

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στα Σύγχρονα Συστήματα Αγροτικής Παραγωγής στο
Μεσογειακό Χώρο με Έμφαση στην Αειφορική Παραγωγή και τη Χρησιμοποίηση Νέων Τεχνολογιών
του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση Γεωργικής Μηχανολογίας και Διαχείριση Φυσικών Πόρων

Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας

Δημήτρης Β. Αναγνωστόπουλος

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΒΟΛΟΣ, 2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**Αναγνωστόπουλος Β. Δημήτρης**

Θ. Γέμτος (Επιβλέπων) Καθηγητής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Γεωργική Μηχανολογία (Μηχανήματα Αγρού)

Κ. Κίττας (Μέλος) Καθηγητής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Γεωργικές Κατασκευές

Γ. Νάνος (Μέλος) Καθηγητής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Δενδροκομία

Πρόλογος και Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής διατριβής, θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά πρώτα απ' όλους τον επιβλέποντα Καθηγητή και Διευθυντή στο Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Θεοφάνη Γέμτο για την καθοδήγηση του, την στήριξη και τις συμβουλές του καθ' όλη την διάρκεια της μεταπτυχιακής διατριβής αλλά και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα. Επίσης ευχαριστώ τον Καθηγητή και Διευθυντή Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος Κωνσταντίνο Κίττα για τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγηση που πρόσφερε καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου καθώς επίσης και για την συμμετοχή του στην τριμελή επιτροπή. Παράληψη θα ήταν να μην αναφέρω τον Αναπληρωτή Καθηγητή και Διευθυντή στο Εργαστήριο Γεωργικής Δενδροκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Γεώργιο Νάνο για την πρακτική, σύγχρονη και ουσιαστική του διδασκαλία στην διάρκεια της ακαδημαϊκής μου παρουσίας αλλά και για την συμμετοχή του στην τριμελή επιτροπή.

Θα ήθελα ακόμα να εκφράσω την εκτίμηση μου και τις ευχαριστίες μου στον κύριο Σπύρο Φουντά, Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών γιατί η στήριξη, οι συμβουλές και οι γνώσεις που μου παρείχε σε θέματα γεωργικής μηχανολογίας καθ' όλη τη διάρκεια της μεταπτυχιακής εργασίας ήταν καθοριστικές για την ολοκλήρωση της. Ακόμη, δεν μπορώ να μην ευχαριστήσω τον κύριο Καβαλάρη Χρήστο (Δρ.), μέλος του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την αμέριστη συμπαράσταση, την συνεχή παρουσία και καθοδήγηση του καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας μου. Θα ήταν σημαντική παράληψη μην αναφέρω τον κύριο Χρήστου Καραμούτη (Μ.Δ.Ε.), μέλος του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, γιατί η συνεχής συμπαράσταση και παρουσία του ήταν καταλυτική για την εκτέλεση και την ολοκλήρωση της εργασίας αλλά και για τις πρακτικές και επιστημονικές συμβουλές που μου παρείχε. Συνοψίζοντας δηλώνω τυχερός που κατά την διάρκεια της ακαδημαϊκής μου παρουσίας γνώρισα ανθρώπους που η επιρροή τους είναι πάντα κίνητρο για μένα για να αντιμετωπίζω καταστάσεις στην δουλειά μου με περισσότερο πάθος, θάρρος και δύναμη.

Δεν θα μπορούσα να μην αναγνωρίσω την συμβολή της υποψήφιας Διδάκτωρ του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Ιωάννας

Γούλα κατά την διάρκεια των μετρήσεων που αφορούν την οργανική ουσία του εδάφους.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και στο στενό φιλικό μου περιβάλλον, για την κατανόηση και την στήριξη τους που μου προσφέρουν σε κάθε βήμα της ζωής μου και με κάνουν καλύτερο άνθρωπο, πιο αυτάρκη και λιγότερο ματαιόδοξο.

Στους γονείς και στην αδερφή μου

Περίληψη

17 Προκαταρκτικές σελίδες, 323 Σελίδες, 53 Πίνακες, 39 Σχήματα, 22 Εικόνες, 45 Διαγράμματα, 617 Βιβλιογραφικές παραπομπές.

Στην παρούσα εργασία γίνεται σύγκριση πέντε κατεργασιών εδάφους (συμβατική, βαρύς καλλιεργητής, περιστροφικός καλλιεργητής, δισκοσβάρνα, κατεργασία σε λωρίδες και ακαλλιέργεια) σε αμεινισπορά με πέντε ενεργειακές καλλιέργειες (συγκαλλιέργεια βίκος/βρώμη, μπιζέλι/τритικάλε, ελαιοκράμβη, ηλίανθος, ινώδες σόργο). Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση τόσο της επίδρασης των κατεργασιών στο έδαφος με μετρήσεις όπως αντίστασης στην διείδυση, φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας και οργανικής ουσίας όσο και αξιολόγηση προσαρμοστικότητας και ανάπτυξης των καλλιεργειών με παρατηρήσεις όπως φυτρώματος, εξέλιξης της φυτείας (μέτρηση φύλλων), δείκτη βλάστησης NDVI και αποδόσεων. Στις ενδείξεις αντίστασης στην διείδυση η συμβατική κατεργασία παρουσίασε με διαφορά τις λιγότερα συμπιεσμένες συνθήκες, ενώ από τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασιών ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα παρουσίασε η κατεργασία σε λωρίδες. Αντίθετα όσον αφορά το ποσοστό οργανικής ουσίας σε βάθος ως 25 cm η ακαλλιέργεια και οι άλλες μειωμένες κατεργασίες παρουσίασαν στατιστικά υψηλότερο ποσοστό ενώ σε βαθύτερα στρώματα δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές. Όσον αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν προέκυψαν ασφαλή συμπεράσματα. Οι συγκαλλιέργειες χειμερινών καλλιεργειών σε κάθε περίπτωση είχαν ικανοποιητικό φύτρωμα ενώ στις γραμμικές καλλιέργειες μόνο το ινώδες σόργο παρουσίασε ικανοποιητικό φύτρωμα. Σε κάθε περίπτωση η συμβατική κατεργασία είχε τις υψηλότερες πυκνότητες φυτών. Η μέτρηση δείκτη NDVI δεν οδήγησε σε ασφαλή συμπεράσματα καθώς πέρα από βλάστηση των καλλιεργειών μετρούσε και την αντίστοιχη ζιζανίων. Όσον αφορά τις αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα στην περίπτωση της συγκαλλιέργειας βίκου/βρώμης (550-800 kg/ στρ.) ήταν ικανοποιητικές σε κάθε κατεργασία όπως και οι αντίστοιχες στην συγκαλλιέργεια μπιζελίου/τритικάλε (750-950 kg/στρ.) και του ινώδους σόργου (1300-1500 kg/στρ.). Αντίθετα οι αποδόσεις σε σπόρο της ελαιοκράμβης ήταν απογοητευτικές κυρίως λόγω της προσβολής από *Euryderma Olyracea* (78-110 kg/στρ.). Τέλος, οι αποδόσεις σε σπόρο ηλίανθου συμβατικής κατεργασίας, του βαρύ καλλιεργητή και της κατεργασίας σε λωρίδες ήταν ικανοποιητικές (>180 kg/στρ.) ενώ οι αποδόσεις σε ακαλλιέργεια και περιστροφικό καλλιεργητή προβληματίσανε.

Λέξεις-Κλειδιά: Εξοικονόμηση, Ακαλλιέργεια, Απόδοση, Βιομάζα, Συμπύεση

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
1. Εισαγωγή	20
1.1. Ο ρόλος των ενεργειακών καλλιιεργειών και των συστημάτων μειωμένης κατεργασίας στην συρρίκνωση του κόστους παραγωγής	20
1.2. Σκοπός εργασίας	22
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	23
2.1. Τεχνική καλλιέργειας ενεργειακών φυτών μελέτης.....	24
2.1.1. Τεχνική καλλιέργειας Βίκου (<i>Vicia Sativa</i>).....	24
2.1.1.1. Έδαφος.....	24
2.1.1.2. Θερμοκρασία	25
2.1.1.3. Υγρασία	26
2.1.1.4. Μήκος Ημέρας.....	28
2.1.1.5. Σπορά.....	28
2.1.1.6. Λίπανση	29
2.1.1.7. Συγκομιδή	31
2.1.1.8. Αποδόσεις	33
2.1.2. Τεχνική Καλλιέργειας Βρώμης (<i>Avena sativa</i>).....	33
2.1.2.1. Έδαφος.....	33
2.1.2.2. Υγρασία	34
2.1.2.3. Θερμοκρασία	35
2.1.2.4. Μήκος ημέρας	36
2.1.2.5. Λίπανση	37
2.1.2.6. Σπορά.....	38
2.1.2.7. Συγκομιδή	38
2.1.2.8. Αποδόσεις	39
2.1.3. Τεχνική καλλιέργειας Μπιζελιού (<i>Pisum sativum</i>).....	41
2.1.3.1. Έδαφος.....	41
2.1.3.2. Θερμοκρασία	43
2.1.3.3. Υγρασία	44
2.1.3.4. Μήκος ημέρας	45
2.1.3.5. Λίπανση	45
2.1.3.6. Σπορά.....	47
2.1.3.7. Συγκομιδή	48
2.1.3.8. Αποδόσεις	49
2.1.4. Τεχνική καλλιέργειας Τριτικάλε (<i>Triticosecale sp.</i>).....	49

2.1.4.1.	Έδαφος.....	49
2.1.4.2.	Υγρασία	51
2.1.4.3.	Θερμοκρασία	51
2.1.4.4.	Μήκος ημέρας	52
2.1.4.5.	Λίπανση	52
2.1.4.6.	Σπορά.....	53
2.1.4.7.	Συγκομιδή	54
2.1.4.8.	Αποδόσεις	55
2.1.5.	Τεχνική καλλιέργειας ελαιοκράμβης (<i>Brassica napus</i>)	55
2.1.5.1.	Έδαφος.....	55
2.1.5.2.	Υγρασία	57
2.1.5.3.	Θερμοκρασία	58
2.1.5.4.	Μήκος ημέρας	60
2.1.5.5.	Λίπανση	61
2.1.5.6.	Σπορά.....	62
2.1.5.7.	Συγκομιδή	64
2.1.5.8.	Αποδόσεις	65
2.1.6.	Τεχνική Καλλιέργειας Ηλίανθου (<i>Helianthus annuus</i>)	66
2.1.6.1.	Έδαφος.....	66
2.1.6.2.	Υγρασία	66
2.1.6.3.	Θερμοκρασία	67
2.1.6.4.	Μήκος ημέρας	68
2.1.6.5.	Λίπανση	68
2.1.6.6.	Σπορά.....	69
2.1.6.7.	Συγκομιδή	70
2.1.6.8.	Αποδόσεις	71
2.1.7.	Τεχνική Καλλιέργειας Ινώδους Σόργου (<i>Sorghum Bicolor</i>).....	71
2.1.7.1.	Έδαφος.....	71
2.1.7.2.	Υγρασία	72
2.1.7.3.	Θερμοκρασία	74
2.1.7.4.	Μήκος ημέρας	75
2.1.7.5.	Λίπανση	75
2.1.7.6.	Σπορά.....	77
2.1.7.7.	Συγκομιδή	78
2.1.7.8.	Αποδόσεις	78
2.2.	Επίδραση κατεργασιών στις ενεργειακές καλλιέργειες μελέτης	79

2.2.1.	Επίδραση κατεργασιών σε βίκo/βρώμη	79
2.2.2.	Επίδραση κατεργασιών σε μπιζέλι/τριτικάλε	90
2.2.3.	Επίδραση κατεργασιών σε ελαιοκράμβη	95
2.2.4.	Επίδραση κατεργασιών σε ηλίανθο	100
2.2.5.	Επίδραση κατεργασιών σε σόργο.....	105
2.3.	Συμβολή της κατεργασίας στην συμπίεση του εδάφους	111
2.4.	Συσχέτιση Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας με εδαφικούς παραμέτρους	118
3.	Υλικά και Μέθοδοι.....	119
3.1.	Σύντομη περιγραφή μελέτης κατεργασιών στις ενεργειακές καλλιέργειες	119
3.2.	Κατεργασίες εδάφους	120
3.3.	Πειραματικός αγρός	121
3.4.	Ενεργειακές καλλιέργειες.....	125
3.4.1.	Χειμερινή περίοδο	125
3.4.1.1.	Καλλιεργητική πρακτική στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης	125
3.4.1.2.	Καλλιεργητική πρακτική στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε	125
3.4.1.3.	Καλλιεργητική πρακτική στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε	126
3.4.1.4.	Καλλιεργητική πρακτική στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.....	126
3.4.2.	Εαρινή περίοδο	127
3.4.2.1.	Καλλιεργητική πρακτική στην καλλιέργεια ηλίανθου	127
3.4.2.2.	Καλλιεργητική πρακτική στην καλλιέργεια ινώδες σόργου	128
3.5.	Παρατηρήσεις αξιολόγησης	129
3.5.1.	Φύτρωμα καλλιεργειών	129
3.5.2.	Δείκτης NDVI με Crop Circle	130
3.5.3.	Μέτρηση Οργανικής ουσίας.....	131
3.5.4.	Αντίσταση στην διεύδυση με διευσδυσιόμετρο	132
3.5.5.	Ηλεκτρική αγωγιμότητα με EM-38	136
3.5.6.	Απόδοση ενεργειακών καλλιεργειών.....	137
3.5.7.	Επεξεργασία και στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων	139
4.	Αποτελέσματα και συζήτηση.....	140
4-A.	Χειμερινές Καλλιέργειες	140
4.1.	Φύτρωμα καλλιεργειών	140
4.1.1.	Αμειψισπορά Α: Συγκαλλιέργεια Βίκος και Βρώμη	140
4.1.1.1.	Φύτρωμα της βρώμης	140
4.1.1.1.1.	Παρουσία φυτών βρώμης στις μεταχειρίσεις της κατεργασίας εδάφους	140
4.1.1.1.2.	Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος	141
4.1.1.2.	Φύτρωμα του βίκου	143

4.1.1.2.1. Παρουσία φυτών βίκου ανάλογα την κατεργασία	143
4.1.1.2.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος	144
4.1.1.3. Αξιολόγηση φυτρώματος συγκαλλιέργειας βίκου με βρώμη	145
4.1.2. Αμειψισπορά Β: Συγκαλλιέργεια Μπιζέλι και Τριτικάλε	147
4.1.2.1. Φύτρωμα του τριτικάλε.....	147
4.1.2.1.1. Παρουσία φυτών τριτικάλε ανάλογα την κατεργασία	147
4.1.2.1.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος	148
4.1.2.2. Φύτρωμα του μπιζελιού	149
4.1.2.2.1. Παρουσία φυτών μπιζελιού ανάλογα την κατεργασία	149
4.1.2.2.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος	150
4.1.2.3. Αξιολόγηση φυτρώματος συγκαλλιέργειας μπιζελιού με τριτικάλε	151
4.1.3. Αμειψισπορά Γ: Συγκαλλιέργεια Μπιζέλι και Τριτικάλε.....	153
4.1.3.1. Φύτρωμα του τριτικάλε.....	153
4.1.3.1.1. Παρουσία φυτών τριτικάλε ανάλογα την κατεργασία	153
4.1.3.1.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος	154
4.1.3.2. Φύτρωμα του κτηνοτροφικού μπιζελιού	155
4.1.3.2.1. Παρουσία φυτών κτηνοτροφικού μπιζελιού ανάλογα την κατεργασία	155
4.1.3.2.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος	156
4.1.3.3. Αξιολόγηση φυτρώματος συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτικάλε	157
4.1.4. Αμειψισπορά Δ: Ελαιοκράμβη	158
4.1.4.1. Φύτρωμα Ελαιοκράμβης	158
4.1.4.1.1. Παρουσία φυτών ελαιοκράμβης ανάλογα την κατεργασία	158
4.1.4.1.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος	159
4.1.4.2. Αξιολόγηση Φυτρώματος Ελαιοκράμβης	160
4.2. Παρουσίαση, ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων του δείκτη NDVI	161
4.2.1. Παρουσία ή μη της ακαλλιέργειας στην στατιστική ανάλυση NDVI.....	161
4.2.2. Αμειψισπορά Α: Δείκτης NDVI για την συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης	162
4.2.3. Αμειψισπορά Β: Δείκτης NDVI για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε	165
4.2.4. Αμειψισπορά Γ: Δείκτης NDVI για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε.....	168
4.2.5. Αμειψισπορά Δ: Δείκτης NDVI για την ελαιοκράμβη	170
4.3. Αποτελέσματα Αντίστασης στην διείσδυση Χειμερινής περιόδου	171
4.3.1. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 11/2/2013	172
4.3.1.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 11/2/2013.....	172
4.3.1.2. Στατιστικός έλεγχος ANOVA για παρατηρήσεις αντίστασης στην διείσδυση στις 11/2/2013 ...	173
4.3.2. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 25/2/2013	175

4.3.2.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 25/2/2013.....	175
4.3.2.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 25/2/2013	176
4.3.3. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 6/3/2013	177
4.3.3.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 6/3/2013	177
4.3.3.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 6/3/2013	178
4.3.4. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 12/3/2013	180
4.3.4.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 12/3/2013.....	180
4.3.4.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 12/3/2013	181
4.3.5. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 19/3/2013	182
4.3.5.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 19/3/2013.....	182
4.3.5.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 19/3/2013	184
4.3.6. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 26/3/2013	185
4.3.6.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 26/3/2013.....	185
4.3.6.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 26/3/2013	186
4.3.7. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 2/4/2013	187
4.3.7.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 2/4/2013	187
4.3.7.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 2/4/2013	189
4.8. Συμπέρασμα όλων των παρατηρήσεων αντίστασης της διείσδυσης	190
4.4. Μετρήσεις Φαινομενικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας Χειμερινής Περιόδου	193
4.5. Αποδόσεις Βιομάζας Χειμερινών Καλλιεργειών	195
4.5.1. Αμειψισπορά Α: Συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης	195
4.5.1.1. Εξέλιξη βιομάζας στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης.....	195
4.5.1.2. Τελική απόδοση βιομάζας σε συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμη	198
4.5.1.3. Αξιολόγηση αποδόσεων βιομάζας βρώμης και βίκου	201
4.5.2. Αμειψισπορά Β: Συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε	202
4.5.2.1. Εξέλιξη βιομάζας σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε.....	202
4.5.2.2. Τελική απόδοση βιομάζας σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε	204
4.5.2.3. Αξιολόγηση αποδόσεων βιομάζας μπιζελιού και τριτικάλε	206
4.5.3. Αμειψισπορά Γ: Συγκαλλιέργεια Μπιζελιού και Βρώμης.....	208
4.5.4. Αμειψισπορά Δ: Καλλιέργεια Ελαιοκράμβης.....	208
4.5.4.1. Τελική απόδοση βιομάζας/στελέχη ελαιοκράμβης.....	208
4.5.4.2. Τελική απόδοση σπόρου ελαιοκράμβης.....	210
4.5.4.3. Αξιολόγηση αποδόσεων σπόρου στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης	212
4-B. Εαρινές καλλιέργειες.....	213
4.6. Αποτελέσματα Φυτρώματος.....	213
4.6.1. Αμειψισπορά Α: Καλλιέργεια ινώδους σόργου	213

4.6.1.1.	Εξέλιξη φυτρώματος σόργου ανάλογα την επίδραση της κατεργασίας	213
4.6.1.2.	Τελικό Φύτρωμα σόργου ανάλογα την επίδραση των κατεργασιών	214
4.6.1.3.	Αξιολόγηση φυτρώματος του σόργου	216
4.6.2.	Αμεινισπορά Β: Καλλιέργεια Ηλίανθου.....	216
4.6.2.1.	Εξέλιξη φυτρώματος ηλίανθου ανάλογα την επίδραση της κατεργασίας	216
4.6.2.2.	Τελικό Φύτρωμα Ηλίανθου ανάλογα την επίδραση των κατεργασιών	218
4.6.2.3.	Αξιολόγηση φυτρώματος του ηλίανθου.....	220
4.7.	Εξέλιξη αριθμών φύλλων ηλίανθου παράλληλα με την εξέλιξη φυτρώματος	221
4.8.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση Εαρινής Περιόδου	223
4.8.1.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 21/6/2013	223
4.8.1.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 21/6/2013	223
4.8.1.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 21/6/2013	224
4.8.2.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 25/6/2013	225
4.8.2.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 25/6/2013	225
4.8.2.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 25/6/2013	227
4.8.3.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 1/7/2013	227
4.8.3.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 1/7/2013	227
4.8.3.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 1/7/2013.....	228
4.8.4.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 3/7/2013	229
4.8.4.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 3/7/2013	229
4.8.4.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 3/7/2013.....	230
4.8.5.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 5/7/2013	231
4.8.5.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 5/7/2013	231
4.8.5.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 5/7/2013.....	233
4.8.6.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 8/7/2013	234
4.8.6.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 8/7/2013	234
4.8.6.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 8/7/2013.....	235
4.8.7.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 10/7/2013	236
4.8.7.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 10/7/2013	236
4.8.7.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 10/7/2013	237
4.8.8.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 12/7/2013	238
4.8.8.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 12/7/2013	238
4.8.8.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 12/7/2013	239
4.8.9.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 15/7/2013	240
4.8.9.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 15/7/2013	240
4.8.9.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 15/7/2013	242

4.8.10.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 19/7/2013	243
4.8.10.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 19/7/2013	243
4.8.10.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 19/7/2013	244
4.8.11.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 23/7/2013	245
4.8.11.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 23/7/2013	245
4.8.11.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 23/7/2013	246
4.8.12.	Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 26/7/2013	247
4.8.12.1.	Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 26/7/2013	247
4.8.12.2.	Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 26/7/2013	248
4.8.13.	Συμπεράσματα όλων των παρατηρήσεων αντίστασης της διείσδυσης	249
4.9.	Αποτελέσματα Φαινομενικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας στην Εαρινή Περίοδο	252
4.10.	Αποτελέσματα Αποδόσεων Εαρινών Καλλιεργειών	254
4.10.1.	Αμειψισπορά Α: Καλλιέργεια Σόργου	254
4.10.1.1.	Αποτελέσματα Απόδοσης Βιομάζας Σόργου	254
4.10.1.2.	Αξιολόγηση αποδόσεων βιομάζας σόργου	256
4.10.2.	Αμειψισπορά Β: Καλλιέργεια Ηλίανθου	257
4.10.2.1.	Αποτελέσματα Απόδοσης Σπόρου Ηλίανθου	257
4.10.2.2.	Αποτελέσματα Απόδοσης Βιομάζας/Στελέχη Ηλίανθου	259
4.10.2.3.	Αξιολόγηση Απόδοσης Σπόρου και Βιομάζας/Στελέχη Ηλίανθου	261
4.11.	Αποτελέσματα Οργανικής Ουσίας	262
5.	Συμπεράσματα	264
	Βιβλιογραφία	269
	Summary	325

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Διακύμανση απόδοσης χαρτομάζας και πρωτεΐνης ανάλογα το γέμισμα του σπόρου και ημερολογιακά σε σχέση με την στιγμή πλήρους άνθησης (Caballero et al., 1996b).	31
Πίνακας 2: Διακύμανση απόδοσης σπόρου και πρωτεΐνης ανάλογα το γέμισμα του σπόρου και ημερολογιακά σε σχέση με την στιγμή πλήρους άνθησης (Caballero et al., 1996b).	32
Πίνακας 3: Επίδραση κατεργασίας στη παραγωγή (σε συμπίεσμένα εδάφη).	116
Πίνακας 4: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών βρώμης, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).	142
Πίνακας 5: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών βίκου, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).	144
Πίνακας 6: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών τριτικάλε, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).	149
Πίνακας 7: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών μπιζελιού, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).	151
Πίνακας 8: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών τριτικάλε, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).	154
Πίνακας 9: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών μπιζελιού, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).	156
Πίνακας 10: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών ελαιοκράμβης, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).	159
Πίνακας 11: Τιμές NDVI, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv) για την συγκαλλιέργεια βίκου βρώμης.	163
Πίνακας 12: Τιμές NDVI, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv) για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε.	165
Πίνακας 13: Τιμές NDVI, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv) για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε.	169
Πίνακας 14: Τιμές NDVI, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv) για την ελαιοκράμβη.	170
Πίνακας 15: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 11/2/2013.	172
Πίνακας 16: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 25/2/2013.	175
Πίνακας 17: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 6/3/2013.	178
Πίνακας 18: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 12/3/2013.	180
Πίνακας 19: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 19/3/2013.	183
Πίνακας 20: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 26/3/2013.	185
Πίνακας 21: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 2/4/2013.	188
Πίνακας 22: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ms/cm) σε παρατηρήσεις από τις 25/2 ως τα 2/4/2013 σε βάθη ως 0,75 cm.	193
Πίνακας 23: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ms/cm) σε παρατηρήσεις από τις 25/2 ως τα 2/4/2013 σε βάθη από 0,75 m ως 1,5 m.	194
Πίνακας 24: Εξέλιξη απόδοσης της βιομάζας σε κιλά ανά στρέμμα σε συγκαλλιέργεια βίκου με βρώμη με παρουσία υγρασίας 15% και εν τέλει τελική απόδοση στις 17/5/2013.	195
Πίνακας 25: Μέση στρεμματική απόδοση, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης.	200
Πίνακας 26: Αποδόσεις ξηρής βιομάζας συγκαλλιέργειας βίκου με βρώμης ανάλογα την κατεργασία επίδρασης.	201
Πίνακας 27: Εξέλιξη απόδοσης της βιομάζας σε κιλά ανά στρέμμα σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε με παρουσία υγρασίας 15% και εν τέλει τελική απόδοση στις 17/5/2013.	203

Πίνακας 28: Μέση στρεμματική απόδοση, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε.	206
Πίνακας 29: Αποδόσεις ξηρής βιομάζας συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτικάλε ανάλογα την κατεργασία επίδρασης.	207
Πίνακας 30: Μέση στρεμματική απόδοση βιομάζας/στελέχη, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.	210
Πίνακας 31: Μέση στρεμματική απόδοση σπόρου, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.	211
Πίνακας 32: Αριθμός φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας σε καλλιέργεια σόργου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογών.	215
Πίνακας 33: Αριθμός φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας σε καλλιέργεια ηλιανθου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογών.	220
Πίνακας 34: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 21/6/2013.	224
Πίνακας 35: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 25/6/2013.	226
Πίνακας 36: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 1/7/2013.	227
Πίνακας 37: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 3/7/2013.	230
Πίνακας 38: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 5/7/2013.	232
Πίνακας 39: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 8/7/2013.	235
Πίνακας 40: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 10/7/2013.	236
Πίνακας 41: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 12/7/2013.	238
Πίνακας 42: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 15/7/2013.	241
Πίνακας 43: : Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 19/7/2013.	243
Πίνακας 44: : Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 23/7/2013.	246
Πίνακας 45: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 26/7/2013.	248
Πίνακας 46: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ms/cm) σε παρατηρήσεις από τις 21/6 ως τις 26/7/2013 σε βάθη ως 0,75 cm.	253
Πίνακας 47: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ms/cm) σε παρατηρήσεις από τις 21/6 ως τις 26/7/2013 σε βάθη 0,75-1,5 m.	254
Πίνακας 48: Μέση στρεμματική απόδοση, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας στην καλλιέργεια σόργου.	256
Πίνακας 49: Αποτελέσματα ξηρής βιομάζας ινώδους σόργου στις 5 κατεργασίες εφαρμογής.	257
Πίνακας 50: Μέση στρεμματική απόδοση σπόρου, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας στην καλλιέργεια ηλιανθου.	258
Πίνακας 51: Μέση στρεμματική απόδοση βιομάζας/στελέχη, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας στην καλλιέργεια ηλιανθου.	260
Πίνακας 52: Αποτελέσματα οργανικής ουσίας παρουσία τυπικής απόκλισης και συντελεστής παραλακτικότητας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για εδαφικό δείγμα 0-15 cm.	262
Πίνακας 53: Αποτελέσματα οργανικής ουσίας παρουσία τυπικής απόκλισης και συντελεστής παραλακτικότητας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για εδαφικό δείγμα 15-30 cm.	263

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Επίδραση εδαφών με κάδμιο στην ανάπτυξη του μπιζελιού (Metawally et al. 2005).	43
---	----

