερό προστιθέμενο με την άρδευση (ml/pot)	4500
Συγκομιδή	Sunflower (stage 61) ¹ , Switchgrass 25/8
1: Σύμφωνα με το BBCH φαινολογικών σταδίων του ηλίανθου (Meier, 2001)	
2: Από τη βλάστηση έως τη συγκομιδή	



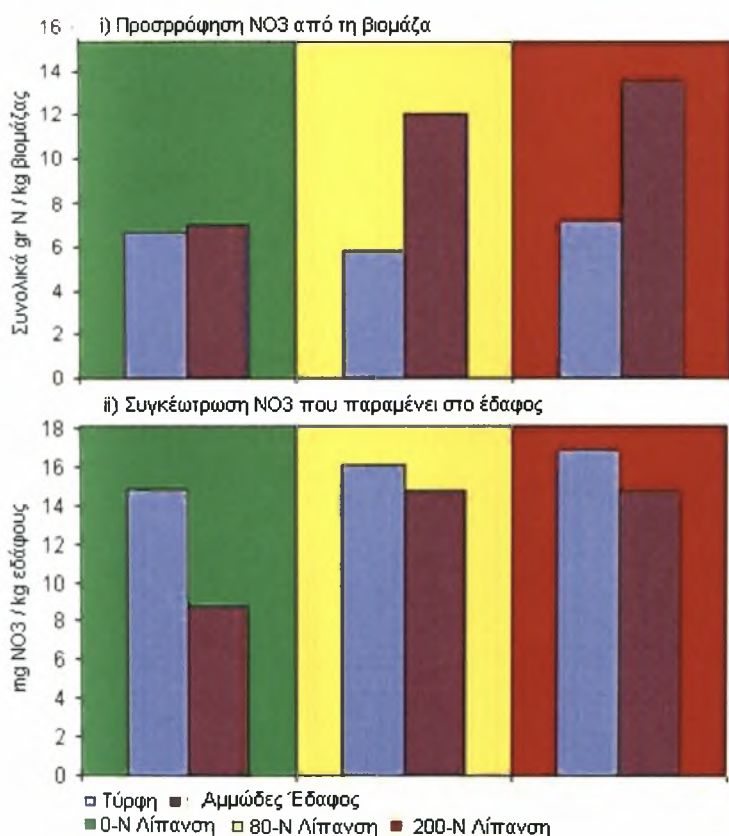
Διάγραμμα 1. Χαρακτηριστικά ανάπτυξης Switchgrass (i) ύψος, ii) βάρος βιομάζας, και iii) βάρος ρίζας, κάτω από τρία επίπεδα θρεπτικών ουσιών (0, 80 and 200 kg N/ha) και δύο είδη εδαφών (τύρφη, αμμώδες έδαφος) στην κεντρική Ελλάδα το 2010.

Ωστόσο, όλα τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης (όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα 1) ήταν σημαντικά χαμηλότερα στις γλάστρες με το αμμώδες έδαφος. Ο υψηλότερος συντελεστής αύξησης των φυτών επιτεύχθηκε στην μεταχείριση όπου χρησιμοποιήθηκε χώμα τύρφης ενώ ο μικρότερος στην μεταχείριση χωρίς λίπανση σε αμμώδες έδαφος.

Επιπλέον, η σύνθεση του εδάφους με το μείγμα του ζεόλιθου-μπετονίτη είχε περιοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Ως εκ τούτου, η προσθήκη του μείγματος εδαφοβελτιωτικού εδάφους παίζει περιοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και την ανάπτυξη των φυτών και επομένως στη βιομάζα και την τελική παραγωγή-απόδοση.

7.1.2 Περιεκτικότητα του φυτού σε $\text{NO}_3^- \text{N}$ και βελτίωση του εδάφους

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2 (i), η προσρόφηση $\text{NO}_3^- \text{N}$ από τα φυτά ήταν υψηλότερη στο αμμώδες έδαφος και ιδιαίτερα σε αυτό που χρησιμοποιήθηκε η υπερλίπανση. Στο Διάγραμμα 1 φαίνεται ότι στο αμμώδες έδαφος η ανάπτυξη των φυτών ήταν μικρότερη (χαμηλότερο βάρος φυτών). Ακόμη και στην τύρφη, η καλλιέργεια switchgrass αφαίρεσε ένα υψηλό ποσό των NO_3^- . Αυτό επαληθεύεται στο Διάγραμμα 2 (ii), που απεικονίζεται η τελική συγκέντρωση N-NO_3 εδάφους, η οποία παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Ακόμη και αν η τελική συγκέντρωση $\text{NO}_3^- \text{N}$ στο έδαφος αυξηθεί μέσω των διαφορετικών μεταχειρήσεων της λίπανσης, η πρόσληψη από τα φυτά θα βοηθήσει ώστε η συγκέντρωση του εδάφους να μην αυξηθεί σημαντικά.



Διάγραμμα 2. i) $\text{NO}_3^- \text{N}$ απορρόφηση από τα φυτά (σε gr) ii) τελική $\text{NO}_3^- \text{N}$ συγκέντρωση εδάφους κάτω από 3 διαφορετικά επίπεδα λίπανσης (0, 80 και 200 kg / ha) και δύο τύπους εδάφους (τύρφη, και αμμώδες έδαφος), στην Κεντρική Ελλάδα το 2010.

7.2. Συμπεράσματα

Η καλλιέργεια Switchgrass συνέβαλε στην απονοτριποίηση του εδάφους η οποία ενισχύθηκε περισσότερο στο αμμόχωμα. Προφανώς, απαιτούνται περισσότερες προσπάθειες για την εξεύρεση του ποσοστού απονιτροποίησης και βελτίωσης του εδάφους.

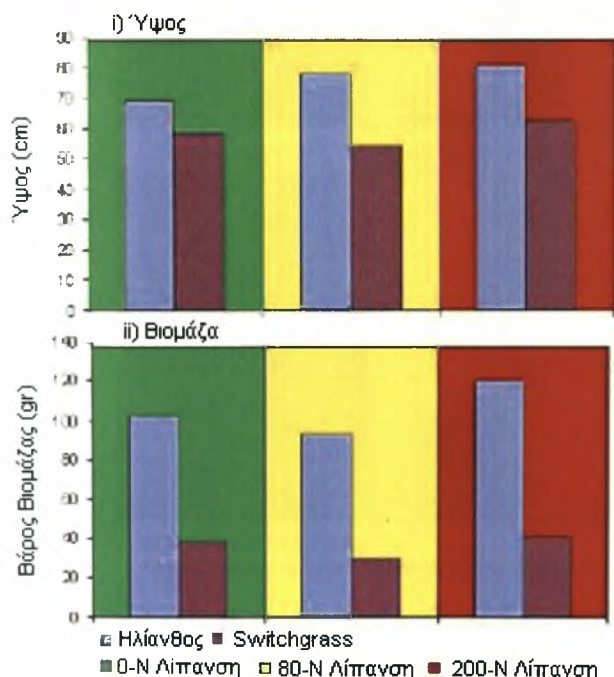
8. Απορρόφηση N-NO₃ από τα switchgrass και τον ηλίανθο σε τύρφη για την βελτίωση του δείκτη ποιότητας του εδάφους

8.1. Αποτελέσματα

8.1.1. Χαρακτηριστικά ανάπτυξης

Το ύψος του ηλίανθου αυξήθηκε σε μεγαλύτερο ποσοστό από αυτό του switchgrass (μέσος όρος 1.43 και 1.11cm / ημέρα, για το ηλίανθο και το switchgrass αντίστοιχα). Το βάρος του ηλίανθου αυξάνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με το βάρος του switchgrass (μέσος όρος 1,99 και 0,69 gr / ημέρα για ηλίανθου και switchgrass, αντίστοιχα).

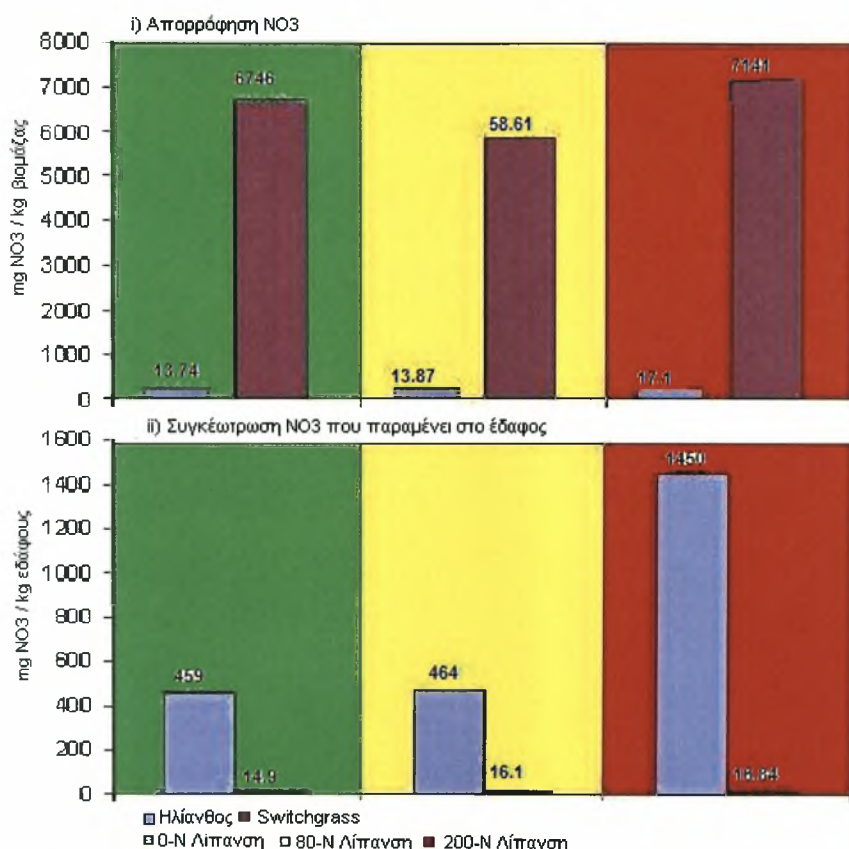
Η μέση συγκομιδή βιομάζας ανήλθε στο ποσό των 105,2 και 36,74 gr για τον ηλίανθο και το switchgrass αντίστοιχα. Αυτό αποδεικνύει ότι ο ηλίανθος είναι από το πιο γρήγορα αναπτυσσόμενα φυτά.