Εικόνα 2: Κατεργασία με παρελκόμενο-κυλίνδρο για εφαρμογές μειωμένης κατεργασίας (roller crimper) (Vaisman and Entz, 2009).	89
Εικόνα 3: Καλλιέργεια σε φυτών ηλίανθου σε σχηματιζόμενες λεκάνες υπό την επίδραση ακαλλιέργειας (Mzezewa et al., 2011).	102
Εικόνα 4: Σύστημα αναχωμάτων όπως υιοθετήσαν σε καλλιέργειες σόργου στην Αφρική κυρίως λόγω έλλειψης νερού (tied ridging).	107
Εικόνα 5: Σύστημα καλλιέργεια καναλιών σε σόργο ((broadbed and furrow) και αναχωμάτων (ridge-furrow) (Omer and Elamin, 1997).	109
Εικόνα 6: Μηχάνημα κατεργασιών σε λωρίδες όπως σχεδιάστηκε από το Εργαστήριο Γεωργική Μηχανολογίας του Π.Θ. με συνδυασμό εργαλείων.	121
Εικόνα 7: Ο αρδευόμενος πειραματικός αγρός εντός του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και η διαστασιολόγηση του.	123
Εικόνα 8: Ο ξηρικός πειραματικός αγρός του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και η διαστασιολόγηση του.	124
Εικόνα 9: Μηχάνημα Crop Circle όπως ακριβώς διαθέτει το Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις δείκτη NDVI.	131
Εικόνα 10: Αυτοσχέδια κατασκευή συλλογής δειγμάτων εδάφους με υδραυλική μετάδοση της δύναμης από το Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.	132
Εικόνα 11: Διάταξη του αυτοσχέδιου υδραυλικού συστήματος μέτρησης της αντίστασης στην διείσδυση και παρουσία του στον αγρό (Καραμούτης κ.α., 2007).	134
Εικόνα 12: Διεισδυσιόμετρο SP1000 που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό των πειραμάτων.	134
Εικόνα 13: Μέτρηση Φαινομενικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας με EM-38.	137
Εικόνα 14: Θεριζοαλωνιστική μηχανή με μετατροπή που χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό των πειραμάτων.	138
Εικόνα 15: Άποψη αγρού στο τελικό φύτευμα στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης στις πέντε κατεργασίες.	147
Εικόνα 16: Εικόνα του αγρού στο φύτευμα της συγκαλλιέργεια τριττάλε και μπιζελιού με την περίπτωση της ακαλλιέργειας να παρουσιάζει έντονο ανταγωνισμό από ζιζάνια.	153
Εικόνα 17: Έντονη παρουσία ζιζανίων στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας ελαιοκράμβης στις πέντε κατεργασίες.	161
Εικόνα 18: Άποψη αγρού στις πέντε κατεργασίες στις 11/2/2013 στην συγκαλλιέργεια βίκου βρώμης, 55 ημέρες από την σπορά.	165
Εικόνα 19: Άποψη αγρού στις πέντε κατεργασίες στις 11/2/2013 στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού τριττάλε, 55 ημέρες από την σπορά.	168
Εικόνα 20: Συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης στις 19/03/2013, 90 περίπου ημέρες από την σπορά.	198
Εικόνα 21: Γενικότερη άποψη πειραματικού αγρού συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριττάλε στις 19/3/2013, 80 ημέρες περίπου από την σπορά.	204
Εικόνα 22: Φυτά ηλίανθου σε διαφορετικό στάδιο ανάπτυξης με ταυτόχρονη χρονική παρουσία στον πειραματικό αγρό.	223

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Εισροές ενέργειας στα τρία συστήματα κατεργασίας στον βίκο (Hernanz et al., 1995). ...	82
Διάγραμμα 2: Μέρη κόστους παραγωγής στα τρία συστήματα κατεργασίας στον βίκο (Hernanz et al., 1995).	83
Διάγραμμα 3: Διαβάθμιση αποθεμάτων οργανικής ουσίας σε φυσικό οικοσύστημα (λιβάδι) και σε πέντε συνδυασμούς καλλιέργειών και κατεργασιών (Vezzanina and Mielniczuk., 2010).	87
Διάγραμμα 4: Επίδραση δύο περασμάτων δισκοσβάρνας στα 10cm (CT), ενός περάσματος δισκοσβάρνας (RT) και ακαλλιέργεια (NT) σε απόδοση σπόρου μπιζελιού (Car et al., 2008).	92
Διάγραμμα 5: Εξέλιξη απόδοσης σπόρου ελαιοκράμβης σε τρεις κατεργασίες εφαρμογής σε τρεις περιοχές μελέτης (συμβατικό σύστημα (CT), καλλιεργητής (MT) και ακαλλιέργειας (DT)) (Chiriac et al., 2012).....	96
Διάγραμμα 6: Ενεργειακές εισροές σε συμβατική κατεργασία και ακαλλιέργεια σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης (Iriatre et al., 2011)	99
Διάγραμμα 7: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος βρώμης στο σύστημα συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης.	141

Διάγραμμα 8: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος βρώμης στα πέντε συστήματα κατεργασίας	143
Διάγραμμα 9: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος βίκου στο σύστημα συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης.	143
Διάγραμμα 10: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος βίκου στα πέντε συστήματα κατεργασίας	145
Διάγραμμα 11: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος τριτκάλε στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε.	148
Διάγραμμα 12: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος τριτκάλε στα πέντε συστήματα κατεργασίας	149
Διάγραμμα 13: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος μπιζελιού στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε.	150
Διάγραμμα 14: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος μπιζελιού στα πέντε συστήματα κατεργασίας	151
Διάγραμμα 15: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος τριτκάλε στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε.	154
Διάγραμμα 16: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος τριτκάλε στα πέντε συστήματα κατεργασίας	155
Διάγραμμα 17: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος μπιζελιού στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε.	156
Διάγραμμα 18: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος μπιζελιού στα πέντε συστήματα κατεργασίας	157
Διάγραμμα 19: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος ελαιοκράμβης.	159
Διάγραμμα 20: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος μπιζελιού στα πέντε συστήματα κατεργασίας	160
Διάγραμμα 21: Σύνολο τιμών των ενδείξεων NDVI στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια βίκου βρώμης.	164
Διάγραμμα 22: Σύνολο τιμών των ενδείξεων NDVI στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού τριτκάλε.	167
Διάγραμμα 23: Σύνολο τιμών των ενδείξεων NDVI στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού τριτκάλε.	169
Διάγραμμα 24: Σύνολο τιμών των ενδείξεων NDVI στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού τριτκάλε.	171
Διάγραμμα 25: Τελικές αποδόσεις σε βιομάζα από την συγκαλλιέργεια βρώμης βίκου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.	199
Διάγραμμα 26: Σύνολο τιμών αποδόσεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης.	201
Διάγραμμα 27: Τελικές αποδόσεις σε βιομάζα από την συγκαλλιέργεια τριτκάλε και μπιζελιού σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.	205
Διάγραμμα 28: Σύνολο τιμών αποδόσεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης.	206
Διάγραμμα 29: Τελικές αποδόσεις σε βιομάζα από την καλλιέργεια ελαιοκράμβης σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.	209
Διάγραμμα 30: Σύνολο τιμών αποδόσεων βιομάζας/στελέχη στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.	210
Διάγραμμα 31: Τελικές αποδόσεις σε σπόρο από την καλλιέργεια ελαιοκράμβης σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.	211
Διάγραμμα 32: Σύνολο τιμών αποδόσεων σπόρου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.	212
Διάγραμμα 33: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος σόργου.	214
Διάγραμμα 34: Σύνολο τιμών φυτρώματος σόργου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής.	215
Διάγραμμα 35: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος ηλίανθου.	219
Διάγραμμα 36: Σύνολο τιμών φυτρώματος σόργου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής.	220
Διάγραμμα 37: Τελικές αποδόσεις βιομάζας από την καλλιέργεια σόργου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.	255

Διάγραμμα 38: Σύνολο τιμών αποδόσεων βιομάζας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια σόργου.	256
Διάγραμμα 39: Τελικές αποδόσεις σπόρου από την καλλιέργεια ηλίανθου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών.	258
Διάγραμμα 40: Σύνολο τιμών αποδόσεων σπόρου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια ηλίανθου.	259
Διάγραμμα 41: Τελικές αποδόσεις βιομάζας/στελέχη από την καλλιέργεια ηλίανθου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών.	260
Διάγραμμα 42: Σύνολο τιμών αποδόσεων στελεχών στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια ηλίανθου.	261
Διάγραμμα 43: Αποτελέσματα οργανικής ουσίας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για εδαφικό δείγμα 0-15 cm.	262
Διάγραμμα 44: Αποτελέσματα οργανικής ουσίας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για εδαφικό δείγμα 15-30 cm.	263
Διάγραμμα 45: Εύρη ποσοστών οργανικής ουσίας μεταξύ των κατεργασιών για εδαφικό δείγμα 15-30cm.	264

Κατάλογος Γραφημάτων

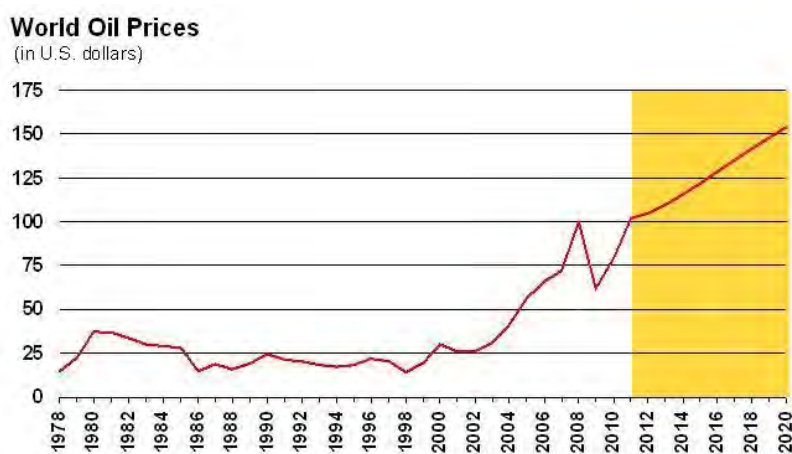
Γράφημα 1: Εξέλιξη τιμής πετρελαίου σε δολάρια αμερικής διαχρονικά στο παρελθόν, το παρόν και το μέλλον (COPS, 2011).	20
Γράφημα 2: Γραμμική συσχέτιση υγρασίας εδάφους και παραγωγής σε βιομάζα (Papastylianos, 1995).	27
Γράφημα 3: Πορεία πληθυσμού φυματίων ανάλογα την λίπανση σε τρεις διαφορετικές κατεργασίες (NP, συμβατική λίπανση, Manure, οργανική ουσία, Control, Μάρτυρας) (Sidiras et al., 1999)	30
Γράφημα 4: Συσχέτιση αλατότητας εδάφους με παραγωγή ξηρού βάρους σπόρου (Duzdemir et al., 2009).	41
Γράφημα 5: Συσχέτιση αλατότητας εδάφους με βλαστική ανάπτυξη (Duzdemir et al., 2009).	42
Γράφημα 6: Επίδραση μήκους ημέρας στην πρωίμηση της άνθησης σε ποικιλίες ελαιοκράμβης (King and Kondra, 1986).	61
Γράφημα 7: Συσχέτιση άρδευση με απόδοση βιομάζας σόργου (McCuiston et al., 2009).	72
Γράφημα 8: Ανάγκες άρδευσης σόργου στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του (Cole and Chapin, 1975 from Cothren et al, 2000).	74
Γράφημα 9: Εξέλιξη απόδοσης σόργου σε τέσσερις εφαρμογές κατεργασιών σε διάστημα 9 ετών (Matocha, 1990).	110
Γράφημα 10: Εξέλιξη της συμπίεσης του εδάφους εκφραζόμενη με την παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση σε πέντε συστήματα κατεργασίας στην αρχή και στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (A: ακαλλιέργεια BK: Βαρύς καλλιεργητής, Σ: Άροτρο Δ: Δισκοσβάρνα ΠΚ: Περιστροφικός καλλιεργητής) (Καβαλάρης κ.α., 2007).	113
Γράφημα 11: Έκφραση της συμπίεσης είτε ως φαινομενική πυκνότητα του εδάφους είτε ως αντίσταση στην διείσδυση παρουσία δισκοσβάρνας (D) ή συνδυασμού υπεδαφοκαλλιέργειας και δισκοσβάρνας (L+D) (Birkas et al., 2002).	114
Γράφημα 12: Σύγκριση αγρού που καλλιεργούνταν συμβατικά (αριστερά) με αγρό που εφαρμόζονταν ακαλλιέργεια όσον αφορά τον παράγοντα συμπίεση εκφραζόμενος με την παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση (Cone Index) (Botta et al., 2004).	116
Γράφημα 13: Εφαρμογή υπεδαφοκαλλιέργειας και αντίσταση στην διείσδυση του εδάφους πριν και μετά σε συμπίεμένο έδαφος και σε μάρτυρα (Motavalli et al., 2003).	118
Γράφημα 14: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 11/2/2013.	173
Γράφημα 15: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 25/2/2013.	176
Γράφημα 16: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 6/3/2013.	178
Γράφημα 17: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 12/3/2013.	181
Γράφημα 18: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 19/3/2013.	183

Γράφημα 19: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 26/3/2013.	186
Γράφημα 20: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 2/4/2013.	188
Γράφημα 21: Εξέλιξη αντίστασης στην διείσδυση στο σύνολο του αγρού χρονικά σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων παρουσία του ποσοστού υγρασίας εδάφους.	192
Γράφημα 22: Απεικόνιση εξέλιξης απόδοσης της βιομάζας σε κιλά ανά στρέμμα σε συγκαλλιέργεια βίκου με βρώμη με παρουσία υγρασίας 15% και εν τέλει τελική απόδοση στις 17/5/2013.	196
Γράφημα 23: Απεικόνιση εξέλιξης απόδοσης της βιομάζας σε κιλά ανά στρέμμα σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε με παρουσία υγρασίας 15% και εν τέλει τελική απόδοση στις 17/5/2013.	203
Γράφημα 24: Εξέλιξη φυτρώματος σόργου από τις 17/6 ως τις 20/6.	213
Γράφημα 25: Εξέλιξη φυτρώματος ηλίανθου από τις 17/6 ως τις 20/6.	217
Γράφημα 26: Εξέλιξη αριθμών φύλλων ανά ηλίανθο σε κάθε κατεργασία εφαρμογής από τις 17/6 ως τις 3/7/2013 και συγκεκριμένα ο αριθμός φύλλων στην τελευταία μέτρηση στις 3/7.	222
Γράφημα 27: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 21/6/2013.	224
Γράφημα 28: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 25/6/2013.	226
Γράφημα 29: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 1/7/2013.	228
Γράφημα 30: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 3/7/2013.	230
Γράφημα 31: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 5/7/2013.	233
Γράφημα 32: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 8/7/2013.	235
Γράφημα 33: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 10/7/2013.	237
Γράφημα 34: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 12/7/2013.	239
Γράφημα 35: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 15/7/2013.	242
Γράφημα 36: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 19/7/2013.	244
Γράφημα 37: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 23/7/2013.	246
Γράφημα 38 :Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 26/7/2013.	248
Γράφημα 39: Εξέλιξη αντίστασης στην διείσδυση στο σύνολο του αγρού χρονικά σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων παρουσία του ποσοστού υγρασίας εδάφους.	252

1. Εισαγωγή

1.1.Ο ρόλος των ενεργειακών καλλιεργειών και των συστημάτων μειωμένης κατεργασίας στην συρρίκνωση του κόστους παραγωγής

Η εκμηχάνιση της γεωργίας αποτελεί από τους κύριους λόγους αύξησης της παραγωγικότητας των αγροτικών εκμεταλλεύσεων. Ωστόσο το κόστος χρήσης του γεωργικού εξοπλισμού είναι ιδιαίτερα υψηλό και συμβάλει σημαντικά στο γενικότερο κόστος παραγωγής. Από τις σταθερές και μεταβλητές δαπάνες του γεωργικού εξοπλισμού την μεγαλύτερη μεταβολή με το πέρασμα των ετών και συμβολή στο κόστος λειτουργίας την παρουσιάζει το κόστος καυσίμων και λιπαντικών. Χαρακτηριστικά πλέον μιλάμε για συμβολή στο 55% ως 71% (ανάλογα το φορτίο εργασίας) σε σχέση με παλιότερες ενδείξεις που παρουσίαζαν κόστος συμβολής στο 17% (Fairbanks et al., 1971 και Αναγνωστόπουλος και άλλοι, 2013). Όσο μειώνονται τα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων και αυξάνεται η τιμή εμπορίας τους είναι αναγκαίο να αναζητήσουμε εναλλακτικές και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας ή εναλλακτική διαχείριση των αποθεμάτων (COPS, 2011 Γράφημα 1).



Γράφημα 1: Εξέλιξη τιμής πετρελαίου σε δολάρια αμερικής διαχρονικά στο παρελθόν, το παρόν και το μέλλον (COPS, 2011).

Δύο από τις προτάσεις που προτείνονται είναι από την μια η εγκατάσταση καλλιεργειών για την παραγωγή εναλλακτικής και αειφορικής ενέργειας (βιομάζα, βιοαιθανόλη και βιοντίζελ) και από την άλλη η συμπίεση του κόστους λειτουργίας με την υιοθέτηση πρακτικών μειωμένων κατεργασιών ή ακόμα και ακαλλιέργειας.

Στην πρώτη περίπτωση η εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών μας δίνουν την λύση μια ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Ακόμα η χρήση τέτοιων

καλλιιεργειών μας δίνει και περιβαλλοντικά οφέλη καθώς έχουν την δυνατότητα σαν φυτείες να δεσμεύουν ποσότητες CO₂ ενώ και κατά την καύση τους εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες σε σχέση με την καύση των συμβατικών καυσίμων. Από την άλλη βέβαια τα βιοκαύσιμα εκπέμπουν υψηλότερες ποσότητες οξειδίων του αζώτου. Επίσης σαν καύσιμα είναι βιοαποικοδομήσιμα σε σχέση με τα συμβατικά ενώ όμως από την άλλη έχουν μικρότερη θερμογόνο δύναμη. Επιπρόσθετα η χρήση των ενεργειακών καλλιιεργειών έχει το πλεονέκτημα να αξιοποιεί άγονα εδάφη ή ακόμα και ρυπασμένα καθώς με την παραγωγή της βιομάζας για μη κτηνοτροφική χρήση είναι εφικτό να φιλτράρονται και βαρεά μέταλλα. Ένα από τα προβλήματα υιοθέτησης των προϊόντων από την καλλιιεργεια ενεργειακών φυτών είναι ότι δεν μπορούν χρησιμοποιηθούν άμεσα σε μηχανές εσωτερικής καύσης καθώς επιφέρουν φθορές (πχ υψηλό ιξώδες) και έτσι η περαιτέρω επεξεργασία τους αυξάνει το κόστος παραγωγής. Η κατάσταση σε αυτή την περίπτωση γίνεται πιο εύκολη και πρακτική αν γίνουν μετατροπές και στις μηχανές εσωτερικής καύσης (προθάλαμος καύσης). Τέλος ο κύριος ανασταλτικός παράγοντας για την εγκατάσταση ενεργειακών καλλιιεργειών είναι ότι ενδέχεται να αντικαταστήσουν εκτάσεις από φυτείες διατροφικών προϊόντων και αυτή η κατάσταση ενδέχεται να δημιουργήσει διατροφική κρίση λόγω μειωμένων αποθεμάτων και αυξημένης τιμής των διατροφικών προϊόντων. Ωστόσο ο ισχυρισμός αυτός είναι περισσότερο μια επιφανειακή δικαιολογία παρά ο αληθινός λόγος που είναι τα συμφέροντα των πετρελαϊκών εταιριών. Άλλωστε όπως προαναφέραμε οι ενεργειακές καλλιιεργειες έχουν την δυνατότητα να αξιοποιήσουν και προβληματικά εδάφη ενώ ακόμα η διατροφική ανισοκατανομή και όχι πιθανή κρίση είναι εκείνο που πλήττει τον πλανήτη καθώς τα διατροφικά αποθέματα επαρκούν. Από την άλλη η ενεργειακή και περιβαλλοντική κρίση είναι κάτι που βιώνουμε και διαρκώς διογκώνεται και είναι υποχρέωση μας να επέμβουμε.

Η άλλη λύση για την μείωση του κόστους λειτουργίας του γεωργικού εξοπλισμού και κατ' επέκταση του κόστους παραγωγής είναι η υιοθέτηση μειωμένων κατεργασιών ή ακόμα και ακαλλιιεργειας. Γενικά, σύστημα μειωμένης κατεργασίας είναι οποιαδήποτε γεωργική πρακτική εμπεριέχει λιγότερες επεμβάσεις κατεργασίας από το συμβατικό σύστημα (**Land and Water Conservation, 1978**). Κύριοι σκοποί ενός συστήματος μειωμένης κατεργασίας του εδάφους είναι η μειωμένη εισροή εργασίας και ενέργειας (λιγότερες ανάγκες γεωργικού εξοπλισμού και διελεύσεων), ο έλεγχος της εδαφικής υγρασίας, η μείωση της διάβρωσης, η βελτίωση των ιδιοτήτων,

της δομής και της οργανικής ουσίας του εδάφους και τέλος η δημιουργία μιας ιδανικής ομοιογενής σποροκλίνης. Όσον αφορά την ακαλλιέργεια είναι η απευθείας σπορά σε μη κατεργασμένο αργό. Οι ανασταλτικοί παράγοντες υιοθέτησης των συστημάτων αυτών είναι η έντονη παρουσία των ζιζανίων και οι συμπίεσμένες συνθήκες που παρουσιάζουν επιφανειακά στο υπόστρωμά και εμποδίζουν την ιδανική ανάπτυξη του φυτού. Για περιορισμό των ζιζανίων προτείνονται σωστές αμειψισπορές και έγκαιρη εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων όπου είναι εφικτό. Όσον αφορά τις συμπίεσμένες συνθήκες ενδέχεται σε βάθος χρόνου να ξεπεραστούν καθώς η συμβολή της οργανικής ουσίας (μέσω των υπολειμμάτων των μειωμένων κατεργασιών ή μέσω φυτών φυτοκάλυψης και ενσωμάτωσης) δημιουργεί καλύτερες εδαφικές ιδιότητες και σταθερότερη δομή υποστρώματος. Επίσης με την χρήση των κατάλληλων ποικιλιών και καλλιεργειών ενδέχεται να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα. Επιπλέον, ειδικές σπαρτικές μηχανές απευθείας σποράς για εφαρμογές μειωμένης κατεργασίας και ακαλλιέργεια δημιουργούν ιδανικότερη σποροκλίση. Επομένως ο συνδυασμός αμειψισποράς, η μακροχρόνια συμβολή της οργανικής ουσίας, η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας και η επιλογή του κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού είναι σε θέση να δώσουν βιώσιμες εφαρμογές των συστημάτων μειωμένων κατεργασιών ή ακόμα και σε εφαρμογές ακαλλιέργειας.

1.2.Σκοπός εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει την προσαρμοστικότητα και την αποδοτικότητα πέντε καλλιεργειών για ενεργειακή χρήση υπό την επίδραση πέντε διαφορετικών κατεργασιών.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες της παρούσας εργασίας είναι κατά την διάρκεια του χειμώνα η συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης, η συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε και η καλλιέργεια ελαιοκράμβης σε δύο πειραματικούς αγρούς. Αντίστοιχα για την εαρινή περίοδο έγινε εγκατάσταση ηλίανθου και ινώδους σόργου σε έναν πειραματικό αγρό. Έγιναν όλες οι προβλεπόμενες καλλιεργητικές φροντίδες και τακτικές σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας. Οι πέντε κατεργασίες επίδρασης στις καλλιέργειες ήταν συμβατική κατεργασία με άροτρο, η κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή, η κατεργασία με δισκοσβάρνα (στις γραμμικές καλλιέργειες με μηχανήμα κατεργασιών σε λωρίδες), η κατεργασία με περιστροφικό καλλιεργητή και τέλος η ακαλλιέργεια. Οι ενεργειακές καλλιέργειες στις πέντε

κατεργασίες αξιολογήθηκαν με μετρήσεις όπως είναι το φύτρωμα, η ένταση βλαστικότητας (δείκτης NDVI), διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά (φύλλα ηλίανθου) και εν τέλει με τις αποδόσεις που παρουσίασαν. Επιπλέον σκοπός ήταν να εξεταστεί και η επίδραση των πέντε κατεργασιών σε παραμέτρους εδάφους όπως η συμπίεση (μέτρηση αντίστασης στην διείσδυση), η οργανική ουσία και ηλεκτρική αγωγιμότητα (EM-38) όπως και έγινε.

Συγκεντρωτικά όλα τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν στατιστικά για να είναι σε θέση να συγκριθούν μεταξύ τους αλλά και με μια βάση δεδομένων της υπάρχουσας ως τώρα βιβλιογραφίας.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας εργασίας προσαρμόζεται και συμβαδίζει με τον σκοπό της παρούσας εργασίας καθώς δεν δίνει έμφαση μόνο στην επίδραση των κατεργασιών εφαρμογής στις ενεργειακές καλλιέργειες της μελέτης αλλά εμβαθύνει εξίσου και σε στοιχεία που αφορούν την καλλιέργεια των φυτών. Συγκεκριμένα για να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων και των αποδόσεων των ενεργειακών φυτών της έρευνας είναι σημαντικό να έχει αναπτυχθεί μια βάση δεδομένων βιβλιογραφίας και στην παρούσα εργασία γίνεται μια τέτοια προσπάθεια. Στην συνέχεια απαραίτητο είναι να απομονωθούν και να παρουσιαστούν στοιχεία επίδρασης των κατεργασιών στις προς μελέτη καλλιέργειες και αυτό οπωσδήποτε στην συγκεκριμένη εργασία καλύπτεται από ποικιλία ερευνών. Επιπρόσθετα είναι σκόπιμο να αναφερθούν και βιβλιογραφικά στοιχεία που σχετίζονται με την φύση των μετρήσεων που λαμβάνονται κατά την διάρκεια εξέλιξης των φυτών. Αναφορικά με την παρατήρηση της αντίστασης στην διείσδυση (μέτρο συμπίεσης) που λήφθηκε κατά την πορεία του πειράματος στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής έγινε βιβλιογραφικές αναζήτηση αναφορών που συνδέουν την επίδραση των κατεργασιών στη συμπίεση του εδάφους. Ακόμα σχετικά με τις παρατηρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας που καταγράφηκαν πραγματοποιήθηκε αναζήτηση από πηγές και έρευνα που να παρουσιάζουν συσχετίσεις εδαφικών παραμέτρων με την ηλεκτρική αγωγιμότητας. Πρακτικά έμμεσες συσχετίσεις με τις πέντε κατεργασίες σε περίπτωση που παρατηρηθεί σημαντική εναλλαγή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στις κατεργασίες στα αποτελέσματα.

Τέλος, η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε μέσα από μια ευρεία γκάμα βιβλιογραφικών αναφορών προκειμένου η ανάγνωση της παρούσας εργασίας να είναι όσο γίνεται πιο δυναμική και κριτική. Έτσι οι έρευνες μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους ενώ άλλα αποτελέσματα μπορεί να είναι τα ιδανικά, άλλα απαισιόδοξα ενώ άλλα ακόμα τυχαία ή ελλιπή. Άλλωστε η θεωρία και η επιστήμη δεν θα αποτελέσουν ποτέ τυφλοσούρτη ούτε συνταγή επιτυχίας για την εφαρμογή στην πράξη καθώς σε επίπεδο χωραφιού οι συνθήκες είναι μοναδικές και η επιτυχία προσεγγίζεται όχι μόνο με την συνεχή παρακολούθηση των επιστημονικών αποτελεσμάτων αλλά ακόμα από την εμπειρία και την διαρκή παρατήρηση του αγρού από την ματιά του γεωργού.

2.1.Τεχνική καλλιέργειας ενεργειακών φυτών μελέτης

2.1.1. Τεχνική καλλιέργειας Βίκου (*Vicia Sativa*)

2.1.1.1.Έδαφος

Ο βίκος είναι φυτό που προτιμά εδάφη που στραγγίζουν καλά, μέσης γονιμότητας με pH 6.0-7.0 (**Παπακώστα-Τασοπουλου, 2005**). Το φυτό δεν αντιδρά θετικά σε υψηλής γονιμότητας εδάφη αν προορισμός μας είναι η παραγωγή καρπού ενώ το αντίθετο συμβαίνει αν επιζητάμε απόδοση σε βιομάζα (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Για παράδειγμα, ένα έδαφος υψηλής περιεκτικότητας σε χούμο παρουσιάζει μικρότερες αποδόσεις απ' ότι σε κοκκινόχωμα (αργιλώδες έδαφος) (**Assefa and Ledin, 2001**). Επιπλέον, η καλλιέργεια είναι ιδιαίτερα αποδοτική σε φωσφορούχα και σε ασβεστούχα εδάφη. Κύριος ανασταλτικός παράγοντας όσον αφορά το έδαφος για το φυτό αποτελούν τα κακώς στραγγισμένα εδάφη (**Βλαχοστέργιος, 2012**). Οι **Hoveland and Donnelly (1966)** σε πείραμα που πραγματοποίησαν παρατήρησαν ότι όσο περισσότερο χρονικό διάστημα το έδαφος είναι σε κατάσταση υδατικού κορεσμού τόσο οι παραγωγές ήταν χαμηλότερες. Νεότερη έρευνα αναφέρει ότι πιθανή αλατότητα πάνω από 5 dS/m έχει ως αποτέλεσμα να μειωθούν οι αποδόσεις του βίκου (**Akhtar and Hussain, 2009**). Από την άλλη είναι το φυτό με την μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην οξύτητα από τα ψυχανθή (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Συμπερασματικά ωστόσο μπορεί να προσαρμοστεί και να αναπτυχθεί σε ποικιλία εδαφών (**Hilty, 2012 και Terekhina 2009**).

Η εντατική εκμηχάνιση και η έντονη βιομηχανοποίηση έχουν ως αποτέλεσμα την συνεχή ρύπανση των εδαφών. Έτσι, θα ήταν ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε τη συμπεριφορά και τις απαιτήσεις του βίκου σε εδάφη με ρύπανση που στις μέρες μας αποτελούν όλο και πιο σύνηθες φαινόμενο.

Χαρακτηριστικά, έχουν γίνει έρευνες για την αξιοποίηση εδαφών ρυπασμένων με βενζόλιο με καλλιέργεια βίκου. Με την προσθήκη χρώματος υψηλής περιεκτικότητας σε ιλύ ή την προσθήκη οργανικών λιπασμάτων (κομπόστ ή κοπριά) είναι εφικτή η καλλιέργεια του βίκου με ικανοποιητικές αποδόσεις ξηρής βιομάζας ακόμα και σε εδάφη με ρύπους (**Fernández-Luqueñ et al., 2011**). Παρόμοια έρευνα έκαναν και οι **Adam and Duncan (2003)** και παρατήρησαν ότι σε εδάφη με πετρελαιοδή ο βίκος όχι μόνο κατάφερε να δημιουργήσει μεγαλύτερα φυμάτια αλλά και σε βάθος χρόνου να μειώσει την ρύπανση των εδαφών. Παρόμοια δράση φιλτραρίσματος του ψευδαργύρου σε ρυπασμένα εδάφη παρουσιάζει ο βίκος σύμφωνα με τους **Masu et al. (2007)**. Σε έδαφος με sulfosulfuron (εντομοκτόνο που χρησιμοποιούταν στο σιτάρι) δεν έδειξε διαφορές σε αποδόσεις (**Prados et al., 2002**). Προσοχή θέλει ωστόσο στην επιλογή του εδάφους με υδράργυρο γιατί σύμφωνα με την νομοθεσία της Ε.Ε. τα βρώσιμα μέρη του βίκου (όπως και κάθε ζωοτροφή) δεν πρέπει να ξεπερνάνε συγκέντρωση Hg 0,01 mg/ kg. Ωστόσο, σύμφωνα με έρευνα των **Siera et al. (2007)** ο βίκος είναι εκλεκτικός στην προσρόφηση Hg με τον περισσότερο να συγκεντρώνεται στην ρίζα και όχι στα υπέργεια τμήματα του φυτού με συγκεντρώσεις πάντοτε κάτω του ορίου.

Έτσι, η καλλιέργεια του βίκου όχι μόνο είναι ευπροσάρμοστη εδαφικά αλλά μπορεί να προσφέρει αξιοποίηση εδαφών με ρύπανση από βαρέα μέταλλα με σπουδαίο περιβαλλοντικό όφελος.

2.1.1.2.Θερμοκρασία

Ο βίκος είναι το ψυχανθές που από πλευράς κλιματολογικών παραμέτρων είναι το πιο ευπροσάρμοστο και αποδοτικό. Είναι φυτό δροσερών περιοχών με απαιτήσεις θερμοκρασιών στην βλάστηση 2-6 °C (άλλες αναφορές κάνουν λόγο και ως 15°C) με αντοχή νεαρών φυτών ως -5°C. Η ανάπτυξη των φυτών είναι ιδανική σε θερμοκρασίες 18-20°C ενώ η αντοχή των ώριμων φυτών είναι ως -10 °C (αναστολή ανάπτυξης) και στους -17 °C έχουμε πλήρη καταστροφή. Γενικότερα το άθροισμα θερμομονάδων ως την άνθηση υπολογίζεται περί τους 600 με 900°C ενώ ως την ωρίμανση του σπόρου 1200-1900°C (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001 and Terekhina, 2009**). Οι παραπάνω ερευνητές δεν κάνουν λόγο για θερμοκρασία βάσης ωστόσο και ανάλογα την ποικιλία μπορεί να είναι 5 °C για τον βίκο (**Xiao-Wen et al., 2012**).

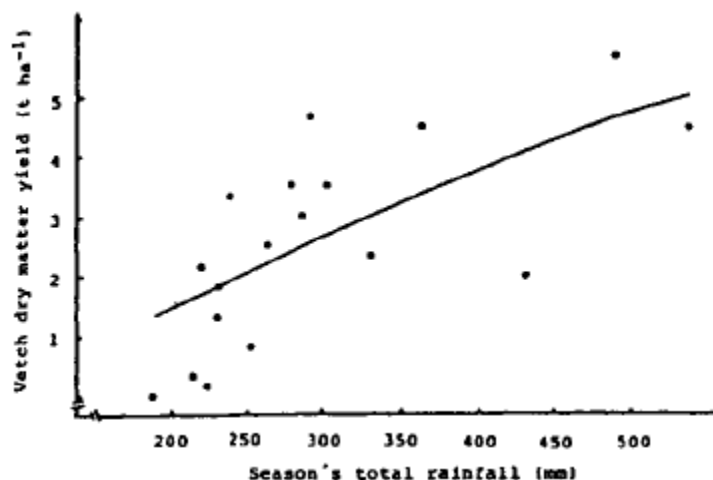
Γενικότερα ωστόσο η αντοχή στο ψύχος μεταβάλλεται ανάλογα με την ποικιλία, την διάρκεια ψύχους, την υγρασία του εδάφους καθώς και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (**Παπακώστα-Τασοπουλου, 2005 και Βλαχοστέργιος, 2007**). Άρα στην χώρα μας κυρίως προτιμάται η φθινοπωρινή σπορά (15 Οκτωβρίου- 15 Νοεμβρίου) ενώ σε σπάνιες περιπτώσεις στην Βόρεια Ελλάδα η ανοιξιιάτικη.

Η ιδανική θερμοκρασία για δράση των φυματίων του βίκου είναι 35 °C ενώ σε θερμοκρασία 2-10 °C η διεργασία είναι πολύ αργή (**Dart and Day, 1971**).

Η θερμοκρασία ακόμη επηρεάζει και την τελική ποιότητα των προϊόντων με την συγκέντρωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) (συστατικά ποιότητας). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε θερμοκρασία 18°C έχουμε τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (**Mao et al., 2012**). Σε ψυχρές περιοχές με μέση θερμοκρασία περίπου 9°C η καλλιέργεια του βίκου είναι πιο αποδοτική και πιο ποιοτική άρα συμφέρουσα από αντίστοιχη καλλιέργεια τριφυλλίου για την παραγωγή ξηρής βιομάζας (**Von Boberfeld et al., 2005**). Τέλος, οι **Teasdale et al. (2004)** υπολόγισαν ότι η βιομάζα του φυτού αυξάνεται 41 g/ m² κάθε 100 θερμομονάδες (βάση μονάδας με θερμοκρασίες άνω των 4 °C).

2.1.1.3.Υγρασία

Ο βίκος είναι φυτό ιδιαίτερα απαιτητικό σε νερό (περίπου με 400 mm). Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης αλλά και στο γέμισμα των σπόρων (**Παπακώστα-Τασοπουλου, 2005**). Συγκεκριμένα, στο διάστημα γεμίσματος του σπόρου (Μάιο με Ιούνιο) ο βίκος χρειάζεται 175-200 mm (**Terekhina , 2009**). Μάλιστα, ο **Papastylianos (1995)** μελέτησε την άρδευση του βίκου σε εύρος από 200 mm ως 500 mm και βρήκε μια γραμμική σχέση απόδοσης με άρδευση με συντελεστή συσχέτισης 0,61 (Γράφημα 2).



Γράφημα 2: Γραμμική συσχέτιση υγρασίας εδάφους και παραγωγής σε βιομάζα (Papastylianos, 1995).

Ωστόσο σε μικρότερα εύρη από 170-300mm ίσως δεν ισχύει η γραμμική σχέση καθώς σύμφωνα με τους **Siddique et al. (2001)** η αποδοτικότητα της χρήσης νερού σε απόδοση βιομάζας δεν αυξάνει με την αύξηση του νερού, χαρακτηριστικά τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα την παρουσίασε δόση στα 178 mm. Ωστόσο, στο συγκεκριμένο πείραμα οι περιοχές μελέτης των ετήσιων βροχοπτώσεων διέφεραν και έτσι μπορεί στην τελική απόδοση να αλληλεπιδρούν και οι παράγοντες θερμοκρασία και έδαφος περιοχής. Γενικότερα, όταν έχουμε ξηροθερμικές συνθήκες προτιμώνται ποικιλίες που ανθίζουν νωρίς και δένουν του καρπούς τους πριν την επίδραση έντονων θερμικών φαινομένων (**Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005 and Siddique et al., 2001**). Όσον αφορά τους τοπικούς πληθυσμούς ριζόβιων βακτηρίων η εδαφική υγρασία ίσως δεν σχετίζεται με την ανάπτυξή τους. Σε έρευνα των **Woomer et al. (1988)** που μελέτησαν εύρη ετήσιας βροχόπτωσης από 322 mm ως 1875 mm σε 14 διαφορετικές περιοχές (άρα και διαφορετικές θερμοκρασίες και εδαφικές ιδιότητες) παρατήρησαν ότι οι πληθυσμοί των βακτηρίων ποικίλουν και δεν ακολουθούν κάποια συσχέτιση με την υγρασία.

Στην χώρα μας ωστόσο το μεγαλύτερο μέρος των βροχών συγκεντρώνεται τον χειμώνα και έτσι είναι αναγκαία η σωστή διαχείριση του νερού στην περίπτωση του βίκου. Πρακτικά για την διατήρηση της υγρασίας είναι απαραίτητος ο έλεγχος των ζιζανίων και η εφαρμογή κατεργασιών και υπολειμμάτων που θα μειώνουν την εξάτμιση και θα παρατείνουν την διατήρηση της υγρασίας του εδάφους (**Cooper et al., 1987**). Οι σωστές εφαρμογές κατεργασίας εξοικονομούν 25-40% νερό στο έδαφος ενώ με κατάλληλη διαχείριση θρεπτικών έχουμε 15 με 25% εξοικονόμηση (**Hatfield et al., 2001**). Επιπλέον, έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες που αντιδρούν διαφορετικά

στην υγρασία του εδάφους. Χαρακτηριστικά, σε μελέτη 16 ποικιλιών υπό την εφαρμογή ίδιου ύψους βροχής (381 mm και 341 mm) παρουσιάστηκε μεγάλο εύρος αποδόσεων από 2680 kg/ha ως 7533 kg/ha σε απόδοση ξηρής βιομάζας ενώ 424 kg/ha ως 1287 kg/ha σε καρπό. (**Lloveras et al., 2004**).

2.1.1.4.Μήκος Ημέρας

Ο βίκος είναι φυτό μεγάλης φωτοπεριόδου και για να παράγει ικανοποιητική απόδοση σε σπόρο χρειάζεται 16-18 ώρες ημερήσιες δόσεις φωτισμού. Συγκεκριμένα ένας συνδυασμός θερμοκρασίας 26,9 °C με 14,5 ώρες ημέρας συμβάλει στην ωρίμανση στις 24,7 ημέρες (από την άνθηση) ενώ ένας συνδυασμός 17,8°C με 12,5 ώρες ημέρας καθυστερεί την ωρίμανση στις 52,7 ημέρες (**Keatinge et al. 1998**). Τέλος όσον αφορά την οριακή τιμή για πλήρη άνθηση του φυτού είναι 13,2 ώρες ημέρας (**Iannucci et al., 2008**).

2.1.1.5.Σπορά

Όπως προαναφέρθηκε για την Ελλάδα η προτιμότερη σπορά είναι η φθινοπωρινή (15 Οκτωμβρίου-15 Νοεμβρίου) για τις περισσότερες περιοχές ανάλογα την περίοδο έλευσης των χειμερινών παγετών. Ωστόσο, είναι και μέρη που χαρακτηρίζονται από ισχυρούς χειμερινούς παγετούς και έτσι είναι προτιμότερη η ανοιξιάτικη σπορά (μέσα Φεβρουαρίου-τέλος Μαρτίου) (**Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005**).

Η σπορά του βίκου γίνεται είτε με κατάλληλη ρύθμιση της σπαρτικής σιτηρών είτε υπάρχει η δυνατότητα να γίνει και στα πεταχτά αλλά με μεγαλύτερες δοσολογίες σπόρου και με επιπλέον πέρασμα με σβάρνα για κάλυψη του σπόρου. Για τη δοσολογία του σπόρου υπάρχει αρκετά μεγάλη σύγχυση τόσο από πλευρά βιβλιογραφίας όσο και από του τι συμβαίνει στην πράξη από πλευράς παραγωγού. Οι διαφορές που διαμορφώνονται είναι κυρίως επειδή ποικίλει το βάρος των χιλίων σπόρων από ποικιλία σε ποικιλία αλλά και από την κατεύθυνση παραγωγής (χόρτο ή σπόρο). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το βάρος χιλίων σπόρων κυμαίνεται από 16.000 ως 20.000 σπόρους ανά κιλό (**Frame, 2005**). Γενικότερα οι υψηλές δοσολογίες σπόρου ευνοούν περισσότερο την ανάπτυξη της βιομάζας παρά του σπόρου (**Martiniello and Ciolia, 1995**). Ωστόσο, στην δοσολογία του σπόρου παίζει ρόλο και το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι με ένα ετήσιο ύψος βροχής που φτάνει τα 500 mm βρέθηκε ότι η ιδανική δοσολογία για παραγωγή

ικανοποιητικού σπόρου είναι 17,5 kg/ στρέμμα (300 σπόροι/ m²) ενώ για παραγωγή βιομάζας 20,1 kg/στρέμμα (200 σπόροι/ m²) (**Aydogdu and Acikgoz, 1994**). Αντίθετα σε μια περιοχή με ύψος βροχής ως και 730 mm ικανοποιητικές αποδόσεις σπόρου και ξηρής βιομάζας παίρνουμε ακόμα και με 12 kg/στρέμμα (**Yavuz et al., 2011**). Έτσι παρόλο που η ελληνική βιβλιογραφία κάνει λόγο για ποσότητες 18 kg/στρ. για παραγωγή σπανού και 16 kg/ στρ. για παραγωγή σπόρου (**Ηλιάδης, 2004**) εμείς θα αναφέρουμε ότι αυτές οι τιμές μπορεί να ανταποκρίνονται στα όρια αλλά πάντα η δοσολογία πρέπει να κρίνεται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, το έδαφος, το βάρος του σπόρου αλλά και την φυτρωτική ικανότητα της ποικιλίας.

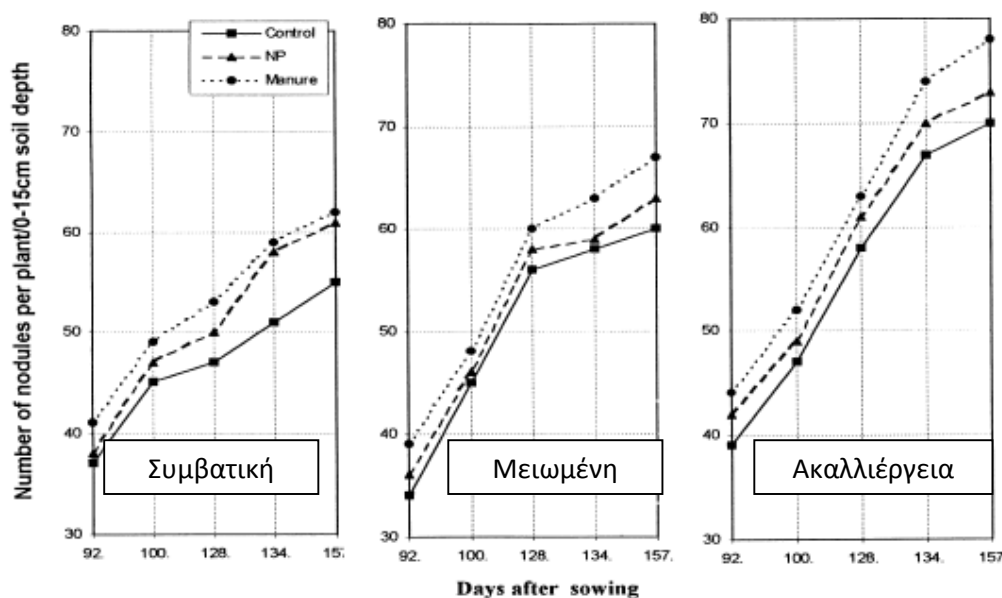
Όσον αφορά τις αποστάσεις σποράς αναφέρεται ότι σε πείραμα σύγκρισης αποστάσεων 17,5 cm και 35 cm μεταξύ των γραμμών, τα 17,5 cm παρουσίασαν υψηλότερες αποδόσεις αλλά στατιστικά μη σημαντικές (**Yavuz et al., 2011 and Albaryak et al., 2011 and Munzur et al., 1995**). Για τις Ελληνικές συνθήκες προτείνονται αποστάσεις 20-25 cm. Το βάθος σποράς είναι 3-5 cm (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**).

2.1.1.6. Λίπανση

Ο βίκος δεν απαιτεί αζωτούχο λίπανση καθώς αζωτοδεσμεύει ικανοποιητικά ενώ αναφέρεται ότι στην χώρα μας δεν συνίσταται ούτε καλιούχος λίπανση παρά μόνο αν έχουμε πολύ φτωχά εδάφη (5 μονάδες) (**Παπακώστα-Τασοπουλου, 2005 και Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Ωστόσο, το φυτό φαίνεται να αντιδρά θετικά στην προσθήκη P παρουσιάζοντας υψηλότερες αποδόσεις (**Turk and Tuwaha ,2001 και Ganade and Brown, 1997**). Παρόλο αυτά, οι **Papastylianou and Danso (1991)** αναφέρουν ότι συγκεκριμένη δοσολογία αζωτούχου λίπανσης 1,5 με 2 kg/ στρέμμα μπορεί να ανεβάσει κατακόρυφα τους ρυθμούς αζωτοδέσμευσης ενώ σε μεγαλύτερες δοσολογίες όπως 6 και 10 kg ενδέχεται να παρατηρηθούν χαμηλές διεργασίες αζωτοδέσμευσης. Ακόμη, οι **Gurmani et al. (2006)** αναφέρουν ότι ένας συνδυασμός αζωτούχας λίπανσης 1,5 kg/ στρέμμα και φωσφορούχας 4 kg/ στρέμμα μπορεί να επιφέρει ιδιαίτερα ικανοποιητικές αποδόσεις ξηρής βιομάζας και σπόρου.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα του **Yolcu (2011)** στην Τουρκία που συγκρίνοντας οργανικά και μη λιπάσματα παρατήρησε ότι ο συμβατικός τρόπος εφαρμογής φωσφορούχας λίπανσης υπολείπεται σε απόδοση ξηρής βιομάζας σε σχέση με οργανικούς και άλλους τρόπους θρέψης. Ενδεικτικά εφαρμογές με ζεόλιθο, υγρή κοπριά και λεοναρδίτη παρουσιάζουν τις υψηλότερες αποδόσεις.

Αντίστοιχη έρευνα έκαναν οι **Sidiras et al. (1999)** και διαπίστωσαν ότι περισσότερη δράση των φυματίων πραγματοποιείται όταν έχουμε προσθήκη οργανικής ουσίας στο έδαφος παρά ανόργανο λίπασμα (Γράφημα 3)



Γράφημα 3: Πορεία πληθυσμού φυματίων ανάλογα την λίπανση σε τρεις διαφορετικές κατεργασίες (NP, συμβατική λίπανση, Manure, οργανική ουσία, Control, Μάρτυρας) (Sidiras et al., 1999).

Συμπερασματικά, για να πραγματοποιηθεί ορθολογική λίπανση στην καλλιέργεια πρέπει να γίνονται εδαφολογικές αναλύσεις για να δούμε τα αποθέματα σε θρεπτικά στοιχεία εδάφους ενώ οφείλουμε να γνωρίζουμε και τις απώλειες θρεπτικών λόγω έκπλυσης και συγκομιδής. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι για τον φώσφορο ότι διατηρεί τα αποθέματα εδάφους καθώς δεν παρουσιάζει μεγάλες απώλειες λόγω έκπλυσης σε περίπτωση που εφαρμόζεται λίπανση κάθε καλλιεργητική περίοδο άρα έτσι πρέπει να ρυθμίζουμε την δόσολογία ανάλογα με τις απώλειες μέσω της παραγωγής (**Holsher et al., 1997**). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους **Caballero et al (1996a)** την στιγμή που ο βίκος παρουσιάζει την υψηλότερη απόδοση σε ξηρή βιομάζα έχει μια περιεκτικότητα σε P 2,3 g/ kg ξηρής ουσίας άρα απομακρύνονται από το χωράφι 1,4 kg P/ στρ. για απόδοση 606 kg ξηράς ουσίας/στρ. Αν σκοπός μας είναι η παραγωγή σπόρου αντίστοιχα στο μέγιστο σημείο απόδοσης απομακρύνονται ποσότητες P περίπου 3,9 g/ kg ξηρής ουσίας άρα περίπου 0,9 kg P/ στρ. (για απόδοση 243 kg/ στρ.) στην περίπτωση των **Caballero et al (1996a)**. Έτσι στην προκειμένη περίπτωση αν δεν γνωρίζαμε καν τα αποθέματα στο έδαφος θα προσθέταμε την επόμενη χρονιά μόλις 1,4 και 0,9 kg P/ στρέμμα για παραγωγή χόρτου ή σπόρου αντίστοιχα..

2.1.1.7. Συγκομιδή

Περίοδος συγκομιδής

Στην περίπτωση της συγκομιδής χόρτου πρέπει να γνωρίζουμε ότι το υψηλότερης ποιότητας σανό τον έχουμε κατά την διάρκεια της άνοιξης όταν τα φυτά είναι σε πλήρη άνθηση (**Cabalero et al., 1996b**). Όσο προχωράει το διάστημα ωρίμανσης τόσο μειώνεται η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Ωστόσο νεότερη έρευνα των **Alzueta et al. (2012)** βρήκε ένα μικρό κλάσμα της πρωτεΐνης που αυξάνεται καθώς ωριμάζει τα φυτά αλλά αποτελείται από στοιχεία που αφομοιώνονται με πολύ αργό ρυθμό και έτσι είναι δύσπεπτα για τα ζώα. Αν αντίθετα χρειαζόμαστε υψηλή απόδοση σε βιομάζα παρατείνουμε το διάστημα συγκομιδής. Καθώς περνάει ο καιρός αυξάνεται ως ένα σημείο η απόδοση σε βιομάζα. Οι **Cabalero et al. (1996b)** συσχέτισαν αυτό το σημείο (μέγιστη βιομάζα) σε σχέση με το γέμισμα των σπόρων (g/ kg) και αντιστοιχεί σε γέμισμα σπόρων 450 με 550 g/ kg ενώ ημερολογιακά αντιστοιχεί σε 30 περίπου ημέρες από την άνθηση (Πίνακας 1). Σε αντίστοιχη έρευνα συσχέτισης γεμίσματος σπόρου και απόδοσης σε βιομάζα βρέθηκε ότι στο 28% του γεμίσματος του σπόρου παρουσιάζονται καλύτερες αποδόσεις (604 kg/ στρ.) από ότι στο 38% (**Rebole et al., 2004**).

Φαινοτυπικά και πρακτικά σύμφωνα με τον **Ποδηματά (1984)** όταν οι περισσότεροι λοβοί έχουν αποκτήσει τα 2/3 του φυσικού μεγέθους τους τότε έχουμε την ιδανικότερη σχέση απόδοσης και ποιότητας σανού. Αυτό στις Ελληνικές συνθήκες αντιστοιχεί στις πρώτες 15 ημέρες του Μαΐου. Ωστόσο, η συγκομιδή πρέπει να ακολουθείται και από διάστημα που δεν έχουμε βροχές για να γίνει η ξήρανση του χόρτου εκτός αν το ενσιρώσουμε.

Πίνακας 1: Διακύμανση απόδοσης χορτομάζας και πρωτεΐνης ανάλογα το γέμισμα του σπόρου και ημερολογιακά σε σχέση με την στιγμή πλήρους άνθησης (Caballero et al., 1996b).

Γέμισμα σπόρου (gr/kg)	Χρονικό διάστημα	Απόδοση Χορτομάζας(kg/στρ.)	Πρωτεΐνη(%)
Πλήρης άνθηση	0	326	25,2
250-300	17 ημέρες	520	18,9
450-550	30 ημέρες	606	17,4
>800	>40 ημέρες	477	16,9

Για παραγωγή σπόρου η ωρίμανση των λοβών του βίκου γίνεται από κάτω προς τα πάνω. Δεν προτείνεται να περιμένουμε να ωριμάσουν ως τα επάνω σημεία οι

σπόροι διότι διαφορετικά ίσως έχουμε τσίναγμα στους κατώτερους άρα απώλειες. Χαρακτηριστικό ωρίμανσης και συγκομιδής είναι η αχυρένια εμφάνιση του λοβού **(Παπακώστα- Τατσοπούλου, 2005)**. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον **Uzun (2011)** όταν οι λοβοί έχουν κίτρινο χρωματισμό έχουν το υψηλότερο υγρό βάρος σπόρου ενώ όταν είναι καφέ το υψηλότερο ξηρό βάρος σπόρου. Αντίστοιχη συσχέτιση όπως και για την βιομάζα έτσι και για την παραγωγή σπόρου έχουν κάνει οι **Caballero et al. (1996b)** με την απόδοση σε σπόρο σε σχέση με το γέμισμα τους με το ιδανικότερο να είναι 45-55% γέμισμα ενώ ημερολογιακά αντιστοιχεί σε 30 ημέρες από την σπορά (Πίνακας 2). Σε εκείνη την φάση το φυτό θα μας δώσει τις μέγιστες αποδόσεις αλλά θα παρουσιάζει και σχετικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη άρα θα είναι και χαμηλότερης ποιότητας.

Πίνακας 2: Διακύμανση απόδοσης σπόρου και πρωτεΐνης ανάλογα το γέμισμα του σπόρου και ημερολογιακά σε σχέση με την στιγμή πλήρους άνθησης (Caballero et al., 1996b).

Γέμισμα σπόρου (gr/kg)	Χρονικό διάστημα	Απόδοση σπόρου (kg/στρ.)	Πρωτεΐνη(%)
Πλήρης άνθηση	0	-	-
250-300	17 ημέρες	95	33
450-550	30 ημέρες	243	27
>800	>40 ημέρες	208	29

Τρόπος Συγκομιδής

Αν ο προορισμός του βίκου είναι η παραγωγή σπόρου τότε πραγματοποιείται με κοινές θεριζοαλωνιστικές μηχανές αφού ρυθμιστούν τα μαχαίρια (βικομάχαιρο) και τοποθετηθούν τα κατάλληλα κόσκινα στην μηχανή **(ΚΕΣΠΥ, undated)**. Άλλη μια μέθοδος είναι να κόβεται το φυτό με χορτοκοπτική μηχανή, έπειτα να αφήνεται στο έδαφος να ξεραθεί και τέλος να αλωνίζεται. Ωστόσο αυτή η μέθοδος έχει απώλειες λόγω της παραμονής του φυτού στο έδαφος **(Αυγουλάς και άλλοι, 2001)**

Αν θέλουμε την παραγωγή βιομάζας, κόβουμε με χορτοκοπτικό την καλλιέργεια, την αφήνουμε κατά γραμμές στο έδαφος ως να ξεραθεί και έπειτα με χορτοδετικό την κάνουμε δέματα (μπάλες). Ακόμη, αν επιθυμούμε ενσίρωμα τότε η βιομάζα κόβεται σε μικρότερα κομμάτια με ειδικό μηχάνημα και μεταφέρεται απευθείας στην μονάδα ενσίρωσης. Αν όμως οι συνθήκες υγρασίας είναι υψηλές τότε αφήνουμε και σ' αυτή την περίπτωση την βιομάζα να χάσει μέρος της υγρασίας της για να αυξηθούν οι υδατάνθρακες στο χυμό ώστε να αναπτυχθούν οι

μικροοργανισμοί της γλακτικής ζύμωσης και έπειτα μεταφέρεται στον χώρο επεξεργασίας (**Παπακώστα- Τατσοπούλου, 2005**). Στο σημείο αυτό να πούμε ότι υπάρχουν μηχανήματα που ονομάζονται σιλοκοπτικά και έχουν την δυνατότητα να κόβουν σε μικρά κομμάτια (2-25 cm) το χόρτο (**Γέμτος και άλλοι, 2001**) και μπορούν χρησιμοποιηθούν πριν περάσει στην διαδικασία ενσίρωσης η βιομάζα.

2.1.1.8. Αποδόσεις

Αποδόσεις Βιομάζας Βίκου

Παρόλο που στην Ελληνική βιβλιογραφία αναφέρονται αποδόσεις 500 kg/ στρ. που με την επιλογή σωστής ποικιλίας μπορεί να φτάσει ως και τα 1000 kg/ στρ. (**Ποδηματάς 1984**), η μέση στρεμματική απόδοση της χώρας είναι μόλις 382 kg/ στρ. σύμφωνα με την **ΕΣΥΕ (2006)** και 357 για το διάστημα 2001-2005 (**Υπ.Α.Α.Τ, 2007**).

Αντίστοιχα, σε αξιολόγηση 16 ποικιλιών σε μεσογειακές συνθήκες εκτιμήθηκε μια δυναμική 547 kg/ στρ, με εύρος αποδόσεων από 308 kg/ στρ. ως 753 kg/ στρ. (**Lloveras, 2004**).

Αποδόσεις σε σπόρο

Σε πειράματα αποδόσεων στην Ελλάδα ο **Ποδηματάς (1984)** αναφέρει μια δυναμική σε απόδοση σπόρου 150-220 kg/ στρ.. Στην πράξη στην Ελλάδα σύμφωνα με στοιχεία της **ΕΣΥΕ (2006)** η μέση στρεμματική απόδοση είναι 188 κιλά. Εντύπωση ωστόσο προκαλεί το γεγονός ότι η πηγή του **Υπ.Α.Α.Τ. (2007)** αναφέρει ότι υπήρχε παραγωγή ιδιαίτερα υψηλή 247 kg/ στρ. για το διάστημα 2001-2005. Το νούμερο αυτό είναι αρκετά ουτοπικό μάλλον καθώς η δυναμική των ποικιλιών που κυκλοφορούν στην αγορά της χώρας κυμαίνονται από 130 ως 250 kg/ στρ. (**Βλαχοστέργιος 2012 και Ηλιάδης, 2007**).

Αντίστοιχα, ο **Lloveras (2004)** σε αξιολόγηση 16 ποικιλιών στην Μεσόγειο βρήκε δυναμική μόλις 90 kg/ στρ με εύρος από 52 ως 128 kg/ στρ. ενώ ο **Terekhina (2009)** αναφέρει αποδόσεις από 110 ως 280 kg/στρ.