Διάγραμμα 1. i) Ύψος φυτού (cm), ii) Συνολικό βάρος βιομάζας ανά μονάδα που επηρεάζεται από τρία θρεπτικά επίπεδα (0, 80 και 200 kg N / ha) και δύο υποστρώματα (τύρφη, τύρφη με εδαφοβελτιωτικά) για δύο διαφορετικές καλλιέργειες (ηλίανθος, switchgrass) στην Κεντρική Ελλάδα το 2010.

8.1.2 Περιεκτικότητα φυτού σε N-NO₃ και βελτίωση του εδάφους

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2 (i), η πρόσληψη N-NO₃ από το φυτό ήταν υψηλότερη στο switchgrass και ιδιαίτερα στην μεταχείριση της υπερλίπανσης. Ακόμα κι αν ο ηλίανθος είχε υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης, η πρόσληψη των N-NO₃ παρέμεινε σε χαμηλότερα επίπεδα. Στο Διάγραμμα 2 (ii) επαληθύνεται λόγω της ευρύτερης υιοθέτησης του switchgrass, η συγκέντρωση των τελικών N-NO₃ στο έδαφος παραμένει σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα σε σύγκριση με αυτήν που παρέμεινε στην καλλιέργεια ηλίανθου. Ακόμη και αν η τελική συγκέντρωση N-NO₃ στο χώμα αυξηθεί μέσω της πρόσληψης του αζώτου από τα φυτά, η συγκέντρωση του στο έδαφος δεν θα αυξηθεί σημαντικά.



Διάγραμμα 2. i) N-NO₃ απορρόφηση από τα φυτά (σε mg) με διαφορετικά επίπεδα λίπανσης (0, 80 και 200 kg / εκτάριο) σε τύρφη έδαφος, ii) τελικό N-NO₃ συγκέντρωση στο έδαφος (τύρφη), κάτω των τριών ετών επίπεδα λίπανσης (0, 80 και 200 kg / ha), στην Κεντρική Ελλάδα το 2010.

8.2. Συμπεράσματα

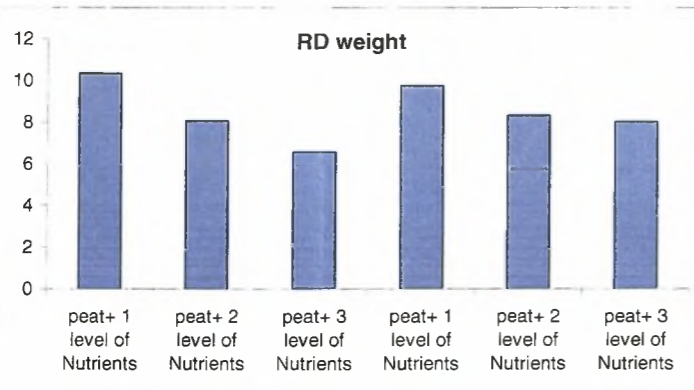
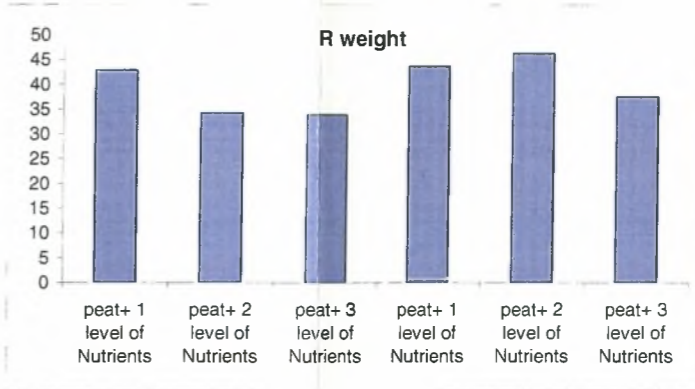
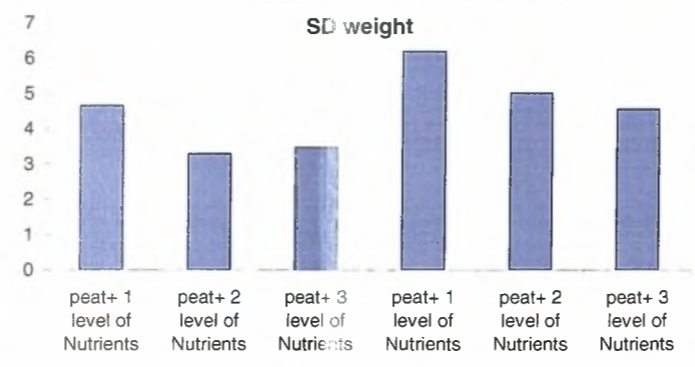
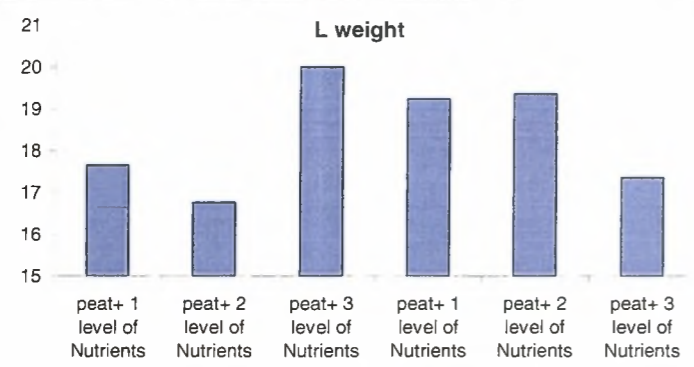
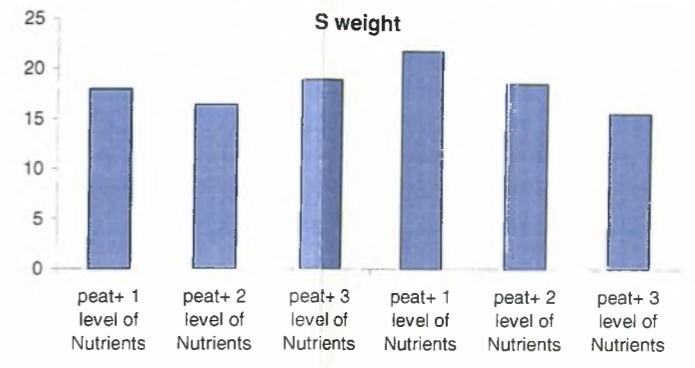
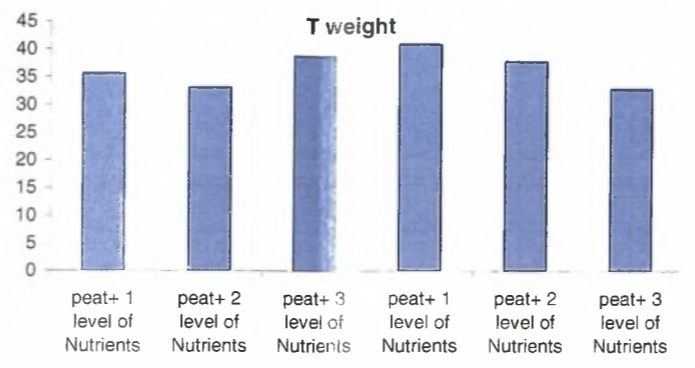
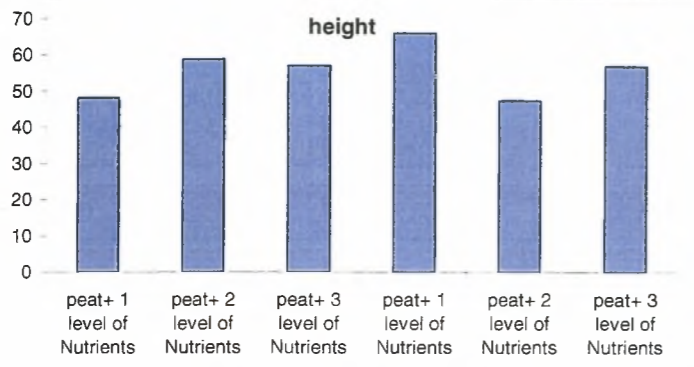
Η καλλιέργεια Switchgrass θα βοηθήσει στην προστασία του εδαφους από τη διάβρωση και στην απονιτροποίηση. Λόγω του γεγονότος ότι, μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα σε υπάρχοντες γεωργικές εργασίες, το switchgrass δείχνει πολλά υποσχόμενο λόγω της υψηλής παραγωγικότητας, της καταλληλότητας για την

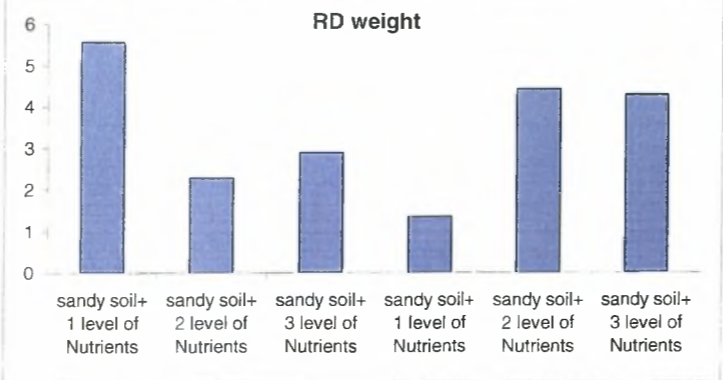
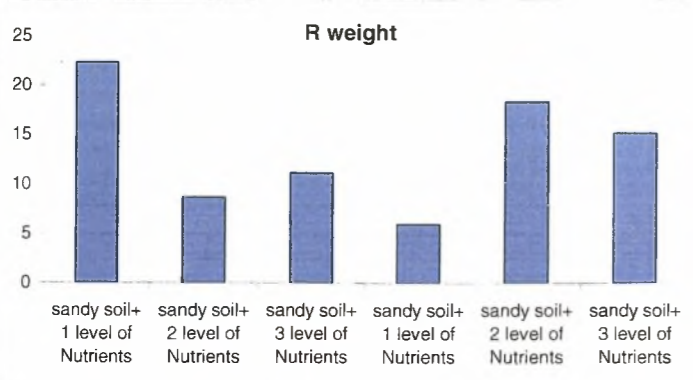
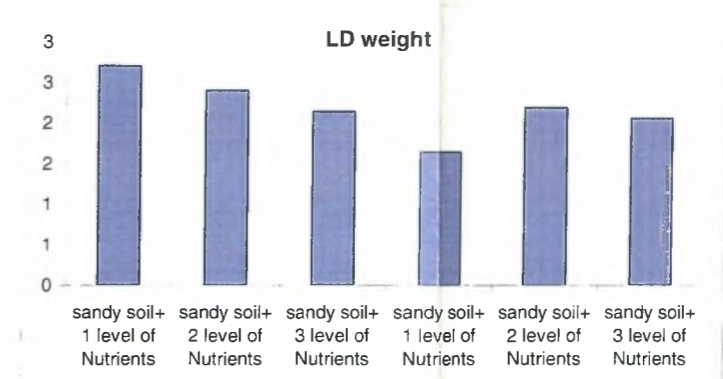
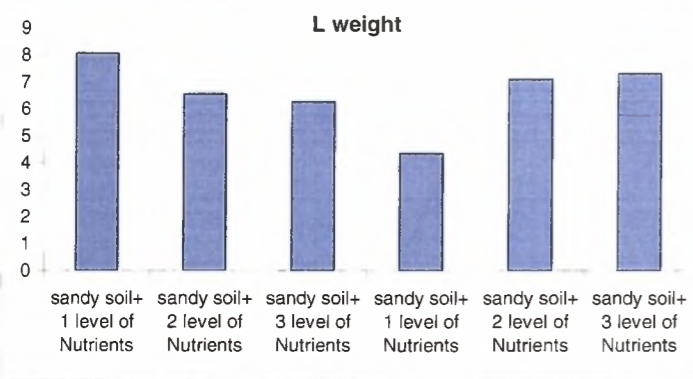
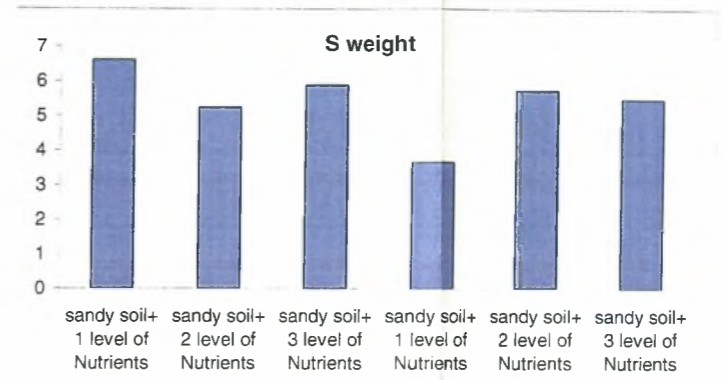
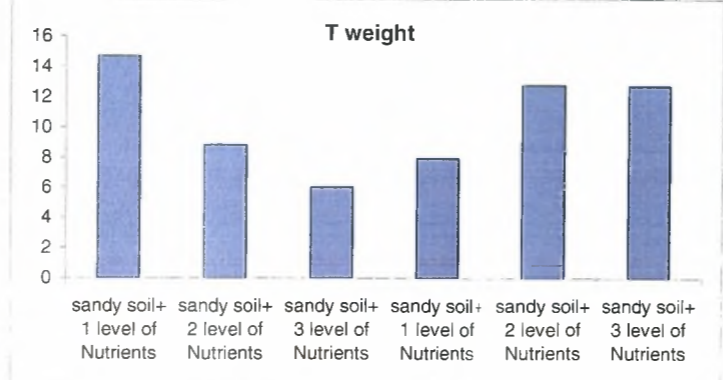
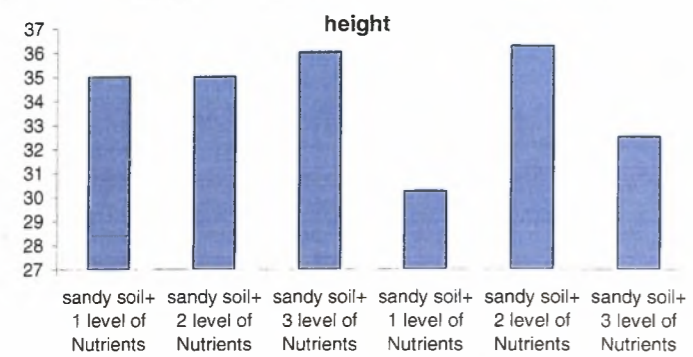
ποιότητα της γης, του νερού και των χαμηλών διατροφικών απαιτήσεων, περιβαλλοντικά οφέλη, και η ευελιξία για πολλαπλές χρήσεις ως πράκτορας βελτίωση του εδάφους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A/A	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΚΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΒΛΑΣΤΟΣ-ΧΛΩΡΟ	ΦΥΛΛΑ-ΧΛΩΡΟ	ΒΛΑΣΤΟΣ-ΞΗΡΟ	ΦΥΛΛΑ - ΞΗΡΟ	ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΑΣ	ΡΙΖΑ-ΞΗΡΟ	υπεργείο/ρίζα
1	1	τύρφη - switchgrass	59	41,62	24,69	16,93			26,52	11,69	1,569381599
1	2	τύρφη - switchgrass	58	36,08	18,56	17,52	5,67		66,63	13,4	0,541497824
1	3	τύρφη - switchgrass	37	31,69	13,94	17,75	4,15		47,82	10,6	0,662693434
1	4	τύρφη - switchgrass	39	33,19	14,73	18,46	4,16	9,51	31,02	5,68	1,069954868
2	1	τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	41	28,12	11,88	16,24			28,6	6,29	0,983216783
2	2	τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	71	45,8	25,39	20,41			49,03	10,77	0,934121966
2	3	τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	55	25,93	12,08	13,85	3,12		23,61	5,75	1,098263448
2	4	τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	68	32,93	16,34	16,59	3,47		36,2	9,49	0,909668508
3	1	τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	51	39,95	19,31	20,64			30,65	5,9	1,303425775
3	2	τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	70	52,76	29,35	23,41		9,05	57,13	11,71	0,923507789
3	3	τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	56	28,92	14,69	14,23	3,48		27,59	4,23	1,048205872
3	4	τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	51	33,77	12,02	21,75			20,26	4,44	1,666831194
4	1	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	60	35,06	17,58	17,48	5,36	5,14	49,45	9,59	0,708998989
4	2	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	59	36,03	18,22	17,81	4,46		16,2	6,42	2,224074074
4	3	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	62	49,09	27,4	21,69	8,8		74,7	10,95	0,657161981
4	4	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	83	43,9	23,86	20,04			34,96	12,05	1,255720824
5	1	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	61	50,04	21,63	28,41	5,03		35,13	7,87	1,42442357
5	2	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	46	39,92	21,07	18,85			31,25	6,44	1,27744
5	3	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	41	32,44	16,04	16,4			22,11	9,5	1,467209408
5	4	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	42	29,35	15,51	13,84			97,45	9,51	0,301180092
6	1	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	44	37,03	15,05	21,98			41,61	11,37	0,889930305
6	2	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	49	27,4	11,7	15,7	3,54		34,84	4,46	0,786452354
6	3	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	63	25,46	13,23	12,23	3,58	6,47	14,9	3,64	1,708724832
6	4	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	72	42,07	22,48	19,59	6,62	6,8	59,6	12,64	0,705872483
A/A	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΚΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΟΥ	Β-ΧΛΩΡΟ	Φ-ΧΛΩΡΟ	Β-ΞΗΡΟ	Φ-ΞΗΡΟ	ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΑΣ	ΡΙΖΑ-ΞΗΡΟ	υπεργείο/ρίζα
7	1	αμμόχωμα - switchgra	37	13,14	5,97	7,17	1,54	1,95	17,08	2,75	0,769320843
7	2	αμμόχωμα - switchgra	34	8,16	4,03	4,13	1,18	2,24	21,24	5,97	0,384180791
7	3	αμμόχωμα - switchgra	34	16,79	6,66	10,13	1,44	2,91			
7	4	αμμόχωμα - switchgra	35	20,68	9,82	10,86	1,99	3,75	28,62	7,96	0,722571628
8	1	αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	45	17,95	8,52	9,43	1,98	3,04	10,15	2,4	1,768472906
8	2	αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση		0							
8	3	αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	33	11,87	4,5	7,37	0,93	2,87	10,64	2,72	1,115601504
8	4	αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	27	5,6	2,75	2,85	0,67	1,32	5,25	1,76	1,066666667
9	1	αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση		0							
9	2	αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση		0							

9	3	αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση	37	16,48	7,63	8,85	1,53	2,47	12,42	3,54	1,32689211
9	4	αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση	35	7,81	4,16	3,65	1,28	1,83	9,9	2,27	0,788888889
10	1	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	19	3,58	2,09	1,49	0,63	1,76	1,94		1,845360825
10	2	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	31	5,15	3,06	2,09	0,75	0,96	11,36	1,35	0,45334507
10	3	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	35	14,21	5,52	8,69	1,44	2,49	6,96		2,041666667
10	4	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	36	9,05	3,96	5,09	0,85	1,39	3,47		2,608069164
11	1	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	35	20,35	8,81	11,54	1,93	3,16	10,95	5,9	1,858447489
11	2	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	48	8,84	5,04	3,8	1,38	2,13	10,18	2,15	0,868369352
11	3	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	26	2,79	1,24	1,55	0,11	0,42	2,45	0,5	1,13877551
11	4	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	36	19,33	7,92	11,41	1,66	3,11	49,8	9,19	0,38815261
12	1	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	34	10,01	5,29	4,72	0,74	1,14			
12	2	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	32	14,14	6,11	8,03	1,19	2,73	17,73	3	0,797518331
12	3	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	33	14,15	5,59	8,56	1,01	2,48	12,63	5,6	1,120348377
12	4	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	31	12,89	4,99	7,9	1	1,95			