2.1.2. Τεχνική Καλλιέργειας Βρώμης (*Avena sativa*)

2.1.2.1. Έδαφος

Η βρώμη έχει την ικανότητα να προσαρμοστεί το φυτό και σε ακραίας κοκομέτρικής σύστασης εδάφη αρκεί να υπάρχει ιδανική επάρκεια υγρασίας και θρεπτικών. Κύριος ανασταλτικός παράγοντας δηλαδή για την προσαρμογή στο

έδαφος του φυτού είναι η στράγγιση του, καθώς αν δεν στραγγίζει καλά και ακόμα αν είναι γόνιμο το έδαφος η καλλιέργεια παρουσιάζει προβλήματα ασθενειών και πλαγιάσματος (Δαλιάνης, 1983). Γενικότερα, η καλλιέργεια αποδίδει καλύτερα σε μέτριας γονιμότητας εδάφη (Clark, 2007). Η βρώμη είναι το ανθεκτικότερο από τα σιτηρά στην οξύτητα και αναπτύσσεται σε συνθήκες pH 5-6 (Σφήκας, 1991). Ωστόσο, η ανοχή στην οξύτητα του εδάφους εξαρτάται και από την ποικιλία. Χαρακτηριστικά υπάρχουν ποικιλίες που αντιδρούν καλά ακόμα και σε οξύτητα 4,3 (Foy et al., 1987) ενώ αντίστοιχα διαφορετική αντίδραση ανοχής ποικιλιών παρατηρείται και σε αλκαλικά εδάφη ακόμα και σε pH 9,3 (Kumar et al., 2006). Όσον αφορά την αλατότητα του εδάφους η βρώμη μπορεί να ανεχτεί συγκέντρωση αλάτων ως 2 dS/ m (Government of Western Australia- Department of Agriculture). Παρόλα αυτά υπάρχουν αναφορές που κάνουν λόγο για ανοχή αλάτων από 4 dS/ m και άνω (Talwar et al., 2011 and Taylor, 1991). Ωστόσο όπως για την οξύτητα έτσι και για την αλατότητα έχουν αναπτυχθεί ποικιλίες ανθεκτικές που αντιδρούν διαφορετικά στην επίδραση των αλάτων (Verma and Yadava, 1986). Ακόμα το φυτό είναι ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους και έτσι θα ήταν καλό η επιλογή του εδάφους να μην προωθεί επίδραση τέτοιων θερμοκρασιών. Εδάφη που ψύχονται πιο εύκολα είναι κυρίως τα αμμώδη με λίγη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και έτσι καλό είναι να αποφεύγονται.

Οι Gutierrez-Gines et al. (2010) και οι Ebbs and Kochian (1998) αναφέρουν ότι η βρώμη μπορεί να παίζει ρόλο στην απολύμανση εδαφών ρυπασμένων με βαρέα μέταλλα καθώς τα φιλτράρει. Ωστόσο, εμείς προσθέτουμε ότι οπωσδήποτε τέτοιες δράσεις έχουν περιβαλλοντικό όφελος και είναι σημαντικές αλλά καλό είναι να μην ζημιώνεται σημαντικά και η παραγωγή. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι και μόλις 0,154 mg καδμίου (CdSO_4 /ξηρό g έδαφος) είναι ικανό να επιφέρει σημαντικές μειώσεις στο ρυθμό ανάπτυξης του φυτού (Astolfi et al. , 2011). Ακόμα, η καλλιέργεια της βρώμης παρουσιάζει μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης σε εδάφη ρυπασμένα με νικέλιο ενώ το κατώτερο όριο ανοχής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την δομή και την υφή του εδάφους (Dan et al., 2008).

2.1.2.2.Υγρασία

Μεταξύ των σιτηρών (εκτός ρυζιού) παρουσιάζει την μεγαλύτερη ανάγκη για υγρασία με τουλάχιστον 500 mm ετήσια βροχόπτωση (Αυγουλάς και άλλοι 2001) ενώ άλλες αναφορές κάνουν λόγο για τουλάχιστον 750 mm (Δαλιάνης, 1983 και

Σφήκας, 1991). Ωστόσο οι **Harris and Pitman (1919)** παρατήρησαν τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο με δόση νερού στα 762 mm με καθορισμένη αναλογία εφαρμογής (127mm ανά βδομάδα για 6 εβδομάδες). Η περίπτωση ιδανικής άρδευσης της βρώμης μπορεί να επιφέρει ως και 87% αύξηση στις αποδόσεις έναντι περιπτώσεων που δεν υπάρχει ικανοποιητική υγρασία εδάφους (**Vilelea et al, 1970**). Οι **Pszczółkowska et al. (2010)** επιβεβαιώνουν ότι με έλλειμμα υγρασίας εδάφους έχουμε μικρότερες αποδόσεις αλλά και με υψηλή παρατεταμένη υγρασία εδάφους (περίπου ως και 70% υδατοικανότητας) ενδέχεται να παρουσιαστούν ασθένειες όπως *Cladosporium cladosporioides* και *Fusarium poae*. Ακόμα, οι **Cannel et al. (1985)** αναφέρουν ότι εφαρμογή υπεράρδευσης και κακής στράγγισης επιφέρει μειωμένη ανάπτυξη ρίζας, φυλλικής επιφάνειας αλλά και αποδόσεων. Ωστόσο σύμφωνα με τον **Gangaiah (2005)** και τους **Zaheri and Bahraminejad (2012)** υπάρχουν ποικιλίες που αντιδρούν καλύτερα στην έλλειψη νερού παρουσιάζοντας πιο αποτελεσματική χρήση της διαθέσιμης υγρασίας (π.χ. JHO822). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μια ανθεκτική ποικιλία στην ξηρασία μπορεί να παρουσιάσει ακόμα και δύο φορές μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο σε σχέση με ποικιλία που δεν προσαρμόζεται σε ξερικές συνθήκες σύμφωνα με αποτελέσματα πειραμάτων των **Akcura and Ceri (2011)**. Οι **Martin et al. (2001)** εξέτασαν 10 προγράμματα άρδευσης για να εκτιμήσουν ποια είναι τα κρίσιμα στάδια όπου η καλλιέργεια επηρεάζεται σημαντικά από την επίδραση της ξηρασίας. Κατέληξαν στο γεγονός ότι δεν υπάρχει κάποιο κρίσιμο στάδιο για το φυτό αλλά οι αρδεύσεις (αν γίνονται) πρέπει να ρυθμίζονται ανάλογα με την συγκέντρωση της υγρασίας στο έδαφος. Από την άλλη οι **Shanahan and Dillon (1995)** αναφέρουν ότι η βρώμη καλό είναι να έχει επάρκεια σε υγρασία ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της αλλά και στο γέμισμα των σπόρων.

2.1.2.3.Θερμοκρασία

Η βρώμη από τα χειμερινά σιτηρά είναι το πιο ευαίσθητο στις χαμηλές κυρίως αλλά και στις υψηλές θερμοκρασίες που επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην γονιμοποίηση και στην ωρίμανση του σπόρου (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Στις δροσερές περιοχές καλό είναι να καλλιεργείται η κοινή βρώμη ενώ σε μέρη με υψηλές θερμοκρασίες καλό είναι να καλλιεργείται η ερυθρή βρώμη (*Avena byzantina*) (**Δαλλιάνης, 1983**). Επιπλέον το γένος *Avena stirigosa* προτείνεται για ορεινές περιοχές όπου η θερμοκρασία καλοκαιριού είναι σχετικά χαμηλή (**Suitte, undated**). Συγκεκριμένα το όριο θερμοκρασιών φυτρώματος είναι 1-2 °C (**Σφήκας,**

1991). Σε έρευνα των **Webb et al. (1994)** παρατηρήθηκε ότι οι ανοιξιάτικες ποικιλίες όταν περάσουν το κρίσιμο στάδιο του φυτρώματος έχουν ανοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες ως -8°C ενώ οι χειμερινές -10°C . Ωστόσο αν έχουμε να κάνουμε με μη σκληραγωγημένα φυτά η ανοχή φτάνει το πολύ ως -6°C (**Eagles et al., 2006**). Συγκεκριμένα οι **Martin et al. (1998)** ανέπτυξαν μοντέλο με σημαντικό συντελεστή συσχέτισης $r^2=0,97$ που εκτιμά το ρυθμό φυτρώματος ανάλογα με τις θερμομονάδες (με βάση τις θερμοκρασίες εδάφους άνω των $1,5^{\circ}\text{C}$ και θερμοκρασίες αέρα άνω των $4,5^{\circ}\text{C}$). Γενικότερα, το φυτό αναπτύσσεται σε ένα εύρος 6 με 24°C (**Assefa, 2006**). Ωστόσο, για την δημιουργία καρποφόρων οργάνων καλό είναι να επιδρούν θερμοκρασίες $10-12^{\circ}\text{C}$ ενώ η διαδικασία αυτή επιταχύνεται όταν επικρατούν θερμοκρασίες $16-22^{\circ}\text{C}$ (**Gashkova, 2009**). Χαρακτηριστικά, οι **Hellewell et al. (1996)** σε πείραμα επίδρασης τριών θερμοκρασιών ($15, 23, 31^{\circ}\text{C}$) την μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο την εκτίμησαν στην επίδραση θερμοκρασιών 15°C . Οι **Bleken and Skjelvag (1986)** εξέτασαν την επίδραση μήκους ημέρας και θερμοκρασίας (9 ως 21°C) στην πρωιμότητα της καλλιέργειας και παρατήρησαν ότι όσο υψηλότερη θερμοκρασία (21°C) επιδρά τόσο μεγαλύτερη πρωιμότητα στην άνθηση παρατηρήθηκε. Οι **Oztuk and Szaniawski (1981)** αναφέρουν ότι όταν η θερμοκρασία ρίζας είναι στους 30°C το στρες που υποβάλλεται στο φυτό είναι σημαντικό. Τέλος, σε πείραμα του **Plit (1935)** από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η επίδραση θερμοκρασιών άνω των 20°C (περίπου 25°C) στην γενικότερη ανάπτυξη του φυτού επιφέρει στο φυτό μεγαλύτερο ύψος. Ενώ από την άλλη οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρουσιάζουν στο φυτό μεγαλύτερη περιεκτικότητα (%) σε ξηρό βάρος στο σύνολο του φυτού (**Plit, 1935 and Klinck and Sim, 1977**).

2.1.2.4. Μήκος ημέρας

Για τα επιτευχθεί το στάχυασμα των φυτών της βρώμης πρέπει να επιδράσει στο φυτό φωτοπερίοδος 15 ως 24 ώρες (**Σφήκας, 1991**). Ωστόσο, η πιο γρήγορη ανάπτυξη του φυτού παρατηρείται σε μήκος ημέρας 15 ωρών ενώ όσο αυξάνονται οι ώρες ημέρας τόσο μειώνεται ο ρυθμός ανάπτυξης (**Martin et al., 1998**). Ωστόσο, έχουν αναπτυχθεί ποικιλίες ευαίσθητες ή μη στην φωτοπερίοδο και επιλέγονται με βάση το μήκος ημέρας μια περιοχής ώστε να μην επηρεάζεται η τελική παραγωγή (**Mendez, 1996**).

2.1.2.5.Λίπανση

Οι **Mohr et al. (2007)** εφάρμοσαν αζωτούχα λίπανση σε καλλιέργεια βρώμης για να καταλήξουν στην ιδανικότερη δοσολογία. Συγκεκριμένα εφάρμοσαν δόσεις αζώτου από 2 ως 12 κιλά ανά στρέμμα (σε μορφή ουρίας) και παρατήρησαν ότι η ιδανικότερη δόση για να έχουμε την καλύτερη δυνατή παραγωγή είναι τα 10 κιλά αζώτου ανά στρέμμα ενώ οι **Marino et al. (1992)** κάνουν λόγο για 15 κιλά αζώτου ανά στρέμμα. Όταν προορισμός είναι ο σπόρος καλό είναι να εφαρμόζεται η λίπανση σε δύο δόσεις, μια μικρή δόση στην σπορά και το μεγαλύτερο μέρος της λίπανσης το Φεβρουάριο. Ωστόσο, προσοχή πρέπει να δίνεται στην περίπτωση του αζώτου γιατί αν διαθέτουμε και γόνιμο έδαφος οι υψηλές δόσεις αζωτούχας λίπανσης επιφέρουν πλάγιασμα της φυτείας. Σύμφωνα με τους **Jacobsen et al. (2005)** για μια παραγωγή περίπου 217 κιλά ανά στρέμμα απομακρύνονται από τον αγρό περίπου 8,25 κιλά αζώτου. Συγκεκριμένα ο **Assaeed (1994)** αναφέρει ότι αζωτούχα λίπανση στα 15 κιλά ανά στρέμμα επιφέρει μειωμένη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία στο φυτό. Όσον αφορά τον τρόπο εφαρμογής, οι **Van Lierop and Tran (1980)** αναφέρουν ότι δεν επηρεάζεται η παραγωγικότητα της βρώμης από την μορφή χορήγησης του αζώτου (νιτρικά, αμμωνιακά, ουρία) τις περισσότερες φορές ενώ είναι κάποιες περιπτώσεις που τα νιτρικά δίνουν καλύτερα αποτελέσματα. Οι **Ahmad et al. (2011)** αναφέρουν ότι η ανόργανη πηγή τροφοδότησης αζώτου για την καλλιέργεια της βρώμης είναι προτιμότερη από την οργανική ενώ αντίθετα οι **WenXing et al (2008)** αναφέρουν ότι βιολογικά λιπάσματα με δράση μικροοργανισμών επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα. Η αλήθεια είναι κάπου στην μέση καθώς σύμφωνα με τους **Jayanthi et al. (2001)** αν συνδυαστούν οργανικά λιπάσματα (όπως κόμποστ) με μόλις το 50% της συνιστώμενης δοσολογίας σε λίπασμα τότε τα αποτελέσματα θα είναι πιο θετικά σε σχέση με την απόλυτη εφαρμογή λιπάσματος. Όσον αφορά την δόση φωσφόρου οι **Mohr et al. (2007)** εξέτασαν δοσολογίες από 0 ως 2,6 κιλά ανά στρέμμα και παρατήρησαν ότι οι αποδόσεις αυξάνονται με την προσθήκη του φωσφόρου ενώ η ποιότητα του προϊόντος δεν μεταβάλλεται. Σύμφωνα με τον **Saastamoinen (1998)** η προσθήκη φωσφόρου συμβάλει ουσιαστικά στην αύξηση του βάρους του σπόρου στην βρώμη. Ακόμα οι **Canto et al. (2003)** αναφέρουν ότι στην περίπτωση του φωσφορούχου λιπάσματος είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση του σε ένα βάθος από 5 ως 15 cm. Τέλος, η εφαρμογή του καλίου δεν επιφέρει μεγάλες διαφορές επομένως δεν κρίνεται απαραίτητη η προσθήκη του, ειδικά για την Ελλάδα σε σπάνιες

περιπτώσεις προτείνεται. Τέλος, σύμφωνα με τους **Mask et al. (1994)** καλό είναι σε αμμώδη εδάφη να εφαρμόζεται περίπου 1 κιλό θείου ανά στρέμμα.

2.1.2.6.Σπορά

Ενώ στις περισσότερες περιοχές του κόσμου η σπορά γίνεται την άνοιξη στην Ελλάδα πραγματοποιείται το φθινόπωρο για την αποφυγή κυρίως τεχνητών αρδεύσεων. Άλλωστε στην χώρα οι θερμοκρασίες του χειμώνα δεν είναι ιδιαίτερα χαμηλές σε σχέση με άλλες χώρες του βορρά. Ωστόσο καλό είναι η σπορά να γίνεται νωρίς για να αποφεύγονται οι χειμερινοί παγετοί. Για την παραγωγή καρπού προτιμούνται 7-10 κιλά ανά στρέμμα ενώ για παραγωγή βιομάζας 15-20 κιλά ανά στρέμμα. (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Οι αποστάσεις γραμμή από γραμμή διαμορφώνονται κυρίως στα 15 εκατοστά (**Σφήκας, 1991**) ενώ οι **Marshall and Ohm (1987)** αναφέρουν ότι μπορούν να επιτευχθούν μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο σε μικρότερες αποστάσεις. Οι **Kumar et al. (2006)** εξέτασαν δοσολογίες σπόρου από 6 ως 10 κιλά ανά στρέμμα και δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές στην τελική παραγωγή σπόρου. Από την άλλη, οι **Marshall et al. (1987)** σύγκριναν τρεις δόσεις (6,7, 10,1 και 13,4 kg ανά στρέμμα) και παρατήρησαν ότι οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο κυρίως επιτυγχάνονται στην δόση 10 κιλών ανά στρέμμα. Έτσι γίνεται κατανοητό ότι δοσολογίες άνω των 10 kg δεν ωφελούν σε κάτι αν ζητούμενο είναι η απόδοση σε σπόρο. Οι **Peltonen-Sainio and Jarvinen (2008)** αναφέρουν έναν λιγότερο πρακτικό τρόπο αλλά πιο ακριβή καθώς δεν λαμβάνει υπόψη το βάρος του σπόρου, έτσι κάνουν λόγο ότι ικανοποιητική απόδοση σε βιομάζα και σπόρο μπορεί να επιτευχθεί με δοσολογίας 600-700 σπόρων ανά m². Γενικότερα σύμφωνα με τους **Browne et al. (2003)** προτείνεται περίπου πυκνότητα φυτρωμένων φυτών 300 ανά τετραγωνικό για αποκλειστική παραγωγή σπόρου. Το βάθος σποράς καλό είναι να είναι στα 5-6 εκατοστά (**Δαλιανης, 1983**).

Η σπορά γίνεται με σπαρτικές σιτηρών ή με διασπορά των σπόρων σε συνδυασμό με επιπλέον πέρασμα με τον γεωργικό ελκυστήρα για την κάλυψη του σπόρου.

2.1.2.7.Συγκομιδή

Περίοδος Συγκομιδής

Για τις χορτοδοτικές ποικιλίες η συγκομιδή γίνεται λίγο πριν το στάδιο του ξεσταχυάσματος (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Σύμφωνα με τον **Δαλλιάνη (1983)**

πρέπει ο σανός να κόβεται στο στάδιο της μαλακής ζύμης του σπόρου. Από την άλλη ο **Σφήκας (1991)** ορίζει ως καταλληλότερη στιγμή το στάδιο του γάλακτος. Οι **Hussain et al. (1995)** αναφέρουν ότι στο στάδιο της μαλακής ζύμης σημειώνεται η μεγαλύτερη ποσότητα ξηρής βιομάζας ενώ στο στάδιο του γάλακτος έχουμε τον ιδανικότερο συνδυασμό ικανοποιητικής βιομάζας και ποιότητας.

Για τις καρποδοτικές ποικιλίες η συγκομιδή καλό είναι να γίνεται έγκαιρα διαφορετικά θα έχουμε απώλειες λόγω τινάγματος του σπόρου. Συγκεκριμένα η συγκομιδή των σπόρων γίνεται όταν το μεγαλύτερο μέρος των κόκκων έχει περάσει το στάδιο της σκληρής ζύμης και δεν παρατηρείται το πράσινο χρώμα σε κανένα σημείο του φυτού (**Δαλλιάνης, 1983**).

Τρόπος συγκομιδής

Για την συγκομιδή του σανού αρχικά το προϊόν κόβεται με χορτοκοπτικό και έπειτα αφήνεται στο έδαφος σε σειρές να αποξηραθεί για ένα διάστημα και τέλος γίνεται η δεματοποίηση. Αν είναι επιθυμητό το ενσίρωμα απλά η κοπή γίνεται σε μικρότερα κομμάτια και το προϊόν πάει απευθείας στο σιρό.

Για την συγκομιδή σπόρου χρησιμοποιούνται θεριζοαλωνιστικές μηχανές αφού γίνει η κατάλληλη τροποποίηση ενώ αν η υγρασία του σπόρου δεν είναι κατάλληλη (κάτω του 14%) τότε αρχικά το φυτό κόβεται, αφήνεται να ξεραθεί στο έδαφος για 4-5 ημέρες και έπειτα αλωνίζεται.

2.1.2.8.Αποδόσεις

Η απόδοση σε σπόρο της βρώμης κυμαίνεται από 170 ως 220 κιλά ανά στρέμμα (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**) ενώ οι **Akcura et al. (2005)** αναφέρουν ένα εύρος παραγωγής σπόρου από 100 ως 460 κιλά ανά στρέμμα ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν. Αυτή την στιγμή στην χώρα σύμφωνα με στοιχεία της **ΕΣΥΕ (2006)** οι στρεμματικές αποδόσεις είναι περίπου στα 195 κιλά.

Το δυναμικό απόδοσης σε ξηρή βιομάζα μπορεί να περάσει και τα 1000 κιλά το στρέμμα (**Assaeed, 1994**) ενώ οι **Chohan et al. (2004)** σε πειράματα αποδόσεων πέτυχαν αποδόσεις νωπής βιομάζας από 4400 ως 6100 κιλά ανά στρέμμα.. Οι παραπάνω αποδόσεις είναι σε ερευνητικές εφαρμογές, πρακτικά σε πραγματικές συνθήκες αγρού οι αποδόσεις που παρουσιάζονται είναι σίγουρα πιο χαμηλές. Συγκεκριμένα σύμφωνα με έρευνα των **Fraser and McCartne (2004)** στον Καναδά (παραδοσιακή καλλιέργεια) οι στρεμματικές αποδόσεις φτάνουν το πολύ στα 925

κιλά ανά στρέμμα. Αντίστοιχα σε άλλα μέρη η στρεμματική απόδοση σε ξηρή βιομάζα κυμαίνεται από 289 ως 700 κιλά (**Gyeltshen, 2004**). Γενικότερα στην βιβλιογραφία υπάρχει μεγάλη σύγχυση όσον αφορά τις στρεμματικές αποδόσεις βιομάζας καθώς ποικίλουν ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, την εποχή σποράς, την εποχή συγκομιδής, την επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας καθώς και την περιεκτικότητα σε υγρασία συγκομιδής. Η στρεμματική απόδοση στην Ελλάδα σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ (2006) για παραγωγή σανού είναι 352 κιλά.

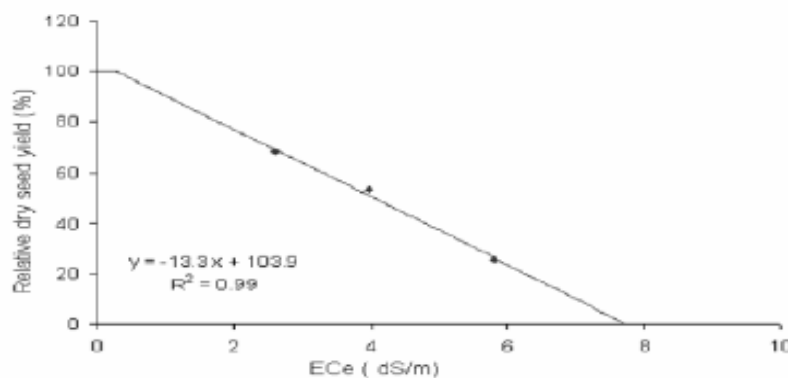
Σε συγκαλλιέργεια βίκου με βρώμη έχουν εκτιμηθεί αποδόσεις ξηρής βιομάζας ανάλογα με την αναλογία σποράς από 480 ως 720 κιλά (**Tuna and Orak, 2007**) όπως και οι **Rahetlah et al. (2010)** όπου υπολόγισαν αποδόσεις ως και 771 κιλά ανά στρέμμα (ανάλογα όσο αυξάνεται η παρουσία της βρώμης αυξάνουν και αποδόσεις) ενώ οι **Caballero et al. (1995)** αναφέρουν αποδόσεις περίπου 430 κιλά ενώ παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα των **Erol et al. (2009)**. Ενδιαφέρον ωστόσο παρουσιάζει και μια έρευνα των **Lathouridis et al. (2006)** όπου υπολογίστηκε στρεμματική απόδοση σε μείγμα 958 κιλά ανά στρέμμα.

Στο σημείο αυτό οφείλουμε να τονίσουμε κάτι που θα αφορά όλα τα στοιχεία αποδόσεων που αναφέρονται από εδώ και στο εξής. Γενικά ίσως διακρίνουμε από έρευνα σε έρευνα διαφορετικές αποδόσεις μεταξύ τους με υψηλή παραλλακτικότητα. Οι αποδόσεις μεταξύ των μελετών πρώτον και κύριο είναι λογικό να διαφέρουν λόγω διαφορετικής επίδρασης βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων. Ακόμα ενδέχεται να παρουσιάζονται διαφορετικά αν δεν αναφέρονται οι ερευνητές σε απόλυτα ξηρή βιομάζα και έτσι στην παρούσα εργασία θα γίνεται λόγος μόνο σε αποδόσεις ξηρής βιομάζας ενώ από την άλλη μικρές διαφορές στην υγρασία του σπόρου πάλι μπορεί να προκαλέσουν διαφορές. Απαραίτητο σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται η υγρασία συγκομιδής. Επιπλέον ακόμα και ο τρόπος συγκομιδής μπορεί να προκαλέσει αποκλίσεις μεταξύ των μελετών στις αποδόσεις καθώς άλλοι ερευνητές πραγματοποιούν συγκομιδή με το χέρι σε μικρές επιφάνειες και άλλη με μηχανές συγκομιδής σε μεγαλύτερες επιφάνειες. Οποσδήποτε η συγκομιδή με το χέρι τις περισσότερες των περιπτώσεων παρουσιάζει μικρότερη απώλεια συγκομιδής σε σχέση με την συλλογή με μηχανές που ωστόσο όμως προσεγγίζουν τις πραγματικές συνθήκες.

2.1.3. Τεχνική καλλιέργειας Μπιζελιού (*Pisum sativum*)

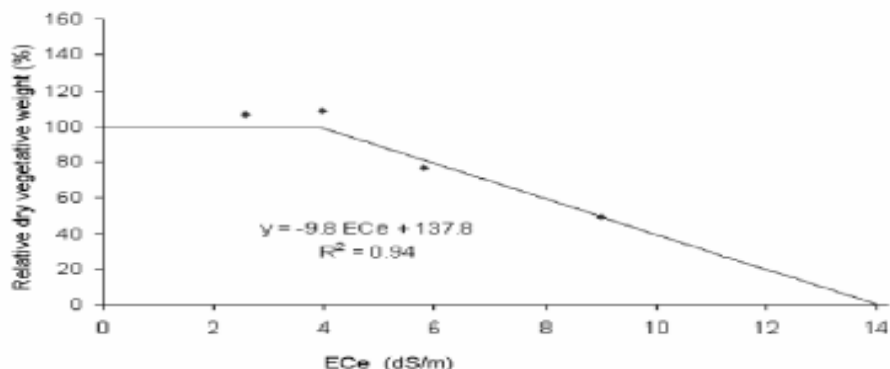
2.1.3.1. Έδαφος

Το μπιζέλι μπορεί να προσαρμοστεί σε ποικιλία εδαφών, ωστόσο προτιμά τα γόνιμα αργιλοπηλώδη με πολύ καλή στράγγιση με pH 5,6 -7,5 (Αυγουλάς et al, 2001 and Pavek, 2012). Ωστόσο καλό θα ήταν οι τιμές του pH να περιορίζονται κάτω του 7. Ο λόγος είναι ότι σε συνθήκες οξύτητας άνω του 7 το Mn δεν προσλαμβάνεται από το φυτό και προκαλείται τροφοπενία. (Μήτσιος, 2004). Η έλλειψη μαγγανίου στο έδαφος επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια του μπιζελιού καθώς αναπτύσσονται κηλίδες (mursh spot) στο εσωτερικό των σπόρων (Glasscock and Wain, 1940). Από την άλλη σε αρκετά όξινα συνθήκες εδάφους (4,6) σύμφωνα με τους Skrdleta et al., (1991) δραστηριότητες όπως η μείωση ακετυλενίου (άρα και δράση αζωτοδέσμευσης (Dilworth, 1966)) των αζωτοβακτηριδίων ήταν υψηλή. Τα εδάφη που είναι πηλώδη και βαριά πρέπει να αποφεύγονται λόγω της κακής τους στράγγισης όπως και πολύ γόνιμα εδάφη διότι μπορεί να επιφέρουν πλάγιασμα του φυτού (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2005). Χαρακτηριστικά αναφέρεται σε πείραμα των Jayasundara et al. (1998) όταν η υγρασία στο έδαφος είναι σε κορεσμό τότε οι αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη της ρίζας είναι δυσμενέστερες στο μπιζέλι σε σχέση με άλλα ψυχανθή όπως το λούπινο, την φακή, το κουκί και το ρεβίθι. Ωστόσο, από άποψη εκτίμησης αναστολής βλαστικής ανάπτυξης το μπιζέλι αντέδρασε καλύτερα σε συνθήκες κακής στράγγισης σε σχέση με τα άλλα ψυχανθή. Το έδαφος εγκατάστασης μιας καλλιέργειας μπιζελιού καλό θα ήταν να έχει αλατότητα ως 0,6 ds/m αν σκοπός μας είναι η παραγωγή σπόρου (Duzdemir et al., 2009). Συγκεκριμένα, άνω αυτής της συγκέντρωσης αναφέρονται μειώσεις 13% στην απόδοση ξηρού σπόρου για κάθε μία μονάδα αύξησης αλατότητας (Γράφημα 4).



Γράφημα 4: Συσχέτιση αλατότητας εδάφους με παραγωγή ξηρού βάρους σπόρου (Duzdemir et al., 2009).

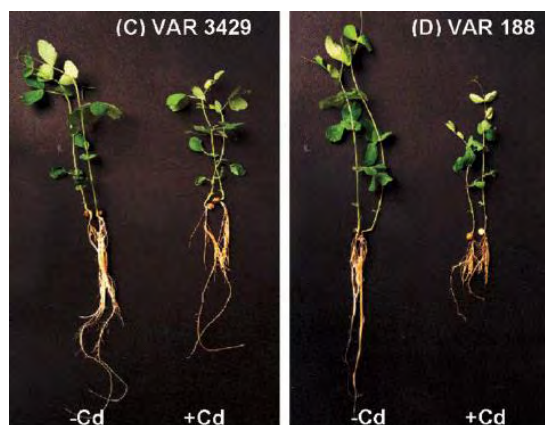
Όσον αφορά όμως την βλαστική ανάπτυξη δεν επηρεάζεται για τιμές αλατότητας εδάφους ως και 4 ds/m (Duzdemir et al., 2009).