A/A	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	mg NO3/kg soil	all in	deleted cells
1	1	τύρφη - ηλίανθος	30,367779		
1	2	τύρφη - ηλίανθος	21,507447		
1	3	τύρφη - ηλίανθος	23,72253		
1	4	τύρφη - ηλίανθος	19,292364	23,72253	23,72253
2	1	τύρφη - ηλίανθος - βασική λίπανση			
2	2	τύρφη - ηλίανθος - βασική λίπανση	10,432032		
2	3	τύρφη - ηλίανθος - βασική λίπανση	8,216949		
2	4	τύρφη - ηλίανθος - βασική λίπανση		9,324491	9,3244905
3	1	τύρφη - ηλίανθος - υπερ λίπανση	3,786783		
3	2	τύρφη - ηλίανθος - υπερ λίπανση	39,228111		
3	3	τύρφη - ηλίανθος - υπερ λίπανση	34,797945		
3	4	τύρφη - ηλίανθος - υπερ λίπανση	50,303526	32,02909	41,443194
4	1	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό	25,937613		
4	2	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό			
4	3	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό	39,228111		
4	4	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό	41,443194	35,53631	40,3356525
5	1	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	32,582862		
5	2	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση			
5	3	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση			
5	4	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση		32,58286	32,582862
6	1	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	37,013028		
6	2	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	41,443194		
6	3	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	70,239273		
6	4	τύρφη - ηλίανθος - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	10,432032	39,78188	39,228111

A/A	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	mg NO3/kg soil		
1	1	τύρφη - switchgrass	17,655768		
1	2	τύρφη - switchgrass	12,134538		
1	3	τύρφη - switchgrass	2,726646		
1	4	τύρφη - switchgrass	0,374673	8,222906	14,895153
2	1	τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	17,655768		
2	2	τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	7,430592		
2	3	τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	2,726646		
2	4	τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	14,486511	10,57488	16,0711395
3	1	τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	4,646148		
3	2	τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	16,838484		
3	3	τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	16,838484		
3	4	τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	2,726646	10,26244	16,838484
4	1	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	7,248072		
4	2	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	5,078619		
4	3	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	0,374673		
4	4	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	2,726646	3,857003	3,9026325
5	1	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	2,726646		
5	2	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	5,078619		
5	3	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	5,078619		
5	4	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	9,782565	5,666612	5,078619
6	1	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	17,655768		
6	2	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	8,216949		
6	3	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	12,647115		
6	4	τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	8,216949	11,6842	9,693671
7	1	αμμόχωμα - switchgrass	7,162296		
7	2	αμμόχωμα - switchgrass	10,308576		
7	3	αμμόχωμα - switchgrass	1,5531		
7	4	αμμόχωμα - switchgrass	3,741969	5,691485	8,735436
8	1	αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	14,686314		
8	2	αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση			
8	3	αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	12,497445		
8	4	αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	16,875183	14,68631	14,686314
9	1	αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση			
9	2	αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση			
9	3	αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση	14,686314		
9	4	αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση	19,064052	16,87518	16,875183
10	1	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	19,064052		
10	2	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	12,497445		
10	3	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	8,119707		
10	4	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	12,497445	13,04466	10,308576
11	1	αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	10,308576		

11	2 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	14,686314		
11	3 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	19,064052		
11	4 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	27,819528	17,96962	12,497445
12	1 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση			
12	2 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	12,497445		
12	3 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	16,875183		
12	4 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση		14,68631	14,686314