Γράφημα 5: Συσχέτιση αλατότητας εδάφους με βλαστική ανάπτυξη (Duzdemir et al., 2009).

Σε μια άλλη έρευνα όμως των **Cokkizgin and Colkezen (2012)** αναφέρεται ότι παράμετροι φυτρώματος επηρεάζονται από συγκεντρώσεις άλατος από 0,3 ds/m και άνω. Τέλος να αναφέρουμε ότι η παρουσία του αλατιού δεν είναι ιδιαίτερα τόσο τοξική για το μπιζέλι αλλά επηρεάζει το φαινόμενο της ώσμωσης καθώς με την παρουσία άλατος το φυτό δεν μπορεί να απορροφήσει νερό (**Okcu et al., 2005**).

Όσον αφορά σε συνθήκες ρυπασμένων εδαφών το μπιζέλι είναι πολύ ευαίσθητο και υπάρχει σημαντική αναστολή στην ανάπτυξή του όταν υπάρχει συγκέντρωση καδμίου. Οι περισσότερες βιβλιογραφικές πηγές κάνουν λόγο για όριο ανοχής καδμίου στα 0,50 mM (**Siddique et al., 2009 and Rodriguez- Serano et al. 2006**). Ωστόσο αυτή η ανοχή μπορεί να διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία όπως φαίνεται στην εικόνα 5 που δείχνει πως έχουνε αντιδράσει δυο διαφορετικές ποικιλίες (**Metwally et al., 2005**). Αντίστοιχα, αρνητικές είναι οι επιπτώσεις ρυπασμένων εδαφών με αρσενικό, ψευδάργυρο και με μόλυβδο παρουσιάζοντας σημαντική αναστολή ανάπτυξης. Συγκεκριμένα, τα όρια ανοχής αρσενικού στο έδαφος είναι 24 μmol , για τον μόλυβδο 1,4 mmol και για τον ψευδάργυρο 3,2 mmol (**Paivoke, 2003**). Συμπερασματικά, το μπιζέλι από άποψη εδάφους δεν είναι φυτό τόσο ευπροσάρμοστο όσο ο βίκος και δεν προτείνεται για την αξιοποίηση περιοχών ρυπασμένων με βαρέα μέταλλα.



Εικόνα 1: Επίδραση εδαφών με κάδμιο στην ανάπτυξη του μπιζελιού (Metawally et al. 2005).

2.1.3.2.Θερμοκρασία

Γενικά το μπιζέλι είναι φυτό δροσερών περιοχών. Το κτηνοτροφικό μπιζέλι είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στο κρύο καθώς έπειτα από το φύτευμα (στους 1 με 2 °C) και το πέρας της σκληραγώγησης μπορεί να αντέξει από -6 ως -16 °C ανάλογα την επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας. Ωστόσο, κατά την περίοδο της άνθησης η ανοχή στο κρύο περιορίζεται στους -2 ως -3 °C (Αυγουλάς και άλλοι, 2001 και Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Σε πειράματα εργαστηρίου που έχουν πραγματοποιηθεί το πιο ανθεκτικό στο ψύχος ψυχανθές είναι το μπιζέλι ενώ σε πειράματα πεδίου προηγούνται η φακή και το κουκί (Murray et al., 1988). Συγκεκριμένα, οι ποικιλίες που είναι ευαίσθητες στο κρύο αναγνωρίζονται μορφολογικά καθώς έχουν μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα, υψηλή φυτική βιομάζα και συρρικνωμένους σπόρους. Αντίθετα οι υψηλές θερμοκρασίες και ιδιαίτερα την περίοδο της άνθισης μπορεί να είναι επιζήμιες για τις καλλιέργειες που προορισμό έχουν την παραγωγή σπόρου καθώς μειώνονται οι αποδόσεις (Αυγουλάς και άλλοι, 2001 και Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005). Ακόμα, από τους 25 ως 32 °C παρατηρείται αναστολή ανάπτυξης της ρίζας σύμφωνα με τους Gladish and Rost (1993) ενώ η ανθεκτικότητα του φυτού στις υψηλές θερμοκρασίες φτάνει ως και 45 °C (Leitch, 1916). Επιπλέον με την αύξηση της θερμοκρασίας του φύλλου (άνω των 25 °C και ιδιαίτερα σημαντικά άνω των 30 °C) μειώνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα (Haldimann and Feller, 2005 and Sakalauskiene et al., 2009) Επίσης, οι υψηλές θερμοκρασίες συμβάλουν στην ανάπτυξη ενός σημαντικού εχθρού του μπιζελιού, του βρούχου (Sousa- Majer et al., 2004). Από την άλλη οι θερμοκρασίες από 5 ως 20 °C συμβάλουν στην σοβαρή μυκητολογική ασθένεια *Mycosphaerella pinodes* που προσβάλλει κυρίως τους λοβούς (Roger et al., 1999)

αποδεικνύοντας ότι η διαχείριση των έχθρων και των ασθενειών χρειάζονται ξεχωριστή προσέγγιση.

Σύμφωνα με τους **Hartmann et al. (1988)** οι ιδανικές θερμοκρασίες ανάπτυξης του μπιζελιού είτε για παραγωγή σπόρου είτε για βιομάζα είναι 12 με 18 °C ενώ ο **Gashkova (2009)** κάνει λόγο για ένα εύρος από 18 ως 25 °C. Ο **Gashkova (2009)** αναφέρει ότι για ανάπτυξη βλαστικών οργάνων ιδανικές είναι θερμοκρασίες από 12 ως 16 °C, για ανάπτυξη καρποφόρων οργάνων 16 ως 20 °C και για ωρίμανση των οργάνων αυτών από 16 ως 22 °C.

Ο **Stanfield (1965)** εξέτασε την επίδραση θερμοκρασιών από 4 ως 32 °C. Αρχικά, παρατήρησε ότι όσο αυξανόταν οι θερμοκρασίες υπήρχε αντίστοιχη αύξηση βλαστικής ανάπτυξης. Ο μεγαλύτερος ρυθμός επιμήκυνσης του φυτού παρατηρήθηκε σε θερμοκρασία ημέρας 21 °C και θερμοκρασία νύχτας 12 °C. Τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε ξηρή ουσία βιομάζας τις πετυχαίνουμε για θερμοκρασίες από 15 ως 21 °C. Από την άλλη η απόδοση σε σπόρο μειώνεται σταδιακά σε μελέτη θερμοκρασιών από 15 ως 32 °C. Όσον αφορά την δράση των αζωτοβακτηρίων η μεγαλύτερη παρατηρείται στους 20 °C (**Naeem et al., 2008**).

2.1.3.3.Υγρασία

Το μπιζέλι είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε υγρασία εδάφους λόγω κυρίως ότι είναι επιπολαιόριζο (**Παπακώστα-Τασοπούλου, 2005**). Ο **Saha (2011)** εκτίμησε σύμφωνα με το μοντέλο Hargreaves ότι η καλλιέργεια απαιτεί περίπου 490mm βροχής. Σύμφωνα με τον **Nielssen (2001)** η απόδοση σε σπόρο είναι ανάλογη του ύψους βροχής ενώ αναφέρει ότι η ρίζα του φυτού μπορεί να εκμεταλλευτεί υδάτινους πόρους ως 75 cm. Ωστόσο, σύμφωνα με τον **McIntyre (1971)** η επέκταση των πλευρικών ριζών εξαρτάται από την επίδραση και τη ένταση του υδατικού στρες. Σε μελέτη ανάπτυξης μπιζελιού που έκαναν σε υπόστρωμα βερμικουλίτη οι **Tsuda et al. (2003)** απέδειξαν ότι η ρίζα του μπιζελιού επεκτείνεται και παρουσιάζει υδροτροπισμό προς τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους. Ωστόσο, το πείραμα εφαρμογής έγινε σε βερμικουλίτη, σε συνθήκες εδάφους τα αποτελέσματα μπορεί να ισχύουν σε επιφανειακές μεθόδους άρδευσης όπως η στάγδην και όχι σε μεθόδους όπου το διαθέσιμο νερό καταλήγει σε βαθύτερα στρώματα.

Η έλλειψη υγρασίας του εδάφους είναι πιο σημαντική κατά την διάρκεια της ανθοφορίας και έπειτα κατά τη διάρκεια γεμίσματος του σπόρου καθώς είναι δύο περίοδοι κρίσιμοι για την εξέλιξη της παραγωγής. Αντίθετα, σε στάδια ανάπτυξης

μέχρι την ανθοφορία το μπιζέλι δεν επηρεάζει σημαντικά την τελική παραγωγή αν δεν υπάρχει επάρκεια σε νερό (**Salter and Drew, 1965**). Έτσι, αν δεν είναι αρδευόμενο το μπιζέλι πρέπει να αποφεύγονται περίοδοι ξηρασίας στις κρίσιμες περιόδους (άρα σωστή στιγμή σποράς) ειδάλλως παρουσιάζεται μείωση στην παραγωγή σπόρου που μπορεί να φτάσει ως και 33% (**Silim et al., 1992**). Ακόμα, σε συνθήκες ξηρασίας μπορεί να έχουμε απώλειες στο 50% των ανθέων αλλά και ως το 60% των φύλλων (**Nunez Barrios et al., 2005**). Όταν δεν υπάρχει επάρκεια νερού σε ένα μέρος η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας με ανθεκτικότητα σε ξηρασία μπορεί να δώσει λύσεις (**Albino and Leone, 1993**). Συγκεκριμένα ποικιλίες με μικρότερο μέγεθος φύλλου είναι πιο ανθεκτικές (**Baigorri et al., 1999**). Ωστόσο, ενδιαφέρον παρουσιάζει και ο εμβολιασμός με ριζοβακτήρια που περιέχουν ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylate) καθώς βρέθηκε ότι αυξάνουν την ανθεκτικότητα των φυτών στην ξηρασία (**Zahir et al., 2008**).

Μορφολογικά οι **Netto et al. (1995)** κατέληξαν ότι όσο μειώνεται η διαθέσιμη υγρασία τόσο μικρότερα σε μέγεθος φύλλα παρουσιάζει το φυτό. Ακόμα, ο ρυθμός ανάπτυξης της επικοτύλης επιβραδύνεται σημαντικά (**Sanchez et al., 2004**). Όσον αφορά την αναστολή διεργασιών του φυτού όπως διαπνοή και φωτοσύνθεση αναστέλλονται σημαντικά σε περιόδους ξήρανσης καθώς αυξάνεται το κλείσιμο των στομάτων και νεκρώνεται περίπου το 25% αυτών (**Olszyk and Tibbits, 1981**).

2.1.3.4.Μήκος ημέρας

Η επίδραση του μήκους ημέρας στο μπιζέλι εξετάζεται συνδυαστικά με την επίδραση της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με έρευνα των **Berry and Aitkin (1979)**, υπάρχουν ποικιλίες που είναι ανεξάρτητες φωτοπεριόδου και ποικιλίες που είναι ευαίσθητες στην φωτοπερίοδο. Από την άλλη σε έρευνες των **Truong and Duthion (1993)**, **Chetia et al. (2005)** και **Poebsting et al. (1978)** σημειώνεται ότι η επίδραση της φωτοπεριόδου ευνοεί την άνθηση του φυτού. Όμοια ο **Dolan (1972)** αναφέρει ότι το μεγάλο μήκος ημέρας και η υψηλή ένταση φωτός ευνοεί την ανάπτυξη του μπιζελλιού.

2.1.3.5.Λίπανση

Το φυτό ως ψυχανθές έχει την ικανότητα να δεσμεύει το απαραίτητο άζωτο για αυτό. Καλό είναι ωστόσο όταν γίνεται για πρώτη φορά η εγκατάσταση μπιζελλιού στον αγρό να γίνεται εφαρμογή ελάχιστης αζωτούχας λίπανσης. Ενδεικτικά ο **Jensen**

(1988) παρατήρησε ότι με την προσθήκη αζώτου στην σπορά αυξήθηκε η απόδοση σε βιομάζα ενώ δεν συνέβη το ίδιο για την απόδοση σε σπόρο. Αντιδρά θετικά στην φωσφορούχα λίπανση με περίπου 2,5-6 μονάδες P το στρέμμα ενώ καλό θα ήταν 2,5 με 8 μονάδες καλίου. Δηλαδή αν έχουμε το λίπασμα 0-20-0 για να προσθέσουμε 6 μονάδες φωσφόρου χρειαζόμαστε 30 κιλά λιπάσματος (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001 και Παπακώστα- Τασοπούλου, 2005**). Οι ενδεικτικές λιπάνσεις ίσως είναι ιδανικότερες για την παραγωγή σανού ενώ αν θέλουμε παραγωγή σπόρου μπορούν να αυξηθούν οι δοσολογίες. Γενικότερα, σύμφωνα με τους **Amjad et al. (2004)** με την αύξηση της φωσφορούχας και καλιούχας λίπανσης αυξάνονται οι αποδόσεις σε σπόρο. Χαρακτηριστικά σε πειράματα εφαρμογής οι **Ashraf et al. (2011)** διαπίστωσαν ότι με 12 μονάδες P το στρέμμα σε συνδυασμό με 10 μονάδες καλίου παίρνουμε ιδιαίτερα ικανοποιητικές αποδόσεις σπόρου. Οι **Yemane and Skjelvåg (2003)** σύγκριναν τρεις διαφορετικές δοσολογίες φωσφόρου, μηδενική εφαρμογή, 3 μονάδες ανά στρέμμα και 6 μονάδες. Παρατήρησαν ότι η ξηρή βιομάζα αυξάνει στατιστικά σημαντικά σε κάθε περίπτωση με την αύξηση της δοσολογίας ενώ η παραγωγή σπόρου δεν αυξάνει σημαντικά. Ακόμη, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος αυξήθηκαν σημαντικά με την επίδραση της εφαρμογής. Οι **Gopinath et al. (2009)** αναφέρουν ότι η βιολογική καλλιέργεια μπιζελιού εμφανίζει ως και 15% λιγότερη στρεμματική απόδοση σε σπόρο ενώ οι **Mishra et al. (2010)** αναφέρουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε απόδοση σπόρου και σανού επιτυγχάνουμε με την προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων στο μπιζέλι. Οι **Eaton and John (1971)** αναφέρουν ότι η προσθήκη ασβεστίου αυξάνει το ξηρό βάρος των φύλλων. Ιδιαίτερη ερευνά διεξάγεται όσον αφορά την έλλειψη του ιχνοστοιχείου Mn στο έδαφος που μπορεί να επιφέρει τροφопενία με χαρακτηριστική κηλίδωση στους σπόρους (**Glasscock and Wain, 1940**). Ωστόσο, οι **Moraghan and Grafton (2000)** αναφέρουν ότι η αιτία των συμπτωμάτων δεν οφείλεται στην ανεπάρκεια Mn.

Όπως προαναφέραμε και στην περίπτωση του βίκου οι λιπάνσεις καλό είναι να γίνονται με βάση εδαφολογικές αναλύσεις και το μέρος των στοιχείων που απομακρύνθηκε μέσω της συγκομιδής. Για μια παραγωγή σπόρου 600 κιλών το στρέμμα (νωπό βάρος) απομακρύνονται με την συγκομιδή όλου του φυτού (βιομάζας και σπόρου) περίπου 8 κιλά φωσφόρου ανά στρέμμα (**Poulain and Simon, 1989**).

2.1.3.6.Σπορά

Η κατάλληλη εποχή σποράς για τη χώρα μας για το μπιζέλι είναι Οκτώβριο με Νοέμβριο με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες που προαναφέραμε. Βέβαια, αν υπάρχουν χειμώνες σε βόρεια μέρη της χώρας που πλήττονται από παγετούς καλό είναι η σπορά να μεταφερθεί την άνοιξη όσο το δυνατό νωρίτερα όμως για να αποφύγουμε παρατεταμένα διαστήματα ξηρασίας στην άνθηση.

Όπως και στο βίκο, έτσι και εδώ η δοσολογία του σπόρου στην βιβλιογραφία ποικίλει καθώς εξαρτάται πρώτα από τον προορισμό του φυτού, από το βάρος του σπόρου, την φυτρωτική του ικανότητα και από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής. Συγκεκριμένα, σε πείραμα εφαρμογών πυκνότητας φυτών από 20 ως 120 φυτά/ m² σύμφωνα με τους **Johnston et al. (2002)** βρέθηκε ότι ιδανική δοσολογία σπόρου είναι εκείνη που θα προκύψουν 50-75 φυτά/ m² και έτσι θα έχουμε ιδανική παραγωγή σπόρου. Από την άλλη οι **Uzun and Acikgoz (2008)** αναφέρουν ότι με δοσολογία σπόρου όπου θα προκύψουν 100 φυτά/ m² επιτυγχάνουμε και ικανοποιητικές αποδόσεις τόσο σε σπόρο όσο και σε ξηρή βιομάζα. Η δοσολογία σπόρου σε κιλά ανά στρέμμα διαμορφώνεται ανάλογα το βάρος του σπόρου και την φυτρωτική του ικανότητα και χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το μπιζέλι παρουσιάζει 2700 ως 4500 σπόρους ανά κιλό (**Frame, 2005**). Τέλος, στην Ελλάδα σύμφωνα με τον **Ηλιάδη (2004)** προτείνονται 16 κιλά σπόρου ανά στρέμμα για παραγωγή βιομάζας και 14 κιλά σπόρου ανά στρέμμα για παραγωγή σπόρου.

Στην χώρα μας η σπορά γίνεται με κοινές σπαρτικές μηχανές σιτηρών (**Παπακώστα- Τασοπούλου, 2005**). Ακόμα, είναι εφικτή και η σπορά στα πεταχτά αλλά σίγουρα θα χρειαστεί μεγαλύτερη δοσολογία σπόρου αλλά και επιπλέον πέρασμα με τον γεωργικό ελκυστήρα για την κάλυψη του σπόρου. Ωστόσο, ενδιαφέρον παρουσιάζουν ορισμένες βιβλιογραφικές πηγές που κάνουν λόγο για τις ιδανικές αποστάσεις φύτευσης. Συγκεκριμένα, οι **Shaukat et al. (2012)** συγκρίνοντας αποστάσεις 30 cm, 40 cm, 50 cm και 60 cm βρήκαν ότι τις υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο τις επιτυγχάνουμε με απόσταση μεταξύ των γραμμών στα 50cm (σπορά με σπαρτικής σκαλιστικών τότε). Οι **Calderon et al. (2008)** σύγκριναν αποστάσεις 19 και 76 εκατοστά και βρήκαν ότι τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο τις είχαμε στην απόσταση των 19 εκατοστών. Αντίστοιχα οι **Sadij et al. (2012)** αναφέρουν ότι τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο τις επιτυγχάνουμε με απόσταση μεταξύ των σειρών στα 40 cm. Γενικότερα επικρατεί σύγχυση ερευνητικά για τις ιδανικές αποστάσεις φύτευσης. Οι αποστάσεις πάνω στην γραμμή καλό θα ήταν να είναι στα 15 cm

(Αυγουλάς και άλλοι, 2001). Οι Johnston and Stevenson (2001) αναφέρουν ότι το βάθος σποράς πρέπει να είναι ως 7,6 εκατοστά διότι διαφορετικά δεν έχουμε κανένα όφελος στην τελική παραγωγή.

Δημήτρη αν στοχεύουμε στα 100.000 φ/στρέμα τότε με απόσταση μεταξύ των σειρών 40 εκ θέλουμε 40 φ/μέτρο γραμμής ενώ με 20 εκ θέλουμε 20 δηλαδή ανά 5 εκ ένα φυτό που μοιάζει λογικό.

2.1.3.7.Συγκομιδή

Περίοδος συγκομιδής

Σύμφωνα με τον Clark (2007) η συγκομιδή του μπιζελιού για χρήση σανού γίνεται όταν οι λοβοί είναι καλοσχηματισμένοι. Ο Frame (2005) γίνεται πιο συγκεκριμένος λέγοντας ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ξηρή ουσία είναι όταν έχουν σχηματιστεί και οι λοβοί των κατώτερων τμημάτων αλλά υπάρχει μέρος αυτών που είναι ακόμα πεπλατυσμένο. Τέλος οι Αυγουλάς και άλλοι (2001) αναφέρουν ένα πιο πρακτικό τρόπο συγκομιδής αναφέροντας ότι η κατάλληλη στιγμή συγκομιδής είναι όταν οι πράσινοι σπόροι εσωτερικά των λοβών λιώνουν με την πίεση των χεριών αλλά δεν είναι ακόμα υδαρείς. Όταν δεν συγκομιστεί η χορτομάζα την κατάλληλη στιγμή η ξηρά ουσία της αυξάνεται αργά και η ποιοτική υποβάθμιση είναι αισθητή (Borreani et al., 2007).

Σύμφωνα με την Παπακώστα- Τατσοπούλου (2005) αν προορισμός συγκομιδής είναι ο σπόρος τότε η κατάλληλη στιγμή συγκομιδής είναι όταν το μεγαλύτερο ποσοστό των λοβών έχει χάσει το πράσινο χρώμα και αρχίζει να είναι κιτρινοπράσινο. Δηλαδή, θέλουμε να έχει ωριμάσει το μεγαλύτερο μέρος των καρπών αλλά σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην παρατηρηθούν απώλειες λόγω πτώσης των σπόρων των υπερώριμων κατώτερων λοβών.

Τρόπος συγκομιδής

Όμοια με τον βίκο έτσι και στην περίπτωση του μπιζελιού αν προορισμός παραγωγής είναι η βιομάζα, κόβεται το φυτό με χορτοκοπτικό αφήνεται σε γραμμές να αποξηραθεί και έπειτα γίνονται δέματα. Επιπλέον, αν ζήτημα είναι το ενσίρωμα τότε φροντίζουμε τη κοπή σε μικρότερα κομμάτια και οδηγούμε το προϊόν στο σιρό ή η χορτομάζα δένεται σε κυλινδρικά δέματα που στη συνέχεια τυλίγονται με πλαστικό.

Από την άλλη αν προορισμός είναι η παραγωγή σπόρου τότε υπάρχει η επιλογή του αλωνισμού, την παραμονή στο χωράφι ως τότε όπου θα έχουμε

αποξήρανση και ακολουθεί ο θερισμός του σπόρου. Ακόμη μπορεί να γίνει απευθείας θεριζοαλωνισμός αφού έχουμε εφαρμόσει αποξηραντικό σκεύασμα στην καλλιέργεια. Σε αυτή την περίπτωση όπως και στο βίκο γίνεται κατάλληλη ρύθμιση στην θεριζοαλωνιστική.

2.1.3.8.Αποδόσεις

Αποδόσεις σε σανό μπιζελιού

Στατιστικά για την χώρα οι εκτάσεις για παραγωγή σανού μπιζελιού είναι πολύ περιορισμένες και δεν έχει εκτιμηθεί ακριβώς η στρεμματική απόδοση ούτε από στοιχεία του ΕΣΥΕ ούτε από εκθέσεις που παρουσιάζει το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης. Το δυναμικό παγκοσμίως, έπειτα από αξιολόγηση 8 ποικιλιών οι **Tamsoc et al. (2009)** παρουσιάζουν αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα από 406 ως 503 kg ανά στρέμμα. Ενώ οι **Krall et al. (2006)** αναφέρουν 375 kg/ στρ. σανού σε ξερικές συνθήκες που μπορεί να φτάσει ως 825 κιλά ανά στρέμμα σε συνθήκες ικανοποιητικής άρδευσης. Αντίστοιχα, σε ελληνική βιβλιογραφία οι **Αυγουλάς και άλλοι (2001)** αναφέρουν αποδόσεις σε σανό από 600 ως 950 κιλά ανά στρέμμα.

Αποδόσεις σε σπόρο

Σύμφωνα, με το **Υπ.Α.Α.Τ. (2007)** στην χώρα οι στρεμματικές αποδόσεις κτηνοτροφικού σπόρου είναι περίπου 165 κιλά. Αντίστοιχα σε αξιολόγηση 8 ποικιλιών από τους **Tamsoc et al. (2009)** προέκυψε δυναμικό από 149 ως 179 kg/ στρέμμα σπόρου ενώ οι **Krall et al. (2006)** αναφέρουν αποδόσεις από 190 ως 250 kg/ στρέμμα. Όμοια, σε ελληνική βιβλιογραφία οι **Αυγουλάς και άλλοι (2001)** αναφέρουν δυναμικές αποδόσεις σε σπόρο από 140 ως 250 κιλά ανά στρέμμα.

2.1.4. Τεχνική καλλιέργειας Τριτικάλε (*Triticosecale sp.*)

2.1.4.1.Έδαφος

Το τριτικάλε είναι προϊόν διασταύρωσης σιταριού και σίκαλης. Είναι δυνατόν να αναπτυχθεί σε ποικιλία εδαφών και έχει χαρακτηριστική ανοχή σε σχέση με τα άλλα σιτηρά σε έντονα όξινα εδάφη, υψηλής περιεκτικότητας σε άργιλο καθώς και σε συνθήκες εδαφών που δεν στραγγίζουν ικανοποιητικά (**Waratah Seed Company Ltd., 2011**). Ο χαλκός στο έδαφος γενικότερα βοηθά στον μεταβολισμό του αζώτου και τις περισσότερες φορές είναι διαθέσιμος αλλά μπορεί να μην είναι αφομοιώσιμος. Έτσι σύμφωνα με τους **Harry and Graham (1981)** στην περίπτωση του τριτικάλε το pH αλληλεπιδρά με την διαθεσιμότητα του χαλκού και έτσι ο Cu είναι περισσότερο

αφομοιώσιμος σε pH εδάφους 5 παρά σε pH 8,4 (μπορεί να παρατηρηθεί ακόμα και έλλειψη σε τέτοιες τιμές). Εν τέλη, σύμφωνα και με τον **Noworolnik (2009)** οι υψηλότερες αποδόσεις επιτυγχάνονται σε ελαφριά εδάφη με pH άνω του 5,5. Σύμφωνα με τους **Erekul and Kohn (2006)** οι αποδόσεις καλλιέργειας τριτκάλε είναι υψηλότερες σε πηλοαμμώδες έδαφος παρά σε ιλυοαμμώδες. Σε συμπιεσμένο έδαφος ανάπτυξης για το τριτκάλε κυρίως επηρεάζεται η ανάπτυξη των φύλλων ενώ η γενικότερη επίδραση στην ανάπτυξη της ρίζας και στις φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού δεν είναι σημαντική (**Grzesiak, 2006**). Ως καλλιέργεια φυτοθεραπείας ρυπασμένων εδαφών το τριτκάλε έχει την ικανότητα να φιλτράρει κάδμιο (**Karimkhani et al., 2012**). Σύμφωνα με τους **Francois et al. (1988)** το τριτκάλε είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στην αλατότητα. Σε πειράματα εφαρμογής αλάτων παρατηρήθηκε ότι οι αποδόσεις είναι ανεπηρέαστες για συγκέντρωση αλάτων ως και 7,3 ds/m ενώ μετέπειτα μοναδιαία αύξηση επιφέρει και μείωση αποδόσεων ως και 2,8%. Ωστόσο, σύμφωνα με τους **Norlyn and Epstein (1984)** για να έχουμε καθορισμένη υψηλή ανοχή στην αλατότητα πρέπει να επιλέξουμε και τις κατάλληλες ανθεκτικές ποικιλίες τριτκάλε (π.χ. σειρά 6TB37). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι έπειτα από την εξέταση 2 σχετικά πιο ευαίσθητων στην αλατότητα ποικιλιών (Siskiyu και Marache) οι **Richards et al. (1987)** κατέληξαν ότι έπειτα από συγκέντρωση αλάτων άνω των 3 ds/m για κάθε μοναδιαία αύξηση παρατηρείται μείωση στην παραγωγή σπόρου 4,1 με 4,4 % ενώ στην παραγωγή βιομάζας 4,2-4,4%. Ακόμη προσοχή χρειάζεται και στην αξιολόγηση των δύο βιβλιογραφικών πηγών καθώς οι **Francois et al. (1988)** είχαν σαν μέτρο εφαρμογής νερό άρδευσης συγκεκριμένης αλατότητας ενώ οι **Richards et al. (1987)** πήραν δείγματα εδάφους (0-30cm) και προσδιόρισαν την αλατότητα. Οι **Morant-Manceau et al. (2004)** κάνουν μια συγκριτική προσέγγιση λέγοντας ότι το τριτκάλε (ποικιλία T300) είναι πιο ανθεκτικό στην αλατότητα έναντι της σίκαλης αλλά παρουσιάζει την ίδια ανθεκτικότητα σε σχέση με ποικιλία σιταριού. Οποσδήποτε όμως σύμφωνα με έρευνα των **Mashhady et al. (1982)** η αυξημένη αλατότητα εδάφους σε συνδυασμό με υδατική καταπόνηση επηρεάζει την θρέψη και την τελική απόδοση του φυτού αλλά σαν καλλιέργεια το τριτκάλε σύμφωνα με την δικιά τους έρευνα παρουσιάζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε άλατα από το σιτάρι.