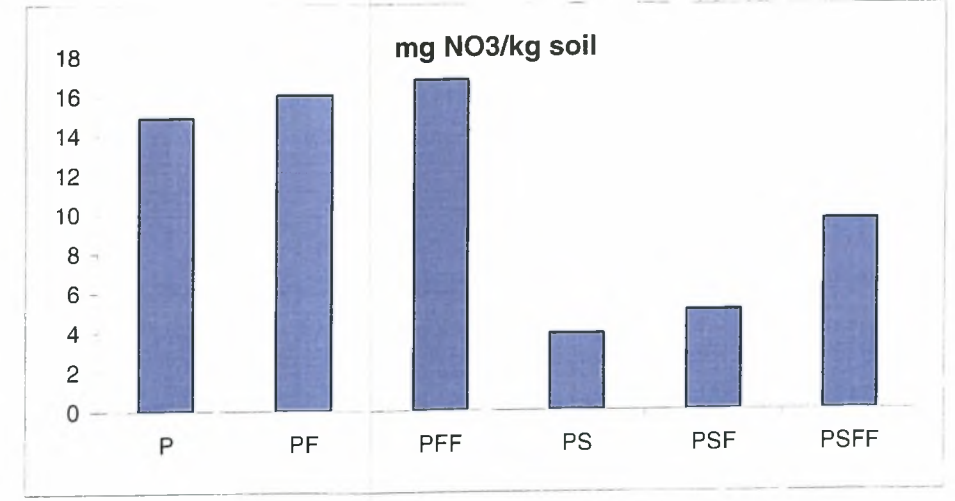
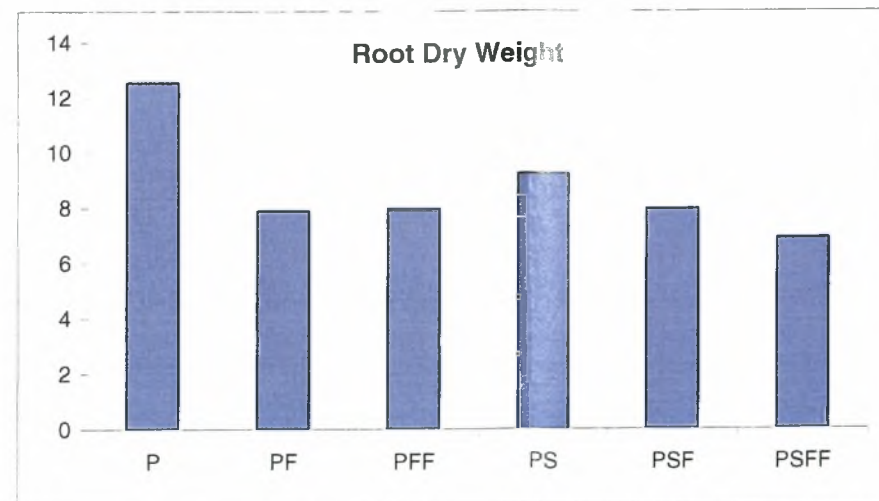
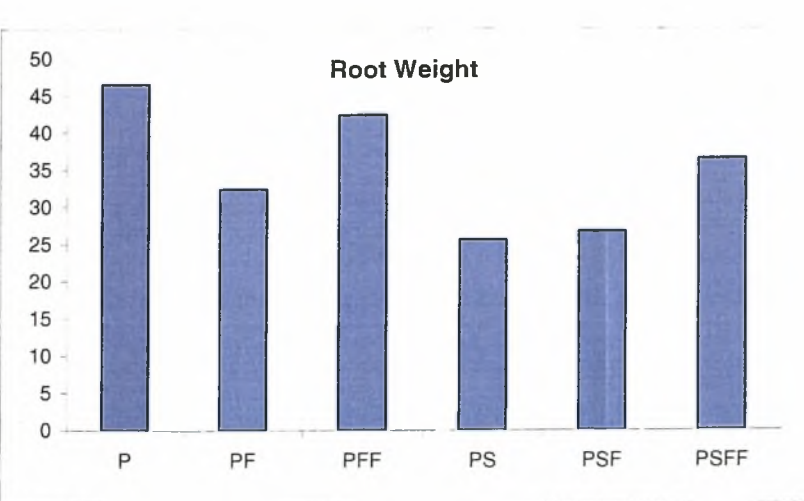
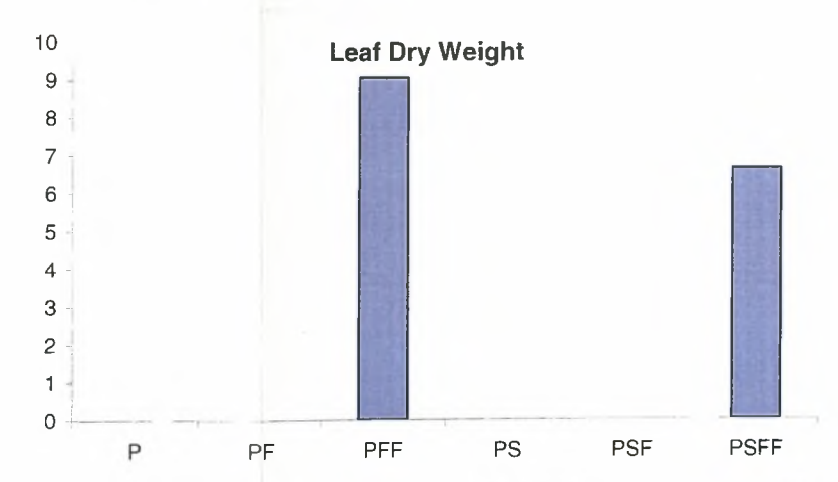
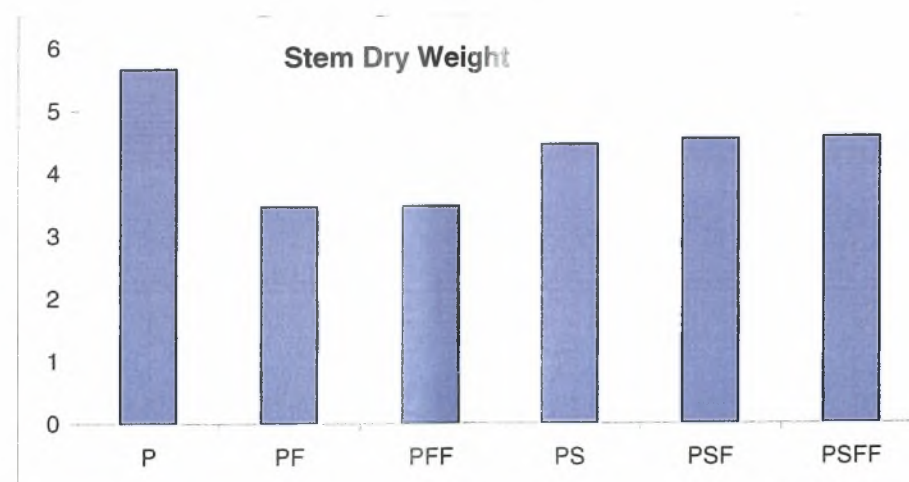
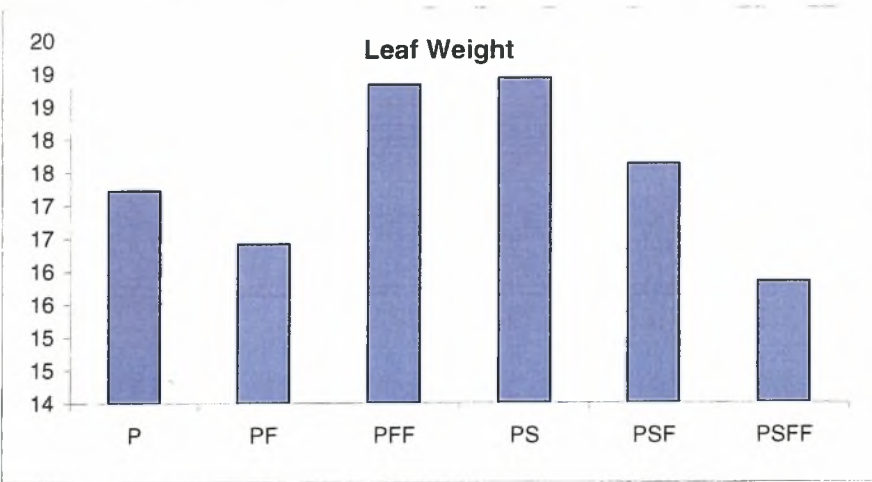
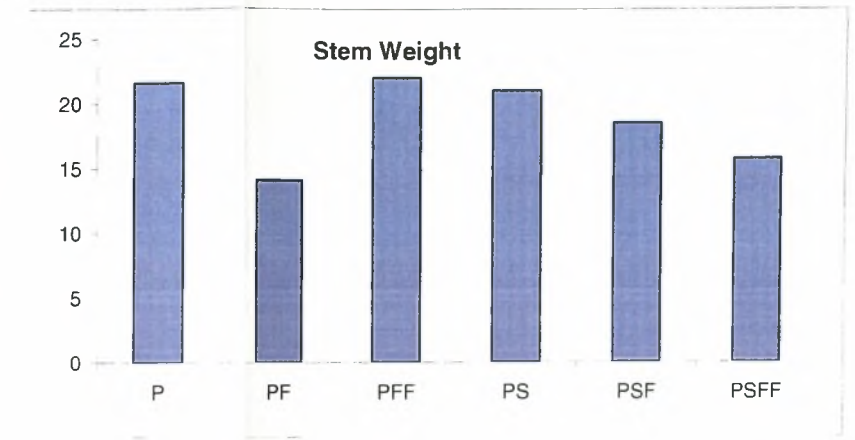
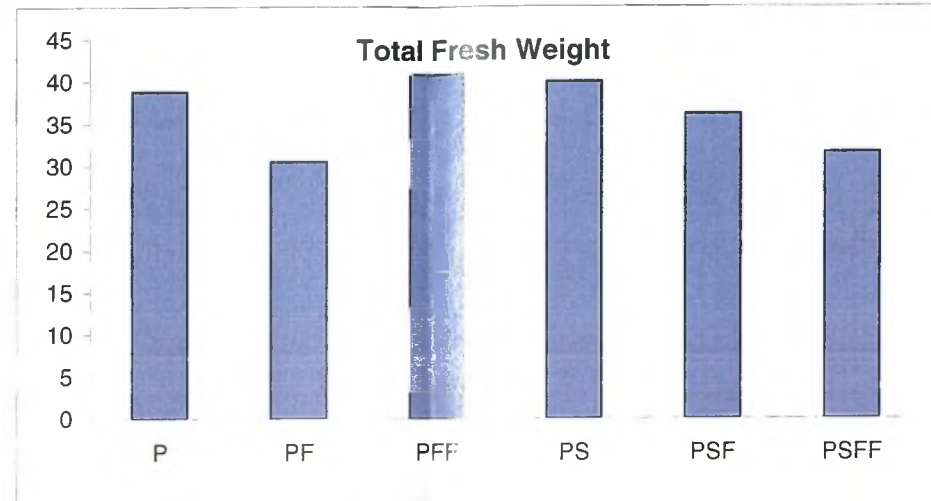
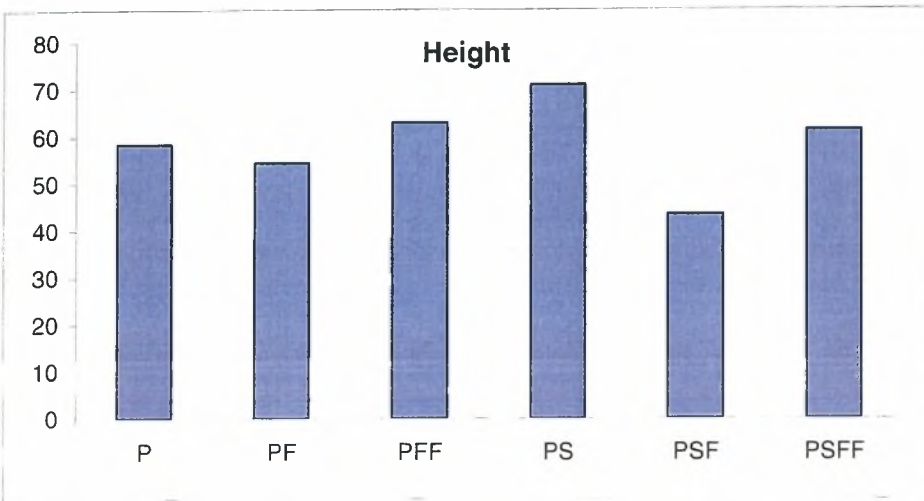
A/A	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΚΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΒΛΑΣΤΟΣ-ΧΛΩΡΟ	ΦΥΛΛΑ-ΧΛΩΡΟ	ΒΛΑΣΤΟΣ-ΞΗΡΟ	ΦΥΛΛΑ - ΞΗΡΟ	ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΑΣ	ΡΙΖΑ-ΞΗΡΟ	υπεργειο/ρίζα	mg NO3/kg soil
1	1 τύρφη - switchgrass	59	41,62	24,69	16,93			26,52	11,69	1,569381599	17,655768
1	2 τύρφη - switchgrass	58	36,08	18,56	17,52	5,67		66,63	13,4	0,541497824	12,134538
1	3 τύρφη - switchgrass	37	31,69	13,94	17,75	4,15		47,82	10,6	0,662693434	2,726646
1	4 τύρφη - switchgrass	39	33,19	14,73	18,46	4,16	9,51	31,02	5,68	1,069954868	0,374673
2	1 τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	41	28,12	11,88	16,24			28,6	6,29	0,983216783	17,655768
2	2 τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	71	45,8	23,39	20,41			49,03	10,77	0,934121966	7,430592
2	3 τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	55	25,93	12,08	13,85	3,12		23,61	5,75	1,098263448	2,726646
2	4 τύρφη - switchgrass - βασική λίπανση	68	32,93	15,34	16,59	3,47		36,2	9,49	0,909668508	14,486511
3	1 τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	51	39,95	19,31	20,64			30,65	5,9	1,303425775	4,646148
3	2 τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	70	52,76	23,35	23,41		9,05	57,13	11,71	0,923507789	16,838484
3	3 τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	56	28,92	14,69	14,23	3,48		27,59	4,23	1,048205872	16,838484
3	4 τύρφη - switchgrass - υπερ λίπανση	51	33,77	12,02	21,75			20,26	4,44	1,666831194	2,726646
4	1 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	60	35,06	17,58	17,48	5,36	5,14	49,45	9,59	0,708998989	7,248072
4	2 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	59	36,03	18,22	17,81	4,46		16,2	6,42	2,224074074	5,078619
4	3 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	62	49,09	27,4	21,69	8,8		74,7	10,95	0,657161981	0,374673
4	4 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	83	43,9	23,86	20,04			34,96	12,05	1,255720824	2,726646
5	1 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	61	50,04	22,83	28,41	5,03		35,13	7,87	1,42442357	2,726646
5	2 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	46	39,92	21,07	18,85	4,55		31,25	6,44	1,27744	5,078619
5	3 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	41	32,44	15,04	16,4			22,11	9,5	1,467209408	5,078619
5	4 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	42	29,35	15,51	13,84			97,45	9,51	0,301180092	9,782565
6	1 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	44	37,03	18,15	21,98			41,61	11,37	0,889930305	17,655768
6	2 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	49	27,4	12,7	15,7	3,54		34,84	4,46	0,786452354	8,216949
6	3 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	63	25,46	12,03	12,23	3,58	6,47	14,9	3,64	1,708724832	12,647115
6	4 τύρφη - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	72	42,07	21,48	19,59	6,62	6,8	59,6	12,64	0,705872483	8,216949
A/A	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΚΟΣ ΦΥΤΟΥ	ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΟΥ	Β-ΧΛΩΡΟ	Φ-ΧΛΩΡΟ	Β-ΞΗΡΟ	Φ-ΞΗΡΟ	ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΑΣ	Ρ-ΖΑ-ΞΗΡΟ	υπεργειο/ρίζα	mg NO3/kg soil
7	1 αμμόχωμα - switchgrass	37	13,14	6,97	7,17	1,54	1,95	17,08	2,75	0,769320843	7,162296
7	2 αμμόχωμα - switchgrass	34	8,16	4,03	4,13	1,18	2,24	21,24	5,97	0,384180791	10,308576
7	3 αμμόχωμα - switchgrass	34	16,79	8,86	10,13	1,44	2,91				1,5531
7	4 αμμόχωμα - switchgrass	35	20,68	9,62	10,86	1,99	3,75	28,62	7,96	0,722571628	3,741969
8	1 αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	45	17,95	8,52	9,43	1,98	3,04	10,15	2,4	1,768472906	14,686314
8	2 αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση		0								
8	3 αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	33	11,87	4,5	7,37	0,93	2,87	10,64	2,72	1,115601504	12,497445
8	4 αμμόχωμα - switchgrass - βασική λίπανση	27	5,6	2,56	2,85	0,67	1,32	5,25	1,76	1,066666667	16,875183
9	1 αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση		0								
9	2 αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση		0								
9	3 αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση	37	16,48	7,63	8,85	1,53	2,47	12,42	3,54	1,32689211	14,686314
9	4 αμμόχωμα - switchgrass - υπερ λίπανση	35	7,81	4,16	3,65	1,28	1,83	9,9	2,27	0,788888889	19,064052
10	1 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	19	3,58	2,09	1,49	0,63	1,76	1,94		1,845360825	19,064052
10	2 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	31	5,15	3,06	2,09	0,75	0,96	11,36	1,35	0,45334507	12,497445
10	3 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	35	14,21	6,52	8,69	1,44	2,49	6,96		2,041666667	8,119707
10	4 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό	36	9,05	3,96	5,09	0,85	1,39	3,47		2,608069164	12,497445
11	1 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	35	20,35	9,81	11,54	1,93	3,16	10,95	5,9	1,858447489	10,308576
11	2 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	48	8,84	4,04	3,8	1,38	2,13	10,18	2,15	0,868369352	14,686314
11	3 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	26	2,79	1,24	1,55	0,11	0,42	2,45	0,5	1,13877551	19,064052
11	4 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - βασική λίπανση	36	19,33	7,92	11,41	1,66	3,11	49,8	9,19	0,38815261	27,819528
12	1 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	34	10,01	5,29	4,72	0,74	1,14				
12	2 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	32	14,14	6,11	8,03	1,19	2,73	17,73	3	0,797518331	12,497445
12	3 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	33	14,15	6,59	8,56	1,01	2,48	12,63	5,6	1,120348377	16,875183
12	4 αμμόχωμα - switchgrass - εδαφοβελτιωτικό - υπερ λίπανση	31	12,89	6,99	7,9	1	1,95				