2.1.4.2.Υγρασία

Γενικότερα, το τριτικάλε παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα και αποδόσεις σε περιοχές όπου το νερό είναι περιοριστικός παράγοντας (**Falen et al., undated**). Ωστόσο, η αποδοτικότητα της καλλιέργειας τριτικάλε αυξάνει με την αύξηση του διαθέσιμου νερού. Μάλιστα σύμφωνα με αποτελέσματα πειραμάτων των **Karczmarczyk et al. (1997)** και **Milgate (2008)** η απόδοση σε σπόρο και βιομάζα ενδέχεται να αυξηθεί σημαντικά με την εφαρμογή συμπληρωματικής άρδευσης. Αναφέρεται ακόμα και δύο φορές περισσότερη απόδοση σε σχέση με ξηρική καλλιέργεια ενώ δυναμικό απόδοσης σε σπόρο πάνω από 1000 kg ανά στρέμμα. Το τριτικάλε παρουσιάζει σύμφωνα τους **Nielsen et al. (2006)** αποδοτικότητα χρήσης νερού για 1 mm περίπου 1,5-1,7 κιλά ξηρής ουσίας ανά στρέμμα (1,6 kg ξ.ο./στρ./mm) ενώ ο **Martyniak (2002)** αναφέρει ότι η αποδοτικότητα χρήσης νερού του τριτικάλε διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία και από στάδιο ανάπτυξης σε στάδιο ανάπτυξης. Σύμφωνα με τους **Fayaz and Arzani (2011)** η αντοχή στην ξηρασία εξαρτάται ανάλογα και από την ποικιλία τριτικάλε που θα επιλεγεί (πχ. Lasko). Σε σύγκριση με το σιτάρι, οι απόψεις διίστανται όσον αφορά ποιο είδος είναι πιο ανθεκτικό στο υδατικό στρες. Από την μια οι **Fayaz and Arzani (2011)** αναφέρουν ότι το τριτικάλε είναι πιο ανθεκτικό ενώ οι **Perez et al. (2007)** το αντίθετο. Για να έχουμε ωστόσο μια καλύτερη αποτύπωση της πραγματικής κατάστασης τα πάντα εξαρτώνται από την ποικιλία επιλογής, από την ένταση του υδατικού στρες και τέλος από τους άλλους παράγοντες αλληλεπίδρασης (π.χ. γονιμότητα, υφή εδάφους, θερμοκρασία κ.α.). Η επίδραση της ξηρασίας του εδάφους έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στην τελική παραγωγή όταν έχουμε έλλειψη σε υγρασία στο στάδιο του γεμίσματος του σπόρου και στην ωρίμανση του (**Parylak, 2000**). Αντίστοιχα, οι **Ghobadi et al. (2010)** αναφέρουν ότι η επίδραση της ξηρασίας είναι εξίσου σημαντική και αμέσως μετά την άνθηση. Ακόμη, το ριζικό σύστημα του τριτικάλε επηρεάζεται το ίδιο αρνητικά όχι μόνο από την παρατεταμένη ξηρασία αλλά και από την συνεχόμενη υπεράρδευση (**Grzesiak et al., 2002**).

2.1.4.3.Θερμοκρασία

Η αντοχή του τριτικάλε σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι 1-2 °C πιο κάτω από του σιταριού και της σίκαλης (**Poysa et al., 1984**). Το τριτικάλε προσαρμόζεται ικανοποιητικά σε ψυχρές περιοχές καθώς σε πειράματα εφαρμογών κατάφερε να επιφέρει παραγωγή ακόμα και σε εύρος θερμοκρασιών από -4,4 °C ως 4.5 °C (**Varga**

et al., 2006). Ωστόσο, σύμφωνα με τους **Kirchev et al. (2010)** καλό είναι στο στάδιο σποράς ως το στάδιο επιμήκυνσης του στελέχους (παρεμβάλλεται έκπτυξη τρίτου φύλλου και αδέρφωμα) να επικρατούν θερμοκρασίες άνω των 7 °C. Έπειτα από το στάδιο επιμήκυνσης ως την εμφάνιση της ταξιανθίας καλό είναι να επικρατούν θερμοκρασίες 13-14 °C. Τέλος, από την εμφάνιση της ταξιανθίας ως την ωρίμανση καλό είναι θερμοκρασίες άνω των 18 °C. Αποδόσεις σε βιομάζα 655 kg ανά στρέμμα προέκυψε σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια όπου επικράτησε εύρος θερμοκρασιών από 8 ως 15 °C, με την θερμοκρασία να ανεβαίνει σταδιακά από τον Μάιο (σπορά) ως τον Αύγουστο (συγκομιδή) (**Mitchell et al., 1989**). Γενικά, κατά το στάδιο την βλαστικής ανάπτυξης καλό είναι παρατηρείται ένας συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής έντασης ηλιακής ακτινοβολίας (**Puri et al., 1985**).

2.1.4.4.Μήκος ημέρας

Το τριτικάλε είναι φυτό μακράς φωτοπερίοδου. Υπάρχει χαρακτηριστική καθυστέρηση στην άνθιση αν επικρατεί φως λιγότερο από 12 ώρες ανά ημέρα. Συγκεκριμένα απαιτεί 16 ώρες ημέρας ενώ αν επιτευχθούν και παραπάνω πετυχαίνουμε ακόμα μεγαλύτερη πρωιμότητα (**Brouwer, 1977 and Latter and Gustafson, 1980**). Ωστόσο έχουν αναπτυχθεί χειμερινές ποικιλίες που είναι ουδέτερες στην φωτοπερίοδο (ποικιλία 815) (**Ohio Certified Seed, 2009**).

2.1.4.5.Λίπανση

Γενικά η προσθήκη αζωτούχας λίπανσης και το σύνολο των δόσεων εφαρμογής (1 ή 2) επηρεάζουν την απόδοση και την ποιότητα της βιομάζας (**Cazzato et al., 2011**). Οι **Harmony and Thompson (2005)** μελέτησαν την επίδραση αζωτούχας λίπανσης στην απόδοση σπόρου σε καλλιέργεια τριτικάλε. Εφάρμοσαν τέσσερεις δόσεις (2,25, 4,5 , 9, 13,5 kg/ στρ.) και παρατήρησαν την μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο στα 13,5 κιλά αζώτου ανά στρέμμα. Αντίστοιχα, η προσθήκη φωσφόρου που προσδιόρισαν είναι περίπου στα 1,2 κιλά φωσφόρου ανά στρέμμα. Αντίστοιχα και οι **Knapowski et al. (2009)** προτείνουν δόση αζώτου 12 κιλά ανά στρέμμα αλλά και διαφυλλική προσθήκη ψευδαργύρου (0,03 κιλά ανά στρέμμα) ενώ ο **Zecevic (2010)** προσθέτει ότι με την συγκεκριμένη δόση έχουμε και ικανοποιητική ποιότητα τελικού προϊόντος συγκομιδής. Σύμφωνα με τον **Kilcer (undated)** η εφαρμογή των 2 κιλών αζώτου πρέπει να γίνεται στην σπορά ενώ τα άλλα 11,5 κιλά στις αρχές της άνοιξης. Ωστόσο, σύμφωνα με τους **Gulmezoglu and Aytac (2010)** η αντίδραση σε αζωτούχα λίπανσης μπορεί να είναι και μεγαλύτερη καθώς είδαν ότι με

μια δόση 16 κιλών ανά στρέμμα παρατηρείται ακόμα μεγαλύτερη απόδοση σπόρου με την μισή δόση να εφαρμόζεται στην σπορά και η άλλη μισή στο αδέρφωμα. Επιπλέον, οι **Moinuddin and Afridi (1997)** αναφέρουν ότι η απόδοση σε σπόρο μπορεί να αυξηθεί σημαντικά μέχρι εφαρμογής το μέγιστο 20 κιλά αζώτου και 4 κιλά φωσφόρου ανά στρέμμα. Συγκεντρωτικά, οι **Nefir and Tabara (2012)** αναφέρουν ότι εφαρμογή λιπάσματος 16 κιλών αζώτου, 6 κιλών φωσφόρου και 6 κιλών καλίου ανά στρέμμα επιφέρει αποδόσεις ως και 624 κιλά ανά στρέμμα. Ακόμα, η προσθήκη καλίου (ως και 10 κιλά ανά στρέμμα) αυξάνει τις αποδόσεις σε καλλιέργεια τριτικάλε σύμφωνα με τον **Thomas (2007)**. Επιπλέον, σύμφωνα με τον **Feyh et al. (1993)** η λίπανση με θείο αυξάνει την απόδοση σε βιομάζα.

Οι **Kilcer et al. (2010)** εκτίμησαν τις ποσότητες θρεπτικών που απομακρύνονται από το έδαφος από την εφαρμογή καλλιέργειας τριτικάλε. Συγκεκριμένα για απόδοση βιομάζας 500 κιλών ανά στρέμμα απομακρύνονται από τον αγρό 10,25 κιλά αζώτου ανά στρέμμα, 3,4 κιλά φωσφόρου και 17,5 κιλά καλίου ανά στρέμμα. Έτσι, η προσθήκη φωσφόρου που αναφέρεται παραπάνω στα 1,2 κιλά ανά στρέμμα αξίζει διερεύνηση ανάλογα με τα εδαφικά αποθέματα που έχουν. Όταν όμως η καλλιέργεια τριτικάλε σε σύστημα αμειψισπορών ακολουθεί άλλες καλλιέργειες οφείλουμε να γνωρίζουμε τα αποθέματα θρέψης που παρέμειναν στο έδαφος από την καλλιέργεια των προηγούμενων φυτών και έτσι να διαχειριστούμε την προσθήκη λιπασμάτων. Χαρακτηριστικά σύμφωνα με τους **Gibson et al. (2007)** όταν το τριτικάλε εγκαθίσταται μετά από καλλιέργεια καλαμποκιού ή σόγιας τότε αρκούν μόνο 3,3 kg αζώτου ανά στρέμμα για να έχουμε ικανοποιητικές αποδόσεις σε σπόρο.

Οι **Rauw et al. (2012)** αναφέρουν ότι έπειτα από εφαρμογή βιοστερεών ως λίπασμα προέκυψε ότι μπορούν να δώσουν αντίστοιχες αποδόσεις όπως η προσθήκη συμβατικών λιπασμάτων ενώ από βιολογική-οργανική θρέψη προτείνεται προσθήκη 7500 λίτρων κοπριάς ανά στρέμμα (**Syngenta, 2012**).

2.1.4.6. Σπορά

Οι **Giunta and Monzo (2004)** εξέτασαν την δοσολογία σπόρου σε καλλιέργεια τριτικάλε σε συνθήκες Μεσογείου και αναφέρουν ότι με δόση σπόρου ώστε να προκύψουν άνω των 300 φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο παρατηρείται αρκετά μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια άρα και βιομάζα (LAI 2,4). Οι **Bohle et al.**

(1998) εξέτασαν την επίδραση της πυκνότητας φυτών στην τελική απόδοση και παρατήρησαν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην τελική παραγωγή είτε εφαρμόσει κάποιος 178 σπόρους ανά τετραγωνικό μέτρο είτε 333, είτε 444 σπόρους ανά τετραγωνικό μέτρο. Αντίθετα, οι **Mut et al. (2005)** σε πείραμα εφαρμογών βρήκαν ότι για μέγιστη παραγωγή σπόρου προτείνονται 500 σπόροι ανά τετραγωνικό μέτρο. Όσον αφορά για την παραγωγή βιομάζας παράγεται ικανοποιητική απόδοση από 686 ως 1100 κιλά ανά στρέμμα ακόμα και με 300 σπόρους ανά τετραγωνικό μέτρο (**Perreira-Crespo et al., 2010**).

Οι **Puri et al. (1977)** αναφέρουν σε έρευνα εφαρμογών τριών ετών ότι δόση σπόρου άνω των 11-12 κιλών ανά στρέμμα επιφέρει αρνητική επίδραση στην παραγωγή σπόρου. Οι **Jedel and Salmon (1993)** αναφέρουν ότι σε δόσεις κάτω των 10 κιλών ανά στρέμμα παρατηρείται μεγαλύτερη επιβράδυνση στα στάδια ανάπτυξης του φυτού και εν τέλει ως την ωρίμανση της καλλιέργειας ενώ κάνουν λόγο για δοσολογία 12-14 κιλά ανά στρέμμα. Οι **Loha et al. (2007)** προτείνουν 10 κιλά ανά στρέμμα για να έχουμε ικανοποιητική παραγωγή ενώ οι **Basbag et al. (2006)** 12 κιλά (ανάλογα με το βάρος σπόρου).

Ωστόσο στην δοσολογία παίζει ρόλο και η εποχή σποράς. Χαρακτηριστικά αναφέρεται από τους **McKenzie et al. (2007)** ότι σε χειμερινή όψιμη σπορά κάθε κιλό επιπλέον στην δόση σποράς (ανά εκτάριο) επιφέρει 5 κιλά επιπλέον απόδοση σε σπόρο (ανά εκτάριο). Όσον αφορά της αποστάσεις σποράς ο **Bishnoi (1980)** προτείνει 12,5 cm γραμμή από γραμμή. Το βάθος σποράς που προτείνεται είναι 2,5 με 4 cm (**Sharp Bros Seed Co, 1991**). Τέλος η σπορά πραγματοποιείται με σπαρτική σιτηρών.

2.1.4.7. Συγκομιδή

Η συγκομιδή για παραγωγή βιομάζας προτείνεται να γίνεται στο στάδιο του γάλακτος για να έχουμε υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με την περίοδο άνθησης (**Cannas et al., 2005 and Delogu et al., 2002**). Αρχικά θερίζονται τα φυτά και έπειτα αν έχουν την ιδανική υγρασία γίνονται δέματα ειδάλλως αφήνονται σε σειρές στον αγρό ως να μειωθεί η υγρασία. Για την δημιουργία ενσιρώματος, κόβεται η βιομάζα σε μικρότερα κομμάτια και μεταφέρεται στο σιρό και χρησιμοποιείται χορτοδετική κυλινδρικών δεμάτων και κάλυψη των δεμάτων με πλαστικές λωρίδες ή σάκους .

Η συγκομιδή του σπόρου γίνεται όταν υγρασία του φτάσει κάτω από 14% και χρονικά είναι 7 ημέρες περίπου αργότερα από την συγκομιδή του σιταριού (**Oelke, 1989**). Η συγκομιδή του σπόρου γίνεται με κοινές θεριζοαλωνιστικές μηχανές με κατάλληλες ρυθμίσεις.

2.1.4.8.Αποδόσεις

Σε πειράματα αποδόσεων στην Ολλανδία από τον **Ellen (1993)** η απόδοση σε συνολική ξηρή βιομάζα έφτασε ως και 1800 κιλά ανά στρέμμα παρουσιάζοντας ένα ιδιαίτερα υψηλό δυναμικό της καλλιέργειας. Ανάλογα οι **Delogu et al. (2002)** βρήκαν παραγωγή ξηρής βιομάζας 1000 ως 1600 kg ανά στρέμμα σε πειράματα αποδόσεων. Σε αντίστοιχη έρευνα των **Cannas et al. (2005)** οι αποδόσεις βιομάζας κυμαίνονται από 940 ως 1350 κιλά ανά στρέμμα.

Όσον αφορά την παγκόσμια παραγωγή σπόρου τριτκάλε εκτιμάται περίπου 366 κιλά ανά στρέμμα σύμφωνα με τους **Mergoum and Gómez-Macpherson (2004)** ενώ στην Γερμανία που παρουσιάζεται υψηλή παραγωγή υπολογίστηκαν 611 κιλά ανά στρέμμα. Σε πειράματα αποδόσεων σπόρων έχουν εκτιμηθεί αποδόσεις ακόμα και 800-900 κιλών ανά στρέμμα (**Qualset, 1979 and Ellen, 1993**).

Όσον αφορά τις αποδόσεις συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε με την εκλογή της κατάλληλης ποικιλίας και ανάλογα την παρουσία τριτκάλε προς μπιζέλι οι αποδόσεις κυμαίνονται 1300-1800 κιλά ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα. Γενικά μεγαλύτερη παρουσία στο μίγμα τριτκάλε ευνοεί την παραγωγή βιομάζας ενώ μεγάλο ρόλο στην απόδοση παίζει η εκλογή των κατάλληλων ποικιλιών καθώς σε διαφορετικές περιπτώσεις οι αποδόσεις κυμαίνονται το πολύ 650-1000 κιλά ανά στρέμμα (**Jacobs and Ward, 2012, Pereira and Crespo, 2010, Mihailovic et al., 2011 and Lithouridis et al. 2011**).

2.1.5. Τεχνική καλλιέργειας ελαιοκράμβης (*Brassica napus*)

2.1.5.1.Έδαφος

Το φυτό της ελαιοκράμβης δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε έδαφος για να αναπτυχτεί. Καλό είναι να συγκρατεί ποσοστό υγρασίας αλλά όχι υπερβολικό (**Γαλανοπούλου- Σενδούκα, 2002**). Αναφέρεται ότι μπορεί να αναπτυχθεί σε ποικιλία εδαφών από αμμώδη ως αργιλώδη ακόμα και ηφαιστιογενή εδάφη αρκεί να παρουσιάζουν καλή στράγγιση (**Bayer CropScience, 2012 and Australian**

Government, 2008). Ένας ακόμα ανασταλτικός παράγοντας ανάπτυξης του φυτού είναι στα εδάφη που σχηματίζουν κρούστα διότι ο σπόρος είναι πολύ μικρός και δεν έχει την δυνατότητα να φυτρώσει (**Kershaw, 1998**). Είναι φυτό ανθεκτικό σε ελαφρά αλκαλικά εδάφη με μέτρια περιεκτικότητα σε ασβέστιο (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Η παρουσία της οργανικής ουσίας στο έδαφος βοηθά στην ανάπτυξη της καλλιέργειας (**Βακάκης και άλλοι, 2006 και Παναγιώτου, 2007**). Το ιδανικό pH ανάπτυξης της καλλιέργειας είναι 6-7,5 (**Σφήκας, 1988**) ενώ ένα διευρυμένο εύρος για το pH είναι 5,5-8,3 (**Sattel et al., 1998**). Όσον αφορά την αλατότητα η ελαιοκράμβη καλό είναι να αναπτύσσεται σε εδάφη με περιεκτικότητα σε άλατα ως 2,4 ds./m διαφορετικά παρατηρείται σημαντική μείωση στο ρυθμό ανάπτυξης (**Qasim et al., 2004 and Bybordi and Tabatabei, 2009**). Ωστόσο, η ανοχή στην αλατότητα εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό και από την επιλογή της ποικιλίας καθώς υπάρχουν ισχυρά, μέτρια και ελάχιστα ανθεκτικές ποικιλίες (**Ulfat et al., 2007**). Ακόμα, αν το έδαφος είναι πολύ γόνιμο και έχει επάρκεια υγρασίας τότε καλό είναι να ρυθμίζεται η αζωτούχα λίπανση και η πυκνότητα σποράς αλλιώς υπάρχει ο κίνδυνος πλαγιάσματος (**Ματζιάρη, 2009**). Συμπερασματικά, οι παράγοντες διαμόρφωσης στην επιλογή εδάφους είναι η αποφυγή παρατεταμένης συγκράτησης νερού (υγρασίας) στην επιφάνεια του εδάφους αλλά ταυτόχρονα είναι επιθυμητό κάποιο ποσοστό υγρασίας στο έδαφος. Έτσι, σύμφωνα με τους **Βακάκη και άλλους (2006) και Σκαράκη και άλλους (2008)** για τις συνθήκες της χώρας προτείνεται αμμοαργιλόδες ή πηλοαμμώδες μέσης κοκκομετρικής σύστατης έδαφος ώστε το φυτό κατά την διάρκεια του χειμώνα όπου συγκεντρώνεται ικανοποιητική υγρασία για το φυτό να αναπτύξει πλούσιο ριζικό σύστημα ώστε να είναι έτοιμο να ανταπεξέλθει σε συνθήκες πιθανής ανοιξιάτικης ξηρασίας.

Οι **Baryla et al. (2001)** παρατήρησαν ότι η ελαιοκράμβη σε ρυπασμένο έδαφος με κάδμιο (100 mg/kg ξηρού εδάφους) παρουσιάζει χλώρωση στα φύλλα και μείωση της δράσης της φωτοσύνθεσης λόγω μείωσης αγωγιμότητας των στομάτων. Ωστόσο, το φυτό έχει την ικανότητα να φιλτράρει το κάδμιο, το νικέλιο, τον ψευδάργυρο, το παλλάδιο και τον χαλκό και έτσι ίσως είναι ένας τρόπος απολύμανσης των εδαφών (**Rossi et al., 2002 and Turan and Esringu, 2007**). Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης μπορεί να παίζει ρυθμιστικό ρόλο σε εδάφη με ρύπανση σελήνιου καθώς έχει την δυνατότητα να το απορροφά και να μειώνει την συγκέντρωση του στοιχείου στο έδαφος (**Banuelos et al., 2010**). Στο σημείο αυτό να

αναφερθεί ότι σύμφωνα με τον **Yu et al. (2012)** η απορροφητικότητα βαρέων μετάλλων από τα φυτά ελαιοκράμβης γίνεται με τέτοιο αργό ρυθμό που πρέπει να περάσουν πολλά χρόνια (ως και χιλιάδες) για να έχουμε σημαντική μείωση της συγκέντρωσης. Έτσι, είναι θετικό όπου η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης μπορεί να παρουσιάσει περιβαλλοντικό όφελος σε ρυπασμένα εδάφη ωστόσο καλό είναι να μην επηρεάζονται σημαντικά και οι αποδόσεις (καθορισμός ανώτερου ορίου ανεκτικότητας).

2.1.5.2.Υγρασία

Η ελαιοκράμβη απαιτεί σύμφωνα με τους **Βακάκη και άλλους (2006)** περίπου 450-500 mm με το περισσότερο μέρος αυτής να συγκεντρώνεται στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης και στο διάστημα από την άνθιση ως την ωρίμανση διαφορετικά θα παρατηρηθούν μειωμένη παραγωγή και απόδοση σε λάδι (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001, and Ahmadi and Bahrani, 2009**). Συγκεκριμένα σύμφωνα με τους **Pivec et al. (2009)** κοντά στην φάση σχηματισμού του σπόρου το φυτό καταναλώνει περίπου 2,8 mm/ m² (για 51 φυτά στο m²). Ωστόσο η διαμόρφωση των απαιτήσεων αλλά και η αντοχή σε ξηρασία εξαρτάται και από το είδος και την ποικιλία (**Tahir et al., 2006**). Το είδος *Brassica napus* είναι πιο αποδοτικό και πιο ανθεκτικό σε συνθήκες ξηρασίας από το *B. campestris* ενώ υπολείπεται σε σχέση με το *Brassica juncea* (**Βακάκης και άλλοι, 2006 και Wright et al., 1995**). Το φυτό ωστόσο λόγω του βαθύως ριζικού συστήματος που αναπτύσσει ως 100 cm έχει την ικανότητα να εκμεταλλεύεται μεγάλο ποσοστό υγρασίας του εδάφους (**Παναγιώτου, 2007**). Ωστόσο να αναφέρουμε ότι το ριζικό σύστημα μπορεί να εκμεταλλευτεί υγρασία σε πρώτη φάση ως τα 70cm ενώ η αξιοποίηση βαθύτερων υδατικών πόρων εξαρτάται από το διαθεσιμότητα του νερού σε μικρότερα βάθη (**Rao et al., 1991**). Γενικότερα, η ικανοποιητική υγρασία εδάφους είναι συνδεδεμένη με την παραγωγικότητα της καλλιέργειας καθώς επιτρέπει την ωρίμανση των σπόρων, την διατήρηση της φυλλικής επιφάνειας, την αύξηση του ύψους, τον αριθμό των πλάγιων βλαστών άρα και τον αριθμό των λοβών και των σπόρων (**Μάτζιρη, 2009**). Οι **Faraji et al. (2009)** σε πείραμα εφαρμογής αναφέρουν ότι με συμπληρωματική άρδευση στην ελαιοκράμβη μπορούν να επιτευχθεί υψηλότερη παραγωγή σπόρου και βιομάζας. Όμοια προσθέτουν οι **Clarke and Simpson (1978)** ότι όσο μεγαλύτερη υγρασία ανά έτος είναι διαθέσιμη τόσο μεγαλύτερο είναι το σύνολο των λοβών που παράγονται. Αντίθετα η έλλειψη νερού μπορεί να αποφέρει μείωση στην τελική περιεκτικότητα σε

λάδι στο σπόρο (ως και περίπου 37%), στις αποδόσεις ως 5,3 g/ φυτό αλλά και στα γλυκοζινολικά (**Mailer and Cornish, 1987**). Ακόμα, η έλλειψη νερού επηρεάζει και την φωτοσυνθετική δραστηριότητα του φυτού καθώς περιορίζει τα ισότοπα άνθρακα στο φυτό ως και 20% (**Knight et al., 2006**).

Όσον αφορά την απόδοση χρήσης νερού για την παραγωγή καρπού προκύπτουν 0,75 kg/ mm ενώ για την βιομάζα 2,3 kg/ mm (**Taylor et al., 1991**).

Οι **Kumar et al. (1994)** μελέτησαν πέντε προγράμματα άρδευσης ανάλογα με τα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης του φυτού. Τα προγράμματα ήταν το εξής: Άρδευση από την εμφάνιση του πρώτου ανθοφόρου οφθαλμού, άρδευση μετά την πλήρη άνθηση, πρόωρη άρδευση πριν την άνθηση και στο σχηματισμό σπόρων, άρδευση ως την άνθηση, καθόλου άρδευση. Την μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο και σε βιομάζα την απέδωσε το πρόγραμμα άρδευσης από την άνθηση και έπειτα. Έτσι προσδιορίζονται τα κρίσιμα στάδια άρδευσης και ανάπτυξης του φυτού. Ωστόσο, υπήρχε και μάρτυρας αρδευόμενος καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων όπου έδειξε τις απόλυτα υψηλότερες αποδόσεις. Ο **Tesfamariam (2004)** μάλιστα βρήκε στατιστικά σημαντική αρνητική επίδραση στην παραγωγή όταν επικρατούν ξερικές συνθήκες στην άνθηση.

2.1.5.3.Θερμοκρασία

Η ελαιοκράμβη είναι φυτό που αναπτύσσεται σε ήπιο χειμώνα. Η αντοχή της στις χαμηλές θερμοκρασίες φτάνει από τους -18 °C ως τους -25 °C σε κάποιες ποικιλίες ενώ στις περισσότερες ως -10 °C (**Μάτζιαρη, 2009 και Βακάκης και άλλοι, 2006**). Ωστόσο η αναστολή της ανάπτυξης είναι αισθητή και ως λίγους βαθμούς υπό το μηδέν (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού ως το στάδιο της δημιουργίας 8-10 φύλλων καλό είναι να παρουσιάζονται θερμοκρασίες πάνω από 2 °C. Σύμφωνα με τους **Kondra et al. (1983)** την μεγαλύτερη βλαστικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες την παρουσιάζει το είδος *Brassica napus* έναντι του *Brassica campestris*. Η ιδανική θερμοκρασία βλαστικής ανάπτυξης είναι τους 10 °C ενώ καθορίζεται από ένα όριο θερμοκρασιών ανάπτυξης 5- 27 °C (**Σκαράκης, και άλλοι, 2008 και Βακάκης και άλλοι, 2006**). Όσον αφορά την γενικότερη ανάπτυξη εκτός της βλαστικής η ιδανική θερμοκρασία είναι στους 20 °C. Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης προκειμένου να διαφοροποιήσει ανθοφόρους οφθαλμούς απαιτεί επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών (εαρινοποίηση)

και συγκεκριμένα στο στάδιο των 2-4 πραγματικών φύλλων θερμοκρασίες 1 με 7 °C (**Βακάκης και άλλοι, 2006**). Η επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών κατά την διάρκεια της άνθησης και οι υψηλές θερμοκρασίες κατά την καρποφορία ενδέχεται να φέρουν μειώσεις στην παραγωγή αλλά και στην περιεκτικότητα λαδιού στο σπόρο αντίστοιχα (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001 και Carvin, 1965**). Σύμφωνα με τους **Young et al. (2004)** η επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών δεν δείχνει να επηρεάζει σε πρώτη φάση την ανθοφορία σε σχέση με φυτό που αναπτύσσεται υπό φυσιολογικές κλιματικές συνθήκες αλλά τα αποτελέσματα είναι φανερά στο γέμισμα των σπόρων και στην τελική παραγωγή. Ακόμα παρατηρήθηκε ότι άμα έχουμε διακοπή της ανθοφορίας λόγω παρατεταμένων υψηλών θερμοκρασιών κατά την διάρκεια της ανθοφορίας το φυτό φροντίζει να ανακάμψει δημιουργώντας πλάγιες ταξιανθίες. Οι **Polowick and Sawhney (1988)** αναφέρουν ότι η επίδραση υψηλών θερμοκρασιών (περίπου 30 °C) στα άνθη φέρει μορφολογικές ανωμαλίες και προωθεί την στειρότητα. Επίσης, σε επίδραση θερμοκρασιών κάτω των 18 βαθμών παρατηρείται στο φυτό μεγάλη συγκέντρωση ακόρεστων οξέων και μεγάλη δράση αποκορεσμού (**Williams et al., 1988**). Ανάλογα μεγάλη συγκέντρωση λιπιδίων παρατηρείται με την μείωση της θερμοκρασίας (**Radwan et al., 1978**) γι' αυτό άλλωστε κατά την διάρκεια της καρποφορίας δεν επιζητάμε υψηλές θερμοκρασίες για να μην επηρεαστεί το έλαιο.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα των **Qaderi et al. (2006)** όπου μελέτησε την δυνατότητα προσαρμογής του φυτού στις ραγδαίες κλιματολογικές αλλαγές λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Μελέτησε δύο θερμοκρασίες εφαρμογής (22 °C ημέρας, 18 °C νύχτας και 28 °C ημέρας και 24 °C νύχτας), δύο επίπεδα CO₂ (370 μmol/mol και 740 μmol/mol) και δύο εφαρμογές άρδευσης (μια κανονική και μια στο όριο μάρανσης). Τα φυτά που ήταν υπό καθεστώς ξηρασίας, υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής συγκέντρωσης CO₂ είχαν μειωμένο ύψος και διάμετρο στελέχους, μικρότερη επιμήκυνση ρίζα καθώς και λιγότερη φωτοσυνθετική δράση. Από την άλλη με αύξηση των επιπέδων CO₂ στην ίδια περίπτωση είχαμε ικανοποιητικά μορφολογικά χαρακτηριστικά και έτσι περιορίστηκε ή επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών και της ξηρασίας.