Averages peat		Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Stem Dry Weight	Leaf Dry Weight	Root Weight	Root Dry Weight	Upper part/root	mg NO3/kg soil	Stem	mg N/kg	Leaf	mg N/kg
P	1	58,5	38,9	21,6	17,2	5,7	-	46,6	12,5	1,1	14,9		2363,75		4352,08
PF	2	54,5	30,5	14,1	16,4	3,5	-	32,4	7,9	0,9	16,1		1667,00		4193,40
PFF	3	63,0	40,8	22,0	18,8	3,5	9,1	42,4	8,0	1,0	16,8		2840,08		4301,50
PS	4	71,0	40,0	21,0	18,9	4,5	-	25,6	9,2	1,7	3,9		1804,80		4197,76
PSF	5	43,5	36,2	18,6	17,6	4,6	-	26,7	8,0	1,4	5,1		3015,45		4654,44
PSFF	6	41,3	31,8	15,8	13,8	4,2	8,6	35,9	8,3	1,1	8,7		2429,34		5507,42
Averages sandy		Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Stem Dry Weight	Leaf Dry Weight	Root Weight	Root Dry Weight	Upper part/root	mg NO3/kg soil	Stem	mg N/kg	Leaf	mg N/kg
P	7	35,5	10,7	5,0	5,7	1,4	2,1	19,2	4,4	0,6	8,7		3420,81		3578,99
PF	8	35,0	8,9	5,3	6,6	1,2	2,4	8,7	2,3	1,3	10,6		1114,00		6724,96
PFF	9	36,0	8,2	7,6	8,9	1,5	2,5	12,4	3,5	1,3	14,7		6352,64		7241,22
PS	10	33,0	9,7	4,3	5,4	1,1	1,7	9,2	1,4	1,2	10,3		3959,41		4570,49
PSF	11	41,5	14,6	6,9	7,7	1,7	2,6	10,6	4,0	1,4	12,5		5172,23		5657,62
PSFF	12	32,5	12,8	5,5	7,3	1,0	2,1	15,2	4,3	1,0	11,7		3971,25		7417,23

36,3

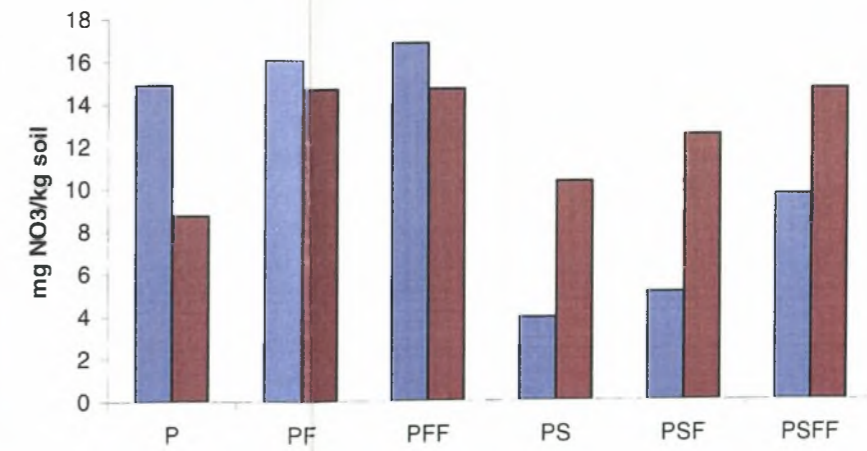
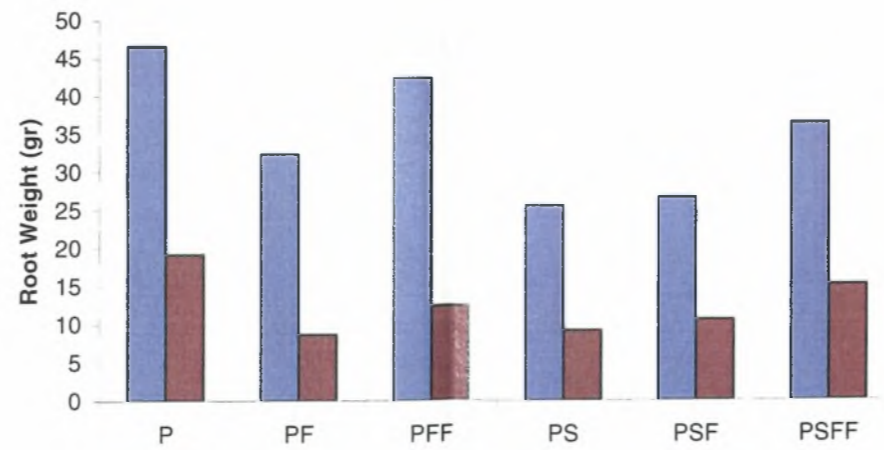
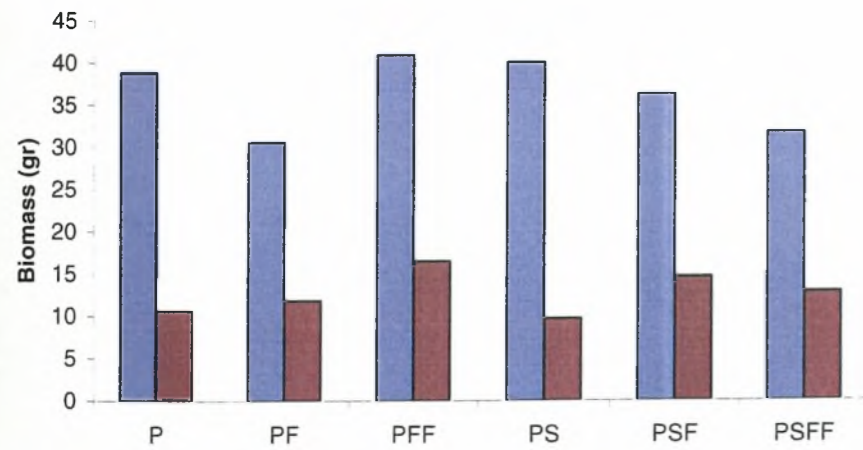
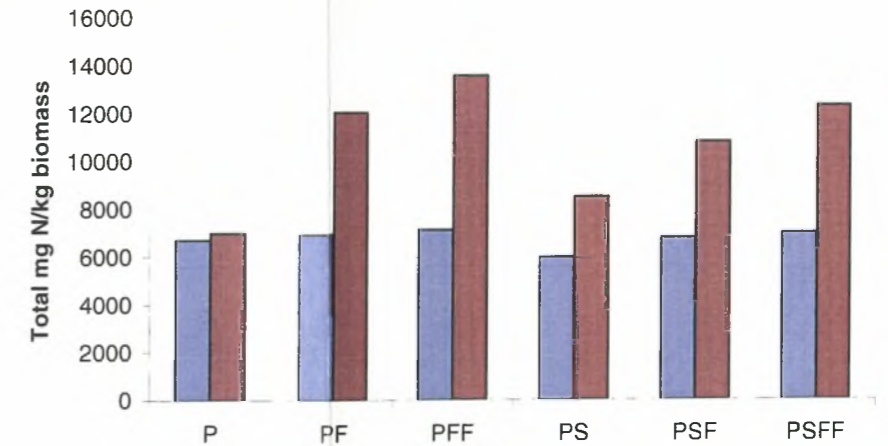
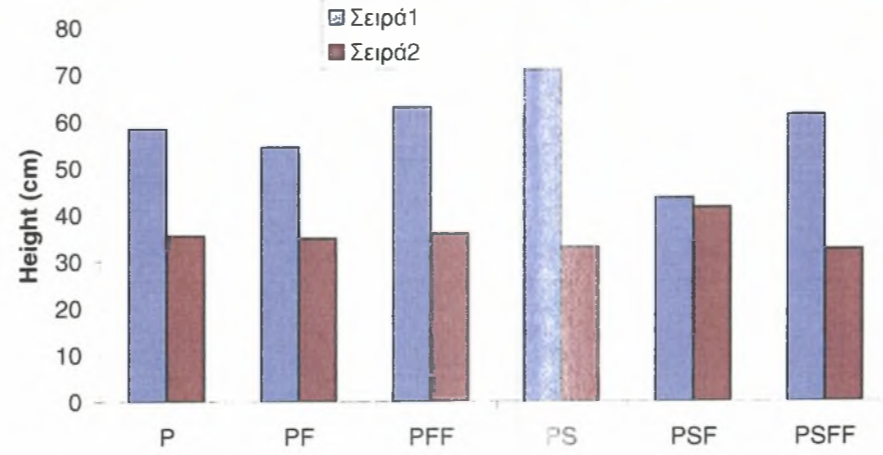
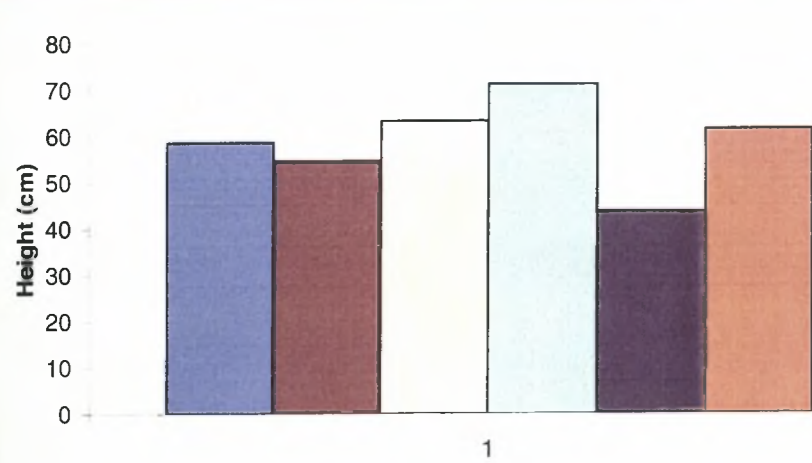
No corrections