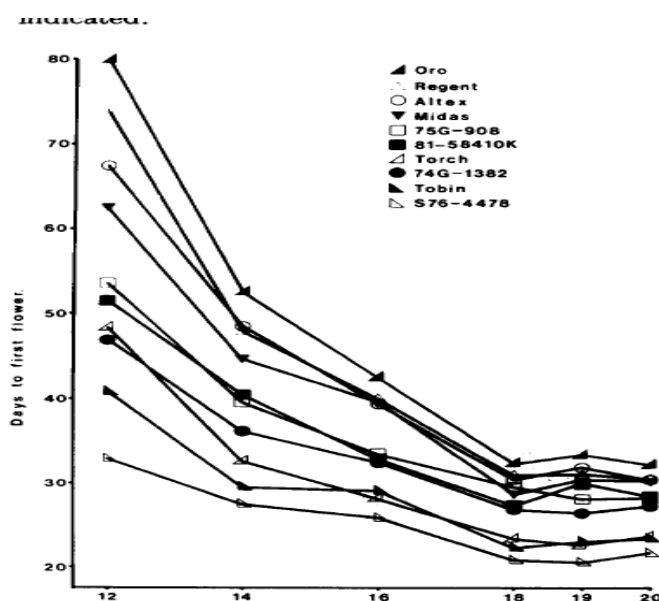
Σύμφωνα με τους **Cumbus and Nye (1982)** υπό καθεστώς 25 -30 °C η ρίζα παρουσιάζει την μεγαλύτερη ανάπτυξη και απορρόφηση αζώτου ενώ για θερμοκρασίες 10 και 35 °C ο ρυθμός ανάπτυξης και απορρόφησης μειώνεται

σημαντικά.. Σε παρόμοια έρευνα των **Cumbus and Nye (1985)** παρατήρησαν ότι υπό την επίδραση χαμηλών και υψηλών θερμοκρασιών μειώνεται ο ρυθμός απορρόφησης του φωσφόρου ενώ μεταξύ θερμοκρασιών 10 και 35 °C, ο μεγαλύτερος ρυθμός ανάπτυξης είναι στους 35 °C. Αντίστοιχα οι **Macduff et al. (1987)** και οι **Laine et al. (2006)** παρατήρησαν ομοίως μειωμένη απορρόφηση αζώτου και αμμωνιακών ιδιαίτερα σε θερμοκρασίες κάτω των 13 °C.

Οι **Stefanowska et al. (1999)** αναφέρουν ότι τα φυτά ελαιοκράμβης που έχουν μηχανισμό εγκλιματισμού σε χαμηλές θερμοκρασίες παρουσιάζουν μεγαλύτερα σε πάχος φύλλα λόγω του παχύτερου κυτταρικού τοιχώματος. Έτσι, καλό θα ήταν να διερευνηθεί σε βάθος η μορφολογική αλλαγή που παρουσιάζουν ώστε να αναπτυχθούν ποικιλίες ανθεκτικές στο ψύχος.

2.1.5.4.Μήκος ημέρας

Η ελαιοκράμβη παρουσιάζει φυτά ουδέτερης φωτοπερίοδου κυρίως ενώ υπάρχουν και ποικιλίες μακράς. Οι **King and Kondra (1986)** αξιολόγησαν δέκα ποικιλίες την πρόωρη ανθοφορία σε επίδραση φωτοπερίοδου από 12 ως 20 ώρες και παρατήρησαν ότι όσο περισσότερες ώρες ημέρας είναι διαθέσιμες τόσο πιο σύντομα ανθίζει η ελαιοκράμβη. Όμοια ο **Major et al. (1980)** αναφέρει ότι η πρωίμιση της ανθοφορίας επιτυγχάνεται με την μακρά φωτοπερίοδο ενώ αναφέρει ότι από κάποιο αριθμό ωρών και κάτω (μικρού μήκους ημέρες) δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές όσον αφορά το διάστημα ανθοφορίας. Η κλίση που παρουσιάζουν οι γραμμές στο παρακάτω γράφημα υποδηλώνουν ταυτόχρονα και την ευαισθησία στην φωτοπερίοδο που παρουσιάζει κάθε ποικιλία. Οι **Cai et al. (2008)** and **Smith (2011)** έχουν ασχοληθεί με το γενετικό υπόβαθρο ποικιλιών που αντιδρούν στην φωτοπερίοδο, ωστόσο το θέμα χρειάζεται μεγαλύτερη διερεύνηση και πειραματισμό.



Γράφημα 6: Επίδραση μήκους ημέρας στην προώθηση της άνθησης σε ποικιλίες ελαιοκράμβης (King and Kondra, 1986).

2.1.5.5. Λίπανση

Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης αντιδρά αποτελεσματικά στην αζωτούχα, καλιούχα και φωσφορούχα λίπανση ενώ είναι φορές που απαιτεί και την προσθήκη θείου ((Γαλανοπούλου- Σενδούκα, 2002). Στην φθινοπωρινή σπορά η αναλογία λίπανσης είναι 4:2:1 και παρουσιάζονται ελαφρώς μεγαλύτερες δοσολογίες αζώτου σε σχέση με την ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Συγκεκριμένα για τον άζωτο κάνουμε δύο εφαρμογές, μια στην σπορά και μια επιφανειακά όταν τα φυτά έχουν ύψος 20 εκατοστών με την δοσολογία να εκτιμάται στις 3-4 μονάδες και 8 μονάδες αζώτου αντίστοιχα. Όσον αφορά τον φώσφορο απαιτούνται το πολύ 5-7,5 μονάδες (Βακάκης και άλλοι, 2006). Οι Nuttal and Button (1990) σχεδίασαν πείραμα εφαρμογών δόσεων λίπανσης (0 kg/ στρ., 10 kg/ στρ, 20 kg/ στρ. και 30 kg/ στρ.) και παρατήρησαν καταρχάς ότι η εφαρμογή φωσφόρου όντως αυξάνει τις αποδόσεις σε σπόρο σε σχέση με την μη εφαρμογή του αλλά και ταυτόχρονα ότι για δοσολογίες άνω των 10 kg/ στρ. δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στην τελική παραγωγή. Οι Khan et al. (2004) αναφέρουν ότι η ιδανική εφαρμογή καλίου είναι 12,5 κιλά ανά στρέμμα διότι έτσι έχουμε υψηλή παραγωγή σε σπόρο αλλά και υψηλή συγκέντρωση σε έλαιο ενώ ο Suzer (2010) αναφέρει ότι μια παραγωγή 250 κιλών σπόρων ανά στρέμμα απομακρύνει από το έδαφος 10 kg K/ στρ..

Από την άλλη η προσθήκη του αζώτου πρέπει να ελέγχεται διότι με αύξηση της βιομάζας έχουμε μείωση της παραγωγής του καρπού και των συστατικών του. Μάλιστα σύμφωνα με τον **Brennan et al. (2000)** η περιεκτικότητα σε λάδι μειώνεται με την αυξημένη εφαρμογή αζώτου και προτείνει αναφέροντας τους **Smith et al. (1988)** μια εφαρμογή αζώτου μόνο στη σπορά στα 10 kg/ στρ. για να έχουμε ικανοποιητική απόδοση σε σπόρο και λάδι. Ακόμα, οι **Shepherd and Sylvester-Bradley (1996)** υποστηρίζουν ότι προσθήκη αζωτούχου λιπάσματος 10kg/ στρ. κάθε καλλιεργητική περίοδο αυξάνει τα αποθέματα του ανόργανου αζώτου εδάφους στο 15% αποδεικνύοντας ότι τα εδαφικά αποθέματα θρεπτικών μπορεί να είναι κάποια στιγμή σημαντικά από την συχνή υπερλίπανση. Ο **Ozturk (2010)** αξιολόγησε τρεις μορφές εφαρμογής του αζώτου, μέσω θειικής αμμωνίας, μέσω ουρίας και μέσω νιτρικής αμμωνίας και κατέληξε ότι αν εφαρμόζονται 10 kg αζώτου ανά στρέμμα μέσω λιπάσματος θειικής αμμωνίας τότε παρουσιάζονται ικανοποιητικές αποδόσεις σπόρου και ελαίου, έπειτα με θετικά στοιχεία ακολούθησε η ουρία.

Οι **Khalid et al. (2009)** εφάρμοσαν δόσεις θειούχου λιπάσματος για να καταλήξουν ποια είναι η πιο αποτελεσματική. Συμπέραναν ότι τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο και βιομάζα της παρουσιάζει η προσθήκη θείου στα 4 kg/ στρέμμα αλλά οι διαφορές στις αποδόσεις σε σχέση με την εφαρμογή 3 kg/ στρέμμα δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Οι **McGrath and Zhao (1996)** αναφέρουν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του αζώτου και του θείου στον καθορισμό υψηλών αποδόσεων. Ωστόσο αυτό το φαινόμενο μπορεί να εξαρτάται όχι αποκλειστικά από την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης αλλά και από συνθήκες του εδάφους (πχ οξύτητα ή συνθήκες οξειδοαναγωγής) που παρουσιάζονται.

Τέλος, οι **Greman et al. (2010)** αναφέρουν ότι 50 kg γύψου ανά στρέμμα κάποια στιγμή στο έδαφος ενδέχεται να αυξήσουν την παραγωγή καρπού.

2.1.5.6. Σπορά

Στην χώρα μας η σπορά προτιμάται να γίνεται το φθινόπωρο γιατί επικρατεί ήπιο κλίμα και γιατί έτσι αποφεύγονται οι ανάγκες τεχνητών αρδεύσεων. Η εποχή σποράς ποικίλει από μέρος σε μέρος αλλά και ανάλογα την επιλογή της ποικιλίας. Καλό είναι να εκτιμάται ο καιρός ώστε να μην σπαρεί ο σπόρος σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών. Ακόμα, γίνονται προβλέψεις ώστε η καλλιέργεια στο στάδιο της ροζέτας να μην συναντήσει ανοιξιιάτικους ή πρώιμους (αρχές Δεκεμβρίου)

παγετούς (**Γαλανοπούλου- Σενδούκα, 2002**). Ουσιαστικά δηλαδή προτείνεται έγκαιρη σπορά από τον Οκτώβριο ως αρχές Νοεμβρίου το πολύ για τα περισσότερα μέρη της χώρας. Ωστόσο, οι **Turhan et al. (2011)** μελέτησαν 4 χρόνους σποράς από Οκτώβρη ως Νοέμβριο και παρατήρησαν ότι όσο πρωιμότερα γίνει στο διάστημα αυτό η σπορά τόσο μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο και έλαιο παρουσιάζονται. Αντίστοιχα οι **Degenhardt and Kondra (1981)** αναφέρουν ότι η όψιμη σπορά μπορεί να παρουσιάσει μεγαλύτερη απόδοση βιομάζας (βλαστική ανάπτυξη) αλλά θα υστερεί στην απόδοση σπόρου. Από την άλλη η ανοιζιάτικη σπορά πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν νωρίτερα γίνεται για να αποφύγουμε υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο της καρποφορίας, περίπου το Φεβρουάριο. Οι **Αυγουλάς και άλλοι (2001)** προτείνουν μια αναλογία σπόρου 500-800 κιλά ανά στρέμμα με σκοπό να προκύψουν 60-70 φυτά/ m². Ωστόσο, όλα εξαρτώνται από το βάρος του σπόρου, την φυτρωτική του ικανότητα αλλά και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι τα υβρίδια ελαιοκράμβης παρουσιάζουν μεγαλύτερο μέγεθος σπόρου άρα λιγότερους σπόρους ανά κιλό σε σχέση με τις παραδοσιακές ποικιλίες και έτσι χρειάζεται μεγαλύτερη δοσολογία για να επιτευχθεί η κατάλληλη πυκνότητα φυτείας. Ακόμα, ενδιαφέρον παρουσιάζει μια έρευνα των **Taylor and Smith (1992)** όπου εξέτασαν δοσολογίες 460, 700 και 1400 g ανά στρέμμα και δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τελική απόδοση σπόρου και ελαίου. Αντίστοιχα οι **Guy and Moore (2001)** αναφέρουν ότι για την απόδοση σε σπόρο δεν συμφέρει και δεν ωφελεί να χρησιμοποιούνται πάνω από 450 g ανά στρέμμα. Ακόμα, σύμφωνα με τους **Potter et al. (2001)** οι αποδόσεις σε σπόρο δεν αυξάνονται πέρα από πυκνότητα φυτών 20-25/ m² όσον αφορά περιοχές με χαμηλό ύψος βροχής. Οι **Brandt et al. (2007)** προσθέτουν ότι είναι εφικτή η αύξηση των αποδόσεων με δόσεις σπόρων άνω των 580 g/στρέμμα αρκεί να υποστηρίζονται αυτές οι δοσολογίες από υψηλές εφαρμογές λιπάσματος, ωστόσο δεν γνωρίζουμε κατά πόσο είναι οικονομικά συμφέρον αυτό για τον παραγωγό καθώς η τιμή των λιπασμάτων είναι σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα. Ακόμα, οι **De Villiers and Agenbag (2007)** αναφέρουν ότι η μεταχείριση των σπόρων με συγκεκριμένο μείγμα μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων (Cruiser) έχει σαν αποτέλεσμα να προκύψουν περισσότερα φυτά/ m² μετά την σπορά.

Όσον αφορά τις αποστάσεις σποράς οι **Christensen and Dramble (1984)** αξιολόγησαν τρεις αποστάσεις σποράς, 23 cm, 15 cm και 7,5. Παρατηρήθηκε ότι όσο μειώνονταν οι αποστάσεις τόσο μεγαλύτερη παραγωγή παρουσιάζονταν και έτσι τα

7,5 cm ήταν η πιο αποτελεσματική απόσταση. Αντίστοιχα, οι **Morrison et al. (1990)** αναφέρουν ότι αποστάσεις 15 cm παρουσιάζουν ικανοποιητική παραγωγή σπόρου και περιεκτικότητα ελαίου. Ωστόσο, ορισμένες φορές για την καλύτερη διαχείριση των ζιζανίων αλλά και λόγω της μη δυνατότητας κατοχής προσαρμοσμένης σπαρτικής μηχανής η απόσταση ρυθμίζεται στα 30-45 cm και σε αποστάσεις πάνω στην γραμμή 15-20 cm (**Γαλανοπούλου- Σενδούκα, 2002 και Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Πρακτικά ωστόσο αν θέλουμε να είμαστε ακριβείς για να συμβαδίζουν τα αποτελέσματα των ερευνών θα διαφωνήσουμε εν μέρει με την θεώρηση των Γαλανοπούλου- Σενδούκα (2002) και Αυγουλάς και άλλοι (2001) όσον αφορά τις αποστάσεις πάνω στην γραμμή. Έτσι αν η ιδανική πυκνότητα κυμαίνεται για την μη αρδευόμενη ελαιοκράμβη στην χώρα περί τα 50-70 φυτά ανά m^2 τότε οφείλουμε να ρίξουμε περίπου 60 με 80 σπόρους ανά m^2 . Με αποστάσεις μεταξύ των γραμμών στα 0,3 m πρέπει να τοποθετηθούν 18 με 24 σπόροι στο μέτρο πάνω στην γραμμή δηλαδή απόσταση πάνω στην γραμμή περί στα 5 εκατοστά. Το βάθος σποράς που προτείνεται είναι από 1 ως 3 cm ανάλογα το έδαφος και την ποικιλία, ωστόσο προτιμάτε σύμφωνα με έρευνα των **Seeiso and Materechera (2011)** σπορά στο 1 cm καθώς το φυτό παρουσιάζει σταθερότερη ανάπτυξη.

Η σπορά της ελαιοκράμβης γίνεται με πνευματικές σπαρτικές μηχανές με κατάλληλους δίσκους. Όταν γίνεται με σπαρτικές σιτηρών καλό είναι λόγω του μικρού μεγέθους του σπόρου να το αναμιγνύουμε με ξερή άμμο για να αποφεύγεται ροή του σπόρου ανεξάρτητα από τη κίνηση των μετρητικών μηχανισμών. Οι **Clarke et al. (1978)** εξέτασαν αν υπάρχει θετική παραγωγή με την μέθοδο διασποράς του σπόρου και κατέληξαν στο γεγονός ότι η γραμμική σπορά με σπαρτική μηχανή δίνει σαφώς καλύτερα αποτελέσματα.

2.1.5.7. Συγκομιδή

Εποχή Συγκομιδής

Σύμφωνα με την **Γαλανοπούλου- Σενδούκα (2002)** η συγκομιδή γίνεται όταν ωριμάσουν οι περισσότεροι από τους λοβούς καθώς το φυτό είναι σταδιακής ωρίμανσης. Οι **Αυγουλάς και άλλοι (2001)** προσθέτουν στο παραπάνω ότι η υγρασία του σπόρου πρέπει να είναι περίπου 12% που ζητά η βιομηχανία. Ωστόσο, ο **Ghasemi-Golezani (2011)** κάνει λόγο ότι όσο μειώνεται η περιεκτικότητα σε υγρασία μειώνεται και η ποιότητα του σπόρου και έτσι προτείνει υγρασία συγκομιδής 16% για να μην υπάρχει και υψηλό κόστος ξήρανσης. Οι **Βακάκης και άλλοι (2006)**

δίνουν μια πιο λεπτομερή μορφολογική περιγραφή στο στάδιο της ωρίμανσης. Αναφέρουν ότι την στιγμή συγκομιδής οι σπόροι καλό είναι να έχουν ωριμάσει, οι βραχίονες και οι λοβοί να κιτρινίζουν, οι σπόροι να είναι σκληροί και να έχουν χρώμα καφέ σκούρο ως μαύρο και τέλος να κροταλίζουν εντός του λοβού.

Τρόπος συγκομιδής

Υπάρχουν δύο τρόποι συγκομιδής της ελαιοκράμβης είτε με θερισμό, ξήρανση και έπειτα αλωνισμό είτε απευθείας θεριζοαλωνισμό αφού εφαρμοστεί σκεύασμα ξήρανσης. Στην πρώτη περίπτωση θερίζονται τα φυτά και αφήνονται ανά σειρές στο έδαφος ως ότου αποκτήσουν υγρασία 8-10% δηλαδή ανάλογα με τον καιρό διάστημα 10-14 ημέρες (**Βακάκης και άλλοι, 2006 and Elias and Copeland, 2001**). Στην άλλη μέθοδο οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές των σιτηρών τροποποιούνται (τύμπανο, κόσκινο, αέρας) και γίνεται χρήση τους σε ιδανικές συνθήκες υγρασίας (**Αυγουλάς και άλλοι, 2001**). Στην δεύτερη περίπτωση υπάρχουν σημαντικές απώλειες σπόρου οι οποίες μπορούν να περιοριστούν στο 0,7-1,1% αν τοποθετήσουμε πλαστικό υλικό στην επιφάνεια συλλογής των φυτών (**Zhu et al., 2012**). Για να επιτευχθούν ιδανικές συνθήκες υγρασίας του σπόρου εφαρμόζονται ρυθμιστές για να προωμίσουμε την συγκομιδή μέσω της μείωσης της υγρασίας. Σύμφωνα με τους **Esfahani et al. (2012)** το Paraquat είναι ένα τέτοιο σκεύασμα με πολύ μικρή υπολλειματικότητα στην ελαιοκράμβη.

2.1.5.8. Αποδόσεις

Σύμφωνα με τις ελληνικές βιβλιογραφικές πηγές οι αποδόσεις σε σπόρο της καλλιέργειας ανέρχονται στα 200-300 kg/ στρ με τις χαμηλότερες αποδόσεις να καταγράφονται στις ανοιξιάτικες ποικιλίες. Ενδεικτικά αναφέρεται σε έρευνα των **Faraji et al. (2009)** ότι η αξιολόγηση φθινοπωρινής σποράς επιφέρει ως και 370 κιλά ανά στρέμμα ενώ η ανοιξιάτικη καλλιέργεια με σπορά τον Φεβρουάριο 172 κιλά ανά στρέμμα. Αντίστοιχα, ο **Duke (1983)** αναφέρει διακύμανση παραγωγής από 90 ως 300 kg/ στρ. ενώ υπάρχουν και περιοχές όπως η Βόρεια Αφρική που παρουσιάζουν 30-35 κιλά ανά στρέμμα. Για την Ελλάδα δεν υπάρχουν συγκεντρωτικά στοιχεία από την ΕΣΥΕ για τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και τις αποδόσεις τους. Ωστόσο, σύμφωνα με έρευνα αποδόσεων στην Κεντρική Μακεδονία από την **Γάκη (2010)** βρήκε αποδόσεις 50 με 325 kg/ στρέμμα με μέση παραγωγή 174 kg/ στρέμμα.

Τέλος, ένας ακόμα παράγοντας που μας ενδιαφέρει είναι η περιεκτικότητα σε λάδι στον σπόρο. Σύμφωνα με τους **Asare and Scarisbrick (1995)** η περιεκτικότητα σε λάδι κυμαίνεται από 40-42%.

2.1.6. Τεχνική Καλλιέργειας Ηλίανθου (*Helianthus annuus*)

2.1.6.1. Έδαφος

Σύμφωνα με τους **Putman et al. (1990)** το φυτό έχει την δυνατότητα να αναπτυχθεί σε ποικίλα εδάφη. Ο ηλίανθος ωστόσο προτιμά ελαφριάς σύστασης εδάφη για να είναι εφικτή η διείσδυση της ρίζας (**Γαλανοπούλου- Σενδούκα, 2002**). Παραδοσιακά ο ηλίανθος καλλιεργούνταν σε εδάφη με ποσοστό αργίλου από 15% ως 50% ενώ πλέον προτιμούνται εδάφη με ποσοστό αργίλου κάτω του 20% (**Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2010**). Ακόμα, το έδαφος καλό είναι να έχει την δυνατότητα να συγκρατεί ικανοποιητική υγρασία αλλά και να παρουσιάζει και καλή αποστράγγιση (ισορροπημένος συνδυασμός των δύο) (**Frazen, 2007**). Τα φυτά ανέχονται ένα εύρος οξύτητας 4,5 με 8,7 σύμφωνα με τον **Duke (1983)** ενώ οι **Φασούλας και Σενλόγλου (1966)** αναφέρουν ιδανικό pH 6 με 7,2. Σε αυξημένο pH εδάφους ενδέχεται να παρατηρηθούν χλωρώσεις στα φύλλα λόγω τροφοπενίας σιδήρου (**Lamond and Vigil, 1999**). Ο ηλίανθος δεν έχει την δυνατότητα υψηλής ανοχής σε άλατα λόγω κυρίως του φαινομένου της ώσμωσης (δυσκολία μεταφοράς θρεπτικών και νερού) (**Mohamedin et al., 2006**). Οι **Turhan and Ayaz (2006)** αναφέρουν ότι συγκεντρώσεις NaCl άνω του 0,5% μειώνουν σημαντικά την ανάπτυξη και το φύτευμα του ηλίανθου. Ωστόσο γίνονται προσπάθειες να αναπτυχθούν ποικιλίες οι οποίες θα παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στην αλατότητα του εδάφους (**Davenport et al., 2003**). Ο ηλίανθος σε πειράματα εφαρμογών προσαρμόζεται και φιλτράρει σε ικανοποιητικές συγκεντρώσεις βαρεία μέταλλα (**Adesodun et al., 2010, Mani et al., 2012, Mukhtar et al., 2010, Angelova et al., 2012**).

2.1.6.2. Υγρασία

Οι **Demir et al. (2006)** αναφέρουν ότι άρδευση κατά τις περιόδους της δημιουργίας της ανθοκεφαλής, της άνθισης και του γαλακτώματος ενδέχεται να επιφέρουν αύξηση στην απόδοση του σπόρου ως και 82% ενώ αν προταθεί περιορισμένη άρδευση καλό θα ήταν να αποφεύγεται εξοικονόμηση νερού στο κρίσιμο στάδιο της άνθησης. Οι **Goksoy et al. (2003)** αναφέρουν με άρδευση στα

ίδια στάδια ως και 88% παραπάνω αποδόσεις σε σπόρο. Όμοια και οι **Albrizio et al. (2007)** τονίζουν ότι μεγάλο ρόλο και καθορισμό στην τελική απόδοση παίζει η επάρκεια υγρασίας στο στάδιο από την άνθηση ως την ωρίμανση. Χαρακτηριστικά το φυτό κατά την περίοδο της άνθησης παρουσιάζει έναν ρυθμό εξατμισοδιαπνοής 12 με 15 mm ανά ημέρα και καταναλώνει το 55% του νερού που χρειάζεται για όλη την καλλιεργητική περίοδο (**FAO, Undated**). Αντίστοιχα, οι **Tabatabaei et al. (2012)** αναφέρουν μείωση στην περιεκτικότητα σε έλαιο που φτάνει ως και 18% σε περίπτωση μη εφαρμογής άρδευσης. Για πλήρως αρδευόμενο ηλίανθο η αποδοτικότητα χρήσης νερού μπορεί να είναι σύμφωνα με πειράματα των **Tolga et al. (2001)** από 0,80 ως 2,47 κιλά ανά ημέρα ανά χιλιοστό άρδευσης. Στο σημείο αυτό να προσθέσουμε ότι σύμφωνα με πειράματα στο ηλίανθο από τους **Singh et al. (2000)** η αποδοτικότητα χρήσης νερού μειώνεται με την αύξηση της συχνότητας άρδευσης ενώ η παράμετρος της αποδοτικότητας χρήσης διαφέρει ανάμεσα σε ποικιλίες. Όσον αφορά την ανοχή σε μη αρδευόμενες συνθήκες παίζει ρόλο η επιλογή της ποικιλίας με τα υβρίδια ηλίανθου να παρουσιάζουν μεγαλύτερες αποδόσεις σε μη αρδευόμενες περιπτώσεις σε σχέση με ποικιλίες ελεύθερης γονιμοποίησης (παραδοσιακές καθαρές σειρές). (**Amir and Khalifa, 1990**). Όμοια και οι ποικιλίες υβριδίων μεταξύ τους αντιδρούν διαφορετικά με την επίδραση της άρδευσης και έτσι είναι απαραίτητη η σωστή επιλογή (**Khaliq and Cheema, 2005**). Οι **Yawson et al. (2011)** αναφέρουν ότι για ικανοποιητική ανάπτυξη κεφαλής απαιτούνται περίπου 673 mm.

2.1.6.3. Θερμοκρασία

Ο μεγαλύτερος ρυθμός φυτρώματος και αρχικής βλάστησης παρατηρήθηκε περίπου σε 30-36 °C (**Khalifa et al., 2000 και Mwale et al., 1994**). Γενικότερα, το εύρος βλάστησης των σπόρων είναι από 5 ως 40 °C (**Gray et al., 1991**). Επίδραση -1 °C στην περίοδο της άνθησης επιφέρει καταστροφή του στίγματος και του ανθήρα και έτσι επηρεάζεται και η επικονίαση του φυτού (**North Dakota State University, 2009**). Επίδραση υψηλών θερμοκρασιών ενδέχεται να επιφέρει σημαντική μείωση στο ρυθμό φωτοσύνθεσης του φυτού ως και 40 % περίπου σύμφωνα με αποτελέσματα πειραμάτων των **Dekov et al. (2000)**. Για την γενικότερη ανάπτυξη των φυτών απαιτείται εύρος θερμοκρασιών από 22 ως 30 °C (**Schoellhorn et al., undated**). Οι **Rawson and Hindmarsh (1982)** αναφέρουν ότι ο ρυθμός εμφάνισης των φύλλων του ηλίανθου αλλά και ο ρυθμός επιμήκυνσης τους είναι μεγαλύτερος

όσο αυξάνει η θερμοκρασία επίδρασης (εύρος μελέτης 22 με 32 °C). Ο **Canvin (1965)** μελετώντας την επίδραση θερμοκρασιών παρατήρησε ότι η θερμοκρασία στην περίπτωση του ηλιάνθου δεν επηρεάζει την περιεκτικότητα σε έλαια (εύρος μελέτης 10 με 26,5 °C). Τέλος, οι **Qadir et al. (2007)** αναφέρουν ότι με την αύξηση των θερμομονάδων αναμένονται μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο ενώ όμοια οι **Kaleem et al. (2011)** αναφέρουν ανάλογη αύξηση της περιεκτικότητας σε έλαιο (θερμοκρασία βάσης 8 °C).

2.1.6.4.Μήκος ημέρας

Σύμφωνα με την Γαλανοπούλου- Σενδούκα (2002) το φυτό είναι απαιτητικό σε φως καθώς μειωμένος φωτισμός ενδέχεται να μειώσει την απόδοση σε σπόρο ενώ ωστόσο η συνολική βιομάζα μπορεί να μην επηρεαστεί. Ωστόσο η επίδραση των μικρών ημερών ενδέχεται να επιφέρει πρωιμότητα της παραγωγής (**Yanez et al., 2012**). Από την άλλη οι **Dyer et al. (1959)** αναφέρουν ότι μεγάλη διάρκεια φωτός ευνοεί την επιμήκυνση του στελέχους. Ο ρυθμός ανάπτυξης του φυτού και η πρόβλεψη των σταδίων του επηρεάζεται τόσο από την θερμοκρασία όσο και από την επίδραση του φωτός σύμφωνα με τους **Goyne et al. (1989)**. Ωστόσο, αν παρατηρείται σταθερό μήκος ημέρας μεταξύ 14,5 με 16,2 ώρες τότε ο ρυθμός και η πρόβλεψη των σταδίων είναι εφικτή να επιτευχθεί μόνο από την παρουσία της εναλλαγής της θερμοκρασίας.

Οι **Hayata and Imaizuni (2000)** αναφέρουν ότι κάθε ποικιλία ηλιάνθου ενδέχεται να ανταποκρίνεται διαφορετικά στο μήκος της ημέρας αλλά και στο στάδιο επίδρασης του φωτισμού. Όμοια και οι **Goyne and Schneiter (1987)** σε πειράματα ποικιλιών παρατήρησαν διαφορετική ανταπόκριση στην φωτοπερίοδο. Οι **Rawson and Hindmarsh (1982)** παρατήρησαν ότι με την αύξηση του μήκους ημέρας παρουσιάζεται μεγαλύτερος ρυθμός εμφάνισης φύλλων. Ακόμα ο **Orellana (1975)** παρατήρησε ότι σε υψηλού μήκους ημέρες παρατηρείται ανθεκτικότητα στην ασθένεια του μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*.