Averages peat		Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Stem Dry Weight	Leaf Dry Weight	Root Weight	Root Dry Weight	Upper part/root	mg NO3/kg soil	Stem	mg N/kg	Leaf	mg N/kg
	1	48,3	35,6	18,0	17,7	4,7	9,5	43,0	10,3	1,0	23,7				
	2	58,8	33,2	16,4	16,8	3,3	-	34,4	8,1	1,0	9,3				
	3	57,0	38,9	18,8	20,0	3,5	9,1	33,9	6,6	1,2	32,0				
	4	66,0	41,0	21,8	19,3	6,2	5,1	43,8	9,8	1,2	35,5				
	5	47,5	37,9	18,6	19,4	5,0	-	46,5	8,3	1,1	32,6				
	6	57,0	33,0	15,6	17,4	4,6	6,6	37,7	8,0	1,0	39,8				
Averages sandy		Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Stem Dry Weight	Leaf Dry Weight	Root Weight	Root Dry Weight	Upper part/root	mg NO3/kg soil	Stem	mg N/kg	Leaf	mg N/kg
	7	35,0	14,7	6,6	8,1	1,5	2,7	22,3	5,6	0,6	8,2				
	8	35,0	8,9	5,3	6,6	1,2	2,4	8,7	2,3	1,3	10,6				
	9	36,0	6,1	5,9	6,3	1,4	2,2	11,2	2,9	1,1	10,3				
	10	30,3	8,0	3,7	4,3	0,9	1,7	5,9	1,4	1,7	3,9				
	11	36,3	12,8	5,8	7,1	1,3	2,2	18,3	4,4	1,1	5,7				
	12	32,5	12,8	5,5	7,3	1,0	2,1	15,2	4,3	1,0	11,7				
peat average		Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Stem Dry Weight	Leaf Dry Weight	Root Weight	Root Dry Weight	Upper part/root	mg NO3/kg soil	Stem	mg N/kg	Leaf	mg N/kg
		58,7	36,7	19,3	17,5	4,2	9,1	40,4	9,5	1,0	15,9		2290,6		4282,3
sandy average		Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Stem Dry Weight	Leaf Dry Weight	Root Weight	Root Dry Weight	Upper part/root	mg NO3/kg soil	Stem	mg N/kg	Leaf	mg N/kg
		35,5	9,2	6,0	7,0	1,4	2,3	13,4	3,4	1,1	12,7		5032,5		5848,4



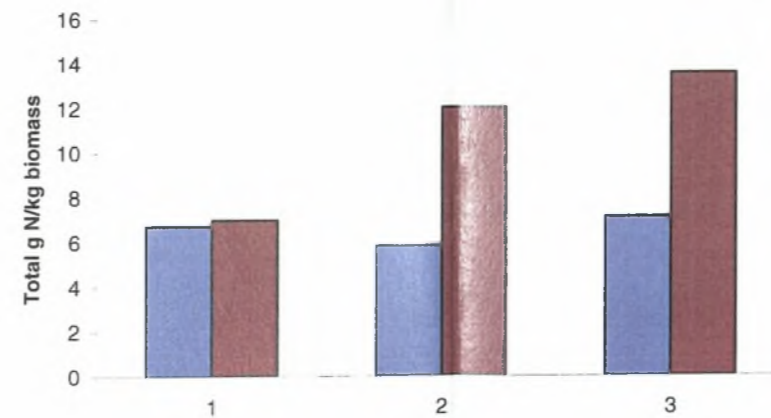
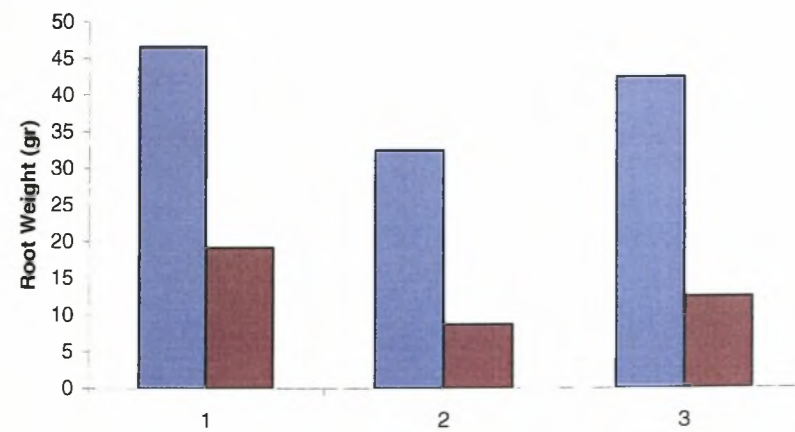
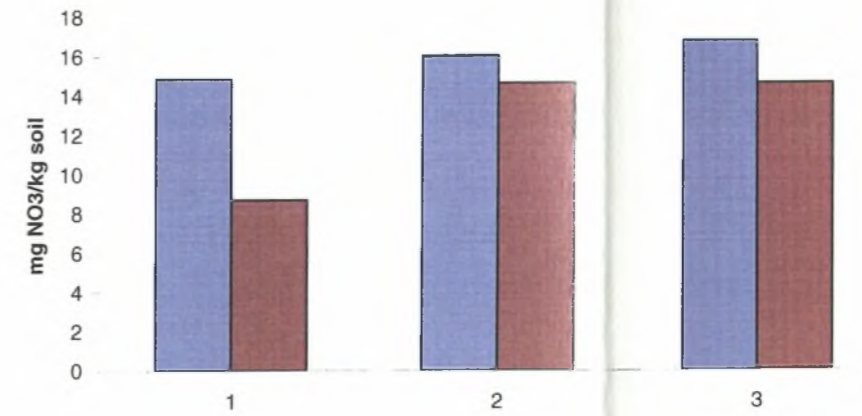
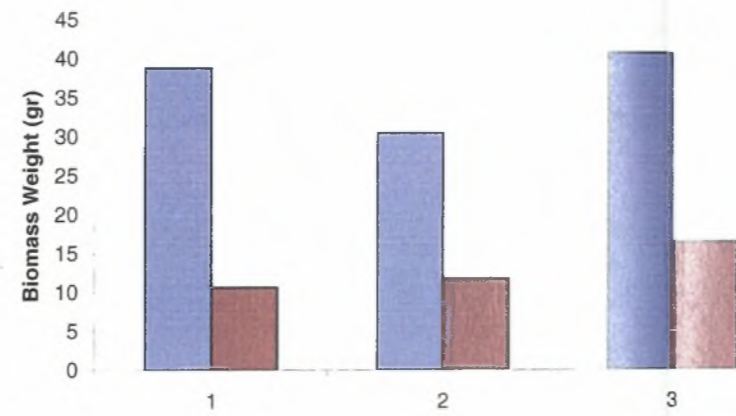
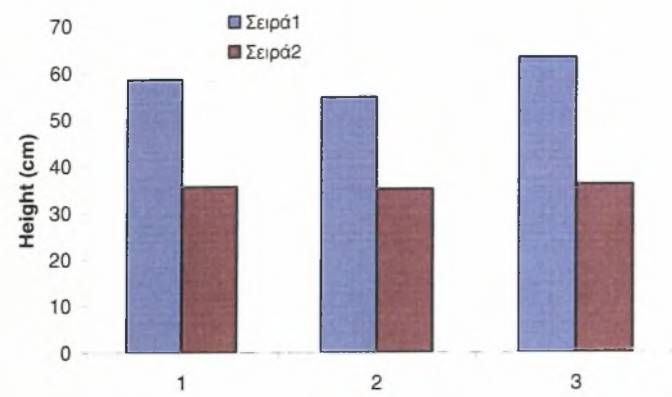
peat	Averages peat	Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Root Weight	Upper part/root mg NO3/kg soil	Stem	mg N/kg Leaf	mg N/kg	Total mg N/kg biomass
P	1	58,5	38,85	21,63	17,23	46,58	1,055	14,90	2363,749	4352,080	6716
PF	2	54,5	30,53	14,11	16,42	32,40	0,946	16,07	1667,995	4193,398	6930
PFF	3	63,0	40,84	22,02	18,82	42,36	0,986	16,84	2840,078	4301,496	7142
PS	4	71,0	39,97	21,04	18,93	25,58	1,740	3,90	1804,799	4197,763	6003
PSF	5	43,5	36,18	18,56	17,63	26,68	1,372	5,08	3015,450	4654,444	6812
PSFF	6	61,3	31,64	15,80	15,84	36,45	1,067	9,69	2429,539	5507,424	7011

sand	Averages sandy	Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Root Weight	Upper part/root mg NO3/kg soil	Stem	mg N/kg Leaf	mg N/kg	Total mg N/kg biomass
P	7	35,5	10,65	5,00	5,65	19,16	0,577	8,74	3420,809	3578,993	7000
PF	8	35,0	11,81	5,26	6,55	8,68	1,317	14,69	5324,041	6724,955	12049
PFF	9	36,0	16,48	7,63	8,85	12,42	1,327	14,69	6352,644	7241,216	13594
PS	10	33,0	9,68	4,29	5,39	9,16	1,248	10,31	3959,410	4570,486	8530
PSF	11	41,5	14,60	6,93	7,67	10,57	1,363	12,50	5172,230	5657,617	10830
PSFF	12	32,5	12,80	5,50	7,30	15,18	0,959	14,69	7971,264	7417,229	12338



	Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Stem Dry Weight	Leaf Dry Weight	Root Weight	Root Dry Weight	Upper part/root	mg NO3/kg soil	Stem mg N/kg	Leaf mg N/kg	Upper part mg N/kg
peat average	58,7	36,74	19,25	17,49	4,21	9,05	40,45	9,47	0,91	15,93	20,61	4282,32	6572,93
sandy average	35,5	12,98	5,96	7,02	1,36	2,33	13,42	3,40	0,97	12,70	5032,50	5848,39	10880,89

	Height	Total Weight	Stem Weight	Leaf Weight	Stem Dry Weight	Leaf Dry Weight	Root Weight	Root Dry Weight	Upper part/root	mg NO3/kg soil	Stem mg N/kg	Leaf mg N/kg	Total mg N/kg biomass
P	58,5	38,85	21,63	17,23	5,67	9,05	46,5	12,55	0,83	14,90	20,75	4352,08	6,72
PF	54,5	30,53	14,11	16,42	3,47	2,41	32,4	7,89	0,94	16,07	17,99	4193,40	5,86
PFF	63,0	40,84	22,02	18,82	3,48	9,05	47,6	7,97	0,96	16,84	20,08	4301,50	7,14
P	35,5	10,65	5,00	5,65	1,36	2,10	19,15	4,36	0,56	8,74	20,81	3578,99	7,00
PF	35,0	11,81	5,26	6,55	1,19	2,41	8,68	2,29	1,36	14,69	24,04	6724,95	12,05
PFF	36,0	16,48	7,63	8,85	1,53	2,47	12,42	3,54	1,33	14,69	22,64	7241,22	13,59



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Παρουσίαση Μαθήματος «Εδαφική Ρύπανση», Κώστας Μαγκανάς, Επιβλέπων Μάρκος Μποζανούνας, Αθήνα 2004
2. «THE EFFECT OF ZEOLITE-BENTONITE MIXTURE ON SOIL QUALITY AND CROP PRODUCTIVITY»
Giannoulis K.D.1, Molla A.1, Dimirkou A.1, Karyotis T.2, Danalatos N.G.1
University of Thessaly, Dept. of Agriculture, Crop Production & Rural Environment, Volos, Greece, Institute for Soil Mapping and Classification, Larissa.
3. «The effect of Sunflower “*Helianthus annuus*” cultivation to soil quality Improvement» Giannoulis K.D1., Molla A1., Maroulis A1., Dimirkou A1., Danalatos N1. University of Thessaly, Dept. of Agriculture, Crop Production & Rural Environment, Volos, Greece.
4. «SWITCHGRASS AS A SUSTAINABLE BIOENERGY CROP»
M. A. Sanderson, O R. L. Reed, S. B. McLaughlin, S. D. Wullschlegel, B. V. Conger, D. J. Parrish, D. D. Wolf, C. Taliaferro, P. A. A. Hopkins, W. R. Ocumpaugh, M. A. Hussey, J. C. Read & C. R. Tischler
5. «SWITCHGRASS AS A PROMISING BIOMASS CROP WITH SOIL IMPROVEMENT CHARACTERISTICS» Giannoulis K.D., Molla A., Dimirkou A., Danalatos N.G. University of Thessaly, Dept. of Agriculture, Crop Production & Rural Environment, Volos, Greece
6. Page A.L., Miller R.H. and Keeney D.R., Methods of soil analysis, Part 2- Chemical and Microbiological Properties.
7. Cataldo D.A., Haroom M., Schrader L.E., and Youngs V.L., 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Science and Plant Analysis 1975; 6(1):71-80.
8. The Common Agricultural Policy, EU enlargement and the conservation of Europe’s farmland birds, Paul F. Donald*, Giovanna Pisano, Matthew D. Rayment, Deborah J. Pain
9. Bignal, E.M., 1998. Using an ecological understanding of farmland to reconcile nature conservation requirements, EU agriculture policy and world trade agreements. J. Appl. Ecol. 35, 949–954.

10. Biofuels and their by-products: Global economic and environmental implication s5 ,Farzad Taheripour*, Thomas W. Hertel, Wallace E. Tyner, Jayson F. Beckman, Dileep K. Birur
11. Dixon P, Osborne S, Rimmer M. The economy-wide effects in the United States of replacing crude petroleum with biomass. *Energy and Environment* 2007;18(6):709–22.
12. Tyner W, Taheripour F. Policy options for integrated energy and agricultural markets. *Review of Agricultural Economics* 2008;30(3):387–96.
13. Keeney R, Hertel T. GTAP-AGR: a framework for assessing the implications of multilateral changes in agricultural policies. GTAP Technical Paper No. 24. Accessed 5/27/09. West Lafayette, IN, USA: Center for Global Trade Analysis
14. Elvio D.P., Michele R., 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 105, 202–210.
15. Singh K.P. and Kumar V., 1981. Water use and water-use efficiency of wheat and barley in relation to seeding dates, levels of irrigation and nitrogen fertilization. *Agricultural Water Management* 3, 305-316.
16. Wiedenfeld R.P., 1995. Effects of irrigation and N fertilizer application on sugarcane yield and quality. *Field Crops Research* 43, 101-108.
17. Gregorich, E.G., Greer, K.J., Anderson, D.W., Liang, B.C., 1998. Carbon distribution and losses: erosion and deposition effects. *Soil Till. Res.* 47, 291–302.
18. Thomas, G.W., Frye, W.W., 1981. Abono y calcificación. In: Phillips, R.E., Phillips, S.H. (Eds.), *Agricultura sin laboreo. Principios y aplicaciones*. Ediciones Bellaterra, Barcelona, pp. 91–131.
19. Rice, C.W., Smith, M.S., 1984. Short-time immobilization of fertilizer nitrogen at the surface of no-till and plowed soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48, 295–297.
20. Raheleh Melekian, Jahangir Abedi-Koupai and Sayed Saeid Eslamian, 2011. *Influences of clinoptilolite and surfactant-modified clinoptilolite zeolite on nitrate leaching and plant growth*. *Journal of Hazardous Materials* 185:970-976

21. Yanhui Zhan, Jianwei Lin and Zhiliang Zhu, 2011. *Removal of nitrate from aqueous solution using cetylpyridinium bromide (CPB) modified zeolite as adsorbent*. Journal of Hazardous Materials 186:1972- 1978
22. . Tushar Kanti Sen and Dustin Gomez, 2011. *Adsorption of zinc (Zn²⁺) from aqueous solution on natural bentonite*. Desalination 267:286-294
23. Jianfa Li, Yimin Li and Qignling Meng, 2010. *Removal of nitrate by zero-valent iron and pillared bentonite*. Journal of Hazardous Materials 174:188-193
24. Giannoulis K., Archontoulis S., Bastiaans L., Struik P., Danalatos N, 2009. Performance of cropping systems including sunflower as mono-crop and in intensive rotation with winter wheat in central greek plains. 17th European Biomass Conference, Hamburg, Germany. Proceedings in press.
25. Lichtenberg E, Shapiro LK. Agriculture and nitrate concentrations in Maryland community water system wells. Journal Environment Quality 1997; 26:145–53.
26. Spalding RF, Exner ME. Occurrence of nitrate in groundwater. A review. Journal Environment Quality 1993; 22:392–402.
27. Cataldo D.A., Haroom M., Schrader L.E., and Youngs V.L., 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Science and Plant Analysis 1975; 6(1): 71-80.
28. SWITCHGRASS, Section 7.1.2, U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS WILDLIFE RESOURCES MANAGEMENT MANUAL by Clinton Hasser, Phillip Dittberner, Wilma Mitchell

ΠΗΓΕΣ

- A. http://www.valentine.gr/nitroripansi_gr.php
- B. <http://www.2en.gr/biomass-biofuel.php>
- Γ. <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24819&locale=el>
- Δ. <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=10117>
- E. http://aoatools.aua.gr/pilotec/files/papers/thesis_memaki_sunflower.pdf



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000106745