2.1.6.5.Λίπανση

Οι **Archontoulis et al. (2007)** κάνουν λόγο για μη σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη και στην απόδοση του φυτού όταν προστίθενται περισσότερα από 12 κιλά αζώτου ανά στρέμμα. Οι **Youssaf et al. (2007)** αναφέρουν λίπανση με 15 κιλά αζώτου 10 φωσφόρου και 10 καλίου μέσα από πειράματα εφαρμογών. Ο **Meo (1999)**

αναφέρει ότι η προσθήκη αζωτούχας λίπανσης μπορεί να υπερκαλύψει τις απώλειες από πιθανό υδατικό στρες και έτσι προτείνει εφαρμογή ως και 18 κιλά ουρίας ανά στρέμμα σε περιπτώσεις μη επάρκειας υγρασίας καθώς έτσι σημειώνεται αύξηση στη φυλλική επιφάνεια του φυτού (άρα και εκτέλεση ικανοποιητικού ρυθμού φωτοσύνθεσης). Ακόμα, οι **Namvar et al. (2012)** συμπέραναν ότι είτε πραγματοποιηθεί προσθήκη 15 κιλών αζώτου ανά στρέμμα είτε 20 δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τελικές αποδόσεις. Ο **Munir (2007)** προτείνει η αζωτούχα λίπανση στον ηλίανθο να γίνεται σε τρεις δόσεις, στην σπορά, στην πρώτη εφαρμογή άρδευσης (30 ημέρες από σπορά αναφέρεται στον πείραμα) και στην άνθηση. Γενικά όσον αφορά το φώσφορο προτείνεται λίπανση 2-3 κιλών ανά στρέμμα (**Weiss, 2000**). Οι **Herger et al. (2000)** προτείνουν ότι όταν η περιεκτικότητα κατά Olsen στο έδαφος φωσφόρου είναι άνω των 15 ppm δεν χρειάζεται λίπανση με φώσφορο ενώ το **South Dakota State University (2005)** και οι **Kaiser et al. (2011)** δεν προτείνουν προσθήκη καλίου για συγκεντρώσεις ανταλλάξιμου καλίου άνω των 161 ppm. Σύμφωνα με τους **Δαναλάτο και Αρχοντούλη (2008)** από 300 κιλά σπόρου απόδοση αφαιρούνται 10,5 κιλά αζώτου, 6 κιλά φωσφόρου και 5,3 κιλά καλίου. Από την άλλη ο **Suzer (2010)** αναφέρει ότι απομακρύνονται 10 κιλά καλίου ανά στρέμμα για μέση απόδοση σπόρου 250 κιλά ανά στρέμμα. Από την άλλη οι **Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος (2001)** κάνουν λόγο για απομάκρυνση 24 κιλών καλίου ανά στρέμμα για αποδόσεις 300 κιλών. Οι **Asadi et al. (2010)** αξιολόγησαν την προσθήκη καλίου σε καλλιέργεια ηλίανθου και βρήκαν τις πιο ικανοποιητικές αποδόσεις σε σπόρο τις είχαμε με προσθήκη 20 κιλών K_2SO_4 . Τέλος, οι **Mostafa and Baker (2010)** αναφέρουν μέγιστες αποδόσεις με τον συνδυασμό χημικών λιπασμάτων και βιολιπασμάτων (*Azospirillum* + *Bacillus*) ενώ οι **Akbari et al. (2011)** προτείνουν συνδυασμό 50% ανόργανης θρέψης και 50% οργανικής (13 κιλά ανά στρέμμα αζωτούχα λίπανση και 1,6 τόνους κοπριά).

2.1.6.6. Σπορά

Οι **Darby et al. (2012)** προτείνουν πυκνότητα φυτών στα 5000 φυτά ανά στρέμμα όταν σκοπός είναι απόδοση σε σπόρο ενώ 7000 φυτά όταν σκοπός είναι απόδοση σε έλαιο. Οι **Robinson et al. (1982)** κάνουν λόγο για ικανοποιητικές αποδόσεις σε σπόρο σε πυκνότητες φυτείας 6250 φυτών ανά στρέμμα σε 12 εφαρμογές σποράς. Ακόμα όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν η απόδοση σε σπόρο αυξάνει με αύξηση της πυκνότητας ακόμα και στα 8750 φυτά ανά στρέμμα. Αντίθετα οι **Gubbels and Dedio**

(1989) αναφέρουν ότι σε πείραμα τριετίας βρήκαν μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο σε πυκνότητα φυτείας 4500 φυτών ανά στρέμμα έναντι 6000 φυτών ενώ όμοια ο **Grady (2000)** κάνει λόγο για πυκνότητες από 4000 ως 5000 φυτά. Αντίστοιχα οι **Popa and Berara (1990)** κατέληξαν σε πυκνότητες από 3500 ως 4800 φυτά ανά στρέμμα σε ελαφρώς υψηλής αλατότητας εδάφη. Οι **Thomas et al. (2003)** αναφέρουν ότι σε μη αρδευόμενες συνθήκες προτείνεται πυκνότητα 3500-5250 φυτά ανά στρέμμα και σε αρδευόμενες 5000- 6250 φυτά ανά στρέμμα ενώ για αποκλειστική παραγωγή ελαίου ο **Randford (1978)** κάνει λόγο για ακόμα μεγαλύτερες πυκνότητες για αρδευόμενες ή μη συνθήκες (ως 10000 φυτά ανά στρέμμα ή 6000 φυτά ανά στρέμμα αντίστοιχα). Έτσι η δόση σποράς και η πυκνότητα καθορίζεται κατά μεγάλο βαθμό από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, από την χρήση του φυτού και ακόμα και από την ποικιλία. Οι **Gubbels and Dedio (1988)** σύγκριναν αποστάσεις σποράς 45 και 90 cm και στην πρώτη περίπτωση παρατήρησαν μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο. Οι **Jonhson et al. (1999)** προτείνουν αποστάσεις φύτευσης στα 30 cm καθώς έτσι παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες αποδόσεις. Οι **Aslam et al. (1984)** αναφέρουν ότι το καλύτερο βάθος σποράς για τον ηλιάνθο είναι στα 7,5 εκατοστά ενώ το **North Dakota State University (2009)** προσθέτει ότι το βάθος σποράς στο ηλιάνθο εξαρτάται και από το μέγεθος του σπόρου της ποικιλίας.

2.1.6.7. Συγκομιδή

Γενικά, οι υψηλές ποικιλίες είναι έτοιμες για συγκομιδή περίπου από 120 ως 160 ημέρες ενώ οι περιορισμένης ανάπτυξης σε 90 ως 120 ημέρες. Ο ηλιάνθος έρχεται στην φυσιολογική του ωρίμανση όταν η ανθοκεφαλή από πίσω είναι κίτρινη και 10% καστανή με υγρασία 70% ενώ ο σπόρος παρουσιάζει υγρασία 40% (**Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002**). Ο **Browne (1978)** αναφέρει ότι η ημερομηνία φυσιολογικής ωρίμανσης ενδέχεται να ταυτίζεται με την στιγμή που σπόρος έχει το μέγιστο ξηρό βάρος ωστόσο λόγω της υψηλής υγρασίας τότε καλό είναι συγκομίζεται όταν έχει πέσει η υγρασία του σπόρου στο 10-12% (**Weiss, 2000**). Ακόμα το φυτό στο στάδιο συγκομιδής παρουσιάζει αποξηραμένα κάτω φύλλα ενώ τα υπόλοιπα είναι απλά κίτρινα (**Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002**). Όταν το προϊόν προορίζεται για ενσίρωμα η χρονική στιγμή συγκομιδής ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία επιλογής από 30 ως 50 ημέρες από την άνθηση (**Rodrigues et al, 2000**). Η μέγιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και σε έλαιο επιτυγχάνεται όταν ο σπόρος του ηλιάνθου φτάνει υγρασία στο 24% (**Radic, 2006**). Ακόμα για την πρωιμότητα και την καλύτερη ανάπτυξη του

σπόρου προτείνεται η εφαρμογή αποξηραντικών ουσιών ή αποφυλλωτικών (Shafiullah et al., 2001).

Η συγκομιδή πραγματοποιείται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές κατόπιν ρύθμισης καθώς οι απώλειες κατά τη συγκομιδή είναι ιδιαίτερα υψηλές αφού μια τυπική περίπτωση απωλειών είναι στο 9,4% (Taylor, 1999) ενώ μπορεί να υπερβούν ακόμα και το 40-45 % σύμφωνα με την Γαλανοπούλου- Σενδούκα (2002).

2.1.6.8. Αποδόσεις

Παλιότερες αναφορές έκαναν λόγο για αποδόσεις σε σπόρο από 200 ως 300 κιλά ανά στρέμμα (Zurrer and Bachofen, 1985, Φασούλα και Φωτιάδη, 1984) αλλά πλέον παρουσιάζει το φυτό περίπου αποδόσεις 300 με 400 κιλά ανά στρέμμα (Rauf et al., 2012 Δαναλάτος, 2007 και Weiss, 2000) ενώ υπάρχουν και αναφορές που κάνουν λόγο και για αποδόσεις άνω των 400 κιλών (Archontoulis, 2011, Καλαβριώτου, 2005). Στην χώρα η καλλιέργεια κυρίως είναι ξερική και παρουσιάζει σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ (2006) μέση στρεμματική απόδοση στα 133 κιλά.

Όσον αφορά τη απόδοση σε βιομάζα οι Archontoulis et al. (2007) προσδιόρισαν ότι μέγιστο βιομάζας ήταν περίπου 1300 κιλά ανά στρέμμα και η Καλαβριώτου (2005) εκτίμησε στρεμματικές αποδόσεις περίπου 1300-1600 κιλά ενώ σε πειράματα των Giannoulis et al. (2008) εκτίμησαν 600 με 800 κιλά ξηρή βιομάζα.

2.1.7. Τεχνική Καλλιέργειας Ινώδους Σόργου (*Sorghum Bicolor*)

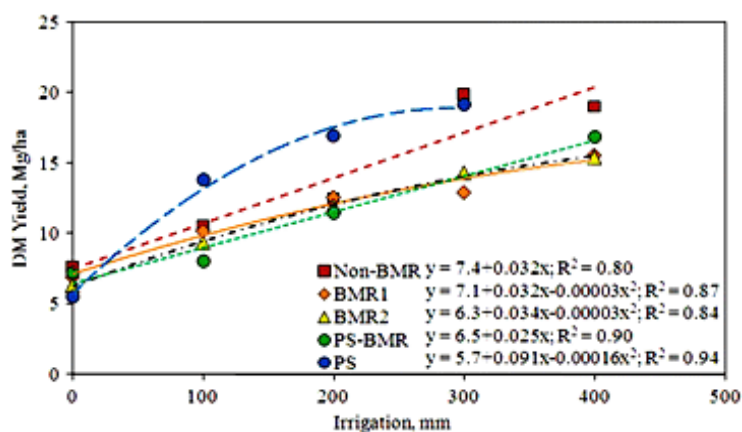
2.1.7.1. Έδαφος

Το σόργο έχει την δυνατότητα να προσαρμοστεί σε πλήθος εδαφών από αμμώδη (προτιμότερά) ως μαύρα αργιλώδη με την απαραίτητη επιλογή της ποικιλίας (Kimber, 2000). Ωστόσο, απαραίτητο είναι η καλή στράγγιση του εδάφους με το pH να κυμαίνεται από 5 ως 8,5 (FAO, 2005). Προτιμότερο είναι ωστόσο να αναπτύσσεται σε συνθήκες pH κάτω του 5,7 παρόλο που έχουν γίνει προσπάθειες ανάπτυξης ποικιλιών με προσαρμογή σε αλκαλικές συνθήκες (Duke, 1983) ενώ αντίστοιχα έχουν αναπτυχθεί και ποικιλίες ανθεκτικές σε εξαιρετικά όξινες συνθήκες εδάφους (Flores et al., 1991 και Duncan and Shuman, 1990). Αντίθετα ο Δαναλάτος και Αρχοντούλης (2008) πλέον προτείνουν άριστο εύρος οξύτητα 6,5-7,8. Ακόμα, ο Duncan (1987) αναφέρει ότι η ανθεκτικότητα του σόργου σε χαμηλή οξύτητα εξαρτάται από την δυνατότητα της ποικιλίας να προσλαμβάνει Cu, Mn, Mg

και Ca και όχι υψηλές συγκεντρώσεις K. Η καλλιέργεια γενικά παρουσιάζει μέτρια ανοχή στην αλατότητα του εδάφους ενώ σύμφωνα με τους **Rani et al. (2012)**, **Kulhari et al. 2008**, **Tigabu et al. (2012)** και **El. Naim et al. (2012)** έχουν δημιουργηθεί ποικιλίες που ανέχονται αλατότητα και άνω των 7 ds/m. Ωστόσο η μέγιστη ανθεκτικότητα που έχει αναφερθεί στο σύνολο των ερευνών είναι σε ελάχιστες περιπτώσεις στα 12 ds/m, στις περισσότερες αναφορές ανθεκτικότητα ως περίπου 8 ds/m ενώ σε περιπτώσεις άνω των 12 ds/m υπάρχει σημαντικά αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Ένας τρόπος ανοχής στην αλατότητα των φυτών σόργου σύμφωνα με τους **Nawaz et al. (2010)** είναι η εφαρμογή προλίνης ενώ όμοια και οι **Vahid et al. (2011)** αναφέρουν έντονη αύξηση της προλίνης ως μηχανισμό αντίδρασης του φυτού με την παρουσία αλατότητας. Στο έδαφος καλό είναι να υπάρχουν χαμηλές συγκεντρώσεις σε ψευδάργυρο καθώς σύμφωνα με τους **Mirshekali et al. (2012)** 300 ppm Zn αρκούν για να μειωθεί στατιστικά σημαντικά η τελική βιομάζα. Ακόμα, το σόργο έχει την δυνατότητα να απορροφήσει σημαντικές ποσότητες χρωμίου και πετρελαίου από ρυπασμένα εδάφη ως μέσο φυτοεξυγίανσης αλλά και πάλι υπάρχει αρνητικός αντίκτυπος στην βιομάζα (**Banks et al, 2003**, **Karimi, 2013** και **Revathi, 2011**). Γενικότερα το σόργο προτείνεται ως φυτό φυτοεξυγίανσης για εδάφη με υψηλές συγκεντρώσεις ποικίλων βαρέων μετάλλων (**Marchiol et al., 2010**).

2.1.7.2. Υγρασία

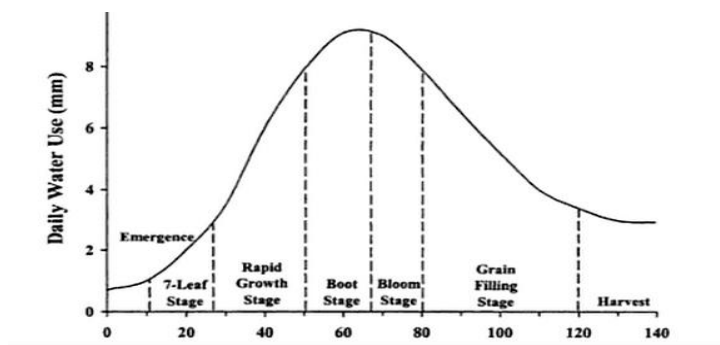
Η επίδραση της άρδευσης στις αποδόσεις βιομάζας επιδρά σημαντικά και μάλιστα γραμμικά στις περισσότερες των περιπτώσεων σύμφωνα με τους **McCuistion et al. (2009)** σε πειράματα ποικιλιών που πραγματοποίησαν.



Γράφημα 7: Συσχέτιση άρδευση με απόδοση βιομάζας σόργου (McCuistion et al., 2009).

Οι **Garofalo et al. (2011)** τονίζουν ότι η ιδανικότερη προσθήκη άρδευσης για την παραγωγή βιομάζας είναι στα 830 mm ενώ πρέπει για ικανοποιητικές αποδόσεις να ξεπερνά τα 500mm. Οι **Howell et al. (1994)** προσδιόρησαν ετήσια εξατμισοδιαπνοή για το σόργο στα 578 mm με την μέθοδο Penman Monteith. Ωστόσο, αναφέρεται ότι ακόμα και με δόση εφαρμογής στο 80% της εξατμισοδιαπνοής προκύπτει ικανοποιητική απόδοση ξηρής βιομάζας στα 3400 κιλά ανά στρέμμα αρκεί ωστόσο ο τρόπος άρδευσης να είναι υπόγεια στάγδην άρδευση (**Ζαχαρής, 2008**). Όμοια και οι **Χατζηνίκος (2004)** και οι **Sakellariou-Makrantwnaki et al. (2009)** τονίζουν ότι η εφαρμογή υπόγειας στάγδην άρδευσης στο σόργο επιφέρει τις υψηλότερες αποδόσεις σε βιομάζα σε σχέση με άλλες μεθόδους άρδευσης αλλά και πιο ορθολογική αξιοποίηση υδάτινων πόρων. Ακόμα, οι αποδόσεις σε βιομάζα δεν εξαρτώνται μόνο από τον τρόπο άρδευσης αλλά και από το πρόγραμμα εφαρμογής με τους **Saeed and El- Nadi (1998)** να προτείνουν ημερήσια δόση στα 8mm με εφαρμογή τουλάχιστον κάθε 7 ημέρες. Οι **Farre and Gonzalez (2006)** προχώρησαν σε μια μελέτη σύγκρισης και καταλήγουν ότι σε ξερικές περιοχές τις Μεσογείου το σόργο αντιδρά πολύ πιο ικανοποιητικά τόσο σε χρήση νερού όσο και σε απόδοση βιομάζας σε σχέση με τον αραβόσιτο σε παρόμοιες συνθήκες. Αντίστοιχα, και οι **Wagner and Knoblauch (2011)** και οι **Zsembeli et al. (2011)** αναφέρουν ότι το σόργο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποδοτικότητα χρήσης νερού από το καλαμπόκι ενώ η **Rees (2013)** προσθέτει ιδανικότερη χρήση νερού και από την σόγια. Ακόμα, έχει υπολογιστεί η ημερήσια ανάγκη για χρήση νερού του σόργου με έντονη να είναι η ανάγκη για άρδευση στο διάστημα της άνθησης (**Cothren et al., 2000**). Ωστόσο, αναφέρεται ότι από την περίοδο γεμίσματος του σπόρου μειώνεται σταδιακά η ημερήσια χρήση νερού ενώ ο **Farah (1983)** αναφέρει ότι η συμπληρωματική άρδευση κατά την διάρκεια από την άνθηση ως την ωρίμανση του φυτού επιδρά θετικά στην μεγέθυνση της βιομάζας. Η αποδοτικότητα χρήσης νερού σε πειράματα διάφορων ποικιλιών για την παραγωγή βιομάζας που πραγματοποίησαν οι **Abdulai et al. (2010)** είναι από 0,176 ως 3,310 gr/Lt. Οι **Sarig et al. (1984)** αναφέρουν ότι είναι δυνατόν σε μη αρδευόμενες εκτάσεις να πετύχουμε υψηλότερες αποδόσεις ως και 20% σε βιομάζα αν εμβολιάσουμε το φυτό με βακτήρια του γένους *Azospirillum*. Όταν σκοπός είναι η παραγωγή βιομάζας ανάλογα με τις συνθήκες άρδευσης που επικρατούν καλό είναι να επιλέξουμε και το τύπο της καλλιεργούμενης ποικιλίας καθώς σε αρδευόμενες συνθήκες το σόργο του σουδάν

παρέχει μεγαλύτερες αποδόσεις ενώ σε ξερικές συνθήκες ίσως κοινές χορτοδοτικές ποικιλίες να προτιμούνται (Lauriault, 2009).



Γράφημα 8: Ανάγκες άρδευσης σόργου στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του (Cole and Chapin, 1975 from Cothren et al, 2000).

Τέλος, σύμφωνα με τους **Kapanigowda et al. (2012)** υπάρχει η δυνατότητα να αναπτυχθούν ποικιλίες σόργου που θα ανέχονται συνθήκες ξηρασίας και να παρουσιάζουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού καθώς όπως αναφέρουν το κλειδί για την επίτευξη του στόχου είναι η βελτίωση και η δημιουργία ποικιλιών που να παρουσιάζουν μειωμένη διαπνοή πριν την άνθηση.

2.1.7.3. Θερμοκρασία

Ο **Downes (1972)** αναφέρει ότι υψηλές θερμοκρασίες (33 °C) στο διάστημα από την βλάστηση ως την έναρξη της άνθησης έχουν αρκετά αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη του φυτού ενώ και ο **Prasad et al. (2008)** αναφέρει ότι η επίδραση θερμοκρασίας 40 °C επιδρά αρνητικά στο ύψος του φυτού. Ακόμα, ο **Ogunlela (1980)** αναφέρει ότι η επίδραση θερμοκρασίας 32 βαθμών επιφέρει μείωση στο ξηρό βάρος 14% σε σχέση με επίδραση θερμοκρασίας 26,5 °C. Οι **Harris et al. (1987)** εξέτασαν το εύρος θερμοκρασιών που έχει την δυνατότητα να φυτρώσει το φυτό και αναφέρουν ότι είναι από 13-40 °C ενώ ο **Peacock (1982)** σε σύνολο ερευνών που παρουσιάζει κάνει λόγο για ιδανικό εύρος από 21 ως 35 °C με την ιδανική θερμοκρασία να είναι στους 30 °C (**Kimber, 2000**). Οι **Saita et al. (2011)** αναφέρουν ακόμα ότι ανάλογα και με την ποικιλία επιλογής ινώδους σόργου υπάρχει η δυνατότητα ανοχής και φυτρώματος ως και 8 °C ενώ η συγκεκριμένη ομάδα ερευνητών τονίζει ως ιδανικό εύρος το 20-30 °C. Έπειτα από το φύτευμα απαιτούνται θερμοκρασίες άνω των 15 °C ενώ άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι στους 35 °C (**Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008**). Σύμφωνα με τον **Norcio (1976)**

(in Peacock, 1982) σε θερμοκρασίες άνω των 40 °C ο ρυθμός φωτοσύνθεσης μειώνεται σημαντικά. Το σύνολο των θερμοκρασιών που απαιτείται σύμφωνα με τον **Gashkova (2008)** για την ωρίμανση του φυτού είναι από 2000 ως 3500 °C ανάλογα με την ποικιλία επιλογής (έντονης, μεσαίας και αργής ανάπτυξης). Συνήθως η θερμοκρασία βάσης για το σόργο είναι 7 °C. Ο **Kelley (undated)** υπολόγισε τις θερμομονάδες απαίτησης για τον σόργο (ελάχιστη θερμοκρασίας 10 και ανώτερη 38) και ενδεικτικά αναφέρεται ότι ως την εμφάνιση των φυτών απαιτούνται 200 θερμομονάδες, ως το στάδιο των 5 φύλλων 660, ως την άνθηση 1848-1995 και τέλος για την πλήρη ωρίμανση 2673-3360. Το φυτό είναι να δυνατόν να υποφέρει από απότομη πτώση θερμοκρασιών (chilling) κατά την διάρκεια ανάπτυξης του. Αν η επίδραση είναι για σύντομο χρονικό διάστημα η καλλιέργεια έχει την δυνατότητα να ανακάμψει ενώ αν το διάστημα είναι παρατεταμένο τότε όχι (**Ercoli et al., 2004**).

2.1.7.4. Μήκος ημέρας

Οι μέρες από την σπορά ως την άνθηση επηρεάζονται εκτός από την θερμοκρασία αλλά και από την φωτοπερίοδο. Η ανάπτυξη του άνθους δεν θα ξεκινήσει αν υπάρχει μήκος ημέρας λιγότερο από 12 ώρες και 20 λεπτά (**MSU, 2011**). Οι **Ellis et al. (1996)** μελέτησαν το διάστημα με συνθήκες φωτοπεριόδου 11 ωρών και θερμοκρασίας ημέρας 34 °C σε σύγκριση με συνθήκες φωτοπεριόδου 12 ωρών και θερμοκρασίας ημέρας 30 βαθμών. Παρατήρησαν ότι η επίδραση της μεγαλύτερης φωτοπεριόδου επέφερε γενικά πρωίμηση στην άνθηση. Όμοια οι **Miller et al. (1968)** αξιολόγησαν 15 ποικιλίες τροπικών περιοχών και 7 αμερικάνικες και παρατήρησαν ότι οι πρώτες παρουσίασαν χαμηλότερη κρίσιμη φωτοπερίοδο. Παρόλα αυτά, οι τροπικές ποικιλίες παρουσίασαν και μεγάλη παραλλακτικότητα συμπεριφοράς στην φωτοπερίοδο σε σχέση με τις αμερικάνικες ποικιλίες που ήταν σταθερές. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι βρέθηκαν σε ποικιλίες ότι κρίσιμη φωτοπερίοδος ήταν 13 ώρες. Οι **Tamuroto et al. (2004)** προκειμένου να είναι εφικτή η ανάπτυξη του φυτού σε φωτοπερίοδο κάτω των 12 ωρών έχουν κάνει προσπάθειες να απομονώσουν τα γονίδια που προκαλούν την ευαισθησία στην φωτοπερίοδο του σόργου (γονίδια D1 και D2).

2.1.7.5. Λίπανση

Σε βιβλιογραφική έρευνα των **Pal et al. (1982)** αναφέρεται ότι ανάλογα με την ποικιλία επιλογής για παραγωγή σπόρου απαιτούνται δόσεις αζώτου από 6 ως 15 κιλά ανά στρέμμα, φωσφόρου ως το πολύ 4 κιλών ενώ καλίου ως 3,3 κιλά. Εν τέλει

καταλήγουν σε ισορροπημένη πρόταση λίπανσης που περιλαμβάνει 12 κιλά αζώτου ανά στρέμμα, 2,6 κιλά φωσφόρου, 3,3 κιλά καλίου και 1,5-2,5 κιλά ψευδαργύρου. Όμοια και οι **Powel and Hons (1992)** καταλήγουν σε δόσεις εφαρμογής αζώτου στα 11,2 κιλά ανά στρέμμα. Σε πειράματα ωστόσο των **Buah and Mwinkaara (2009)** αναφέρεται ότι η προσθήκη 4, 8 και 12 κιλών αζώτου ανά στρέμμα επιφέρουν αύξηση των αποδόσεων σε σπόρο σε σχέση με μάρτυρα (χωρίς λίπανση) κατά 39%, 43% και 45% αντίστοιχα και έτσι παρατηρούμε ότι οι τελικές αποδόσεις δεν διαφέρουν σημαντικά αυξάνοντας τις δόσεις. Αντίθετα οι **Bebawi and Abedelazil (1983)** αξιολόγησαν δόσεις αζώτου 4,3, 8,6 και 17,2 κιλών ανά στρέμμα και παρατήρησαν αύξηση στις αποδόσεις σπόρου κατά 14%, 21% και 45% αντίστοιχα. Έτσι καταλήγουμε σε μεγάλη παραλλακτικότητα συμβουλών λίπανσης σε κάθε περίπτωση οι οποίες μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την παρουσία της οργανικής ουσίας, την υφή του εδάφους, την κλίση του εδάφους, το ύψος βροχής και την έκλυση, τα κλιματικά στοιχεία, την αποτελεσματικότητα εφαρμογής και την μορφή εφαρμογής. Σε κάθε περίπτωση τα παραπάνω πρέπει να συνεκτιμούνται για να καταλήξουμε στην ιδανική δόση εφαρμογής. Οι **Roy and Khandaker (2010)** εξέτασαν τρεις δόσεις λίπανσης φωσφόρου στην παραγωγή βιομάζας του σόργου (4, 8 και 12 κιλά ανά στρέμμα) και παρατήρησαν ότι τις πιο ιδανικές αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα και ανάπτυξη επιτυγχάνονται με δόση στα 8 κιλά ανά στρέμμα. Τα αποτελέσματα ωστόσο συγχέονται από έρευνα των **Rashid and Iqbal (2011)** οι οποίοι αναφέρουν ότι η μέγιστη απόδοση σε βιομάζα επιτυγχάνεται με δόση ως 2,5 κιλά ανά στρέμμα. ενώ η μέγιστη ποιότητα στα 4,3 κιλά ανά στρέμμα. Η εξήγηση στην αντίφαση των αποτελεσμάτων πρώτα αναζητείται στην υφή του εδάφους, ωστόσο όμως και τα δύο τα εδάφη είναι πηλώδη άρα έχουμε παρόμοια συμβολή υποστρώματος. Έπειτα παρατηρούμε την συγκέντρωση φωσφόρου στο έδαφος που στην περίπτωση των **Roy and Khandaker (2010)** δεν αναφέρεται καν ενώ στην περίπτωση των **Rashid and Iqbal (2011)** παρατηρείται συγκέντρωση κατά Olsen στα 4,9 ppm. Τέλος, σημαντική παράμετρος είναι ότι στην περίπτωση των **Rashid and Iqbal (2011)** ότι οι δόσεις φωσφόρου που αξιολογούνται διαλύονται σε συνθήκες εργαστηρίου σε εδαφικό διάλυμα ενώ στην περίπτωση των **Roy and Khandaker (2010)** εφαρμόζεται σε συνθήκες αγρού σε στερεή φάση. Οι **Daba and Zewedie (2001)** αναφέρουν ότι δόση φωσφόρου πάνω από 6,9 κιλά ανά στρέμμα είναι ικανή να διατηρήσει σταθερές αποδόσεις σε σπόρο για 3 έτη λόγω του γεγονότος ότι ο φώσφορος είναι δυσκίνητο στοιχείο (έδαφος εφαρμογής αργιλώδες).

Το **South Dakota University (2004)** αναφέρει ότι όταν η κρίσιμη τιμή Olsen στο έδαφος είναι άνω 16 ppm τότε δεν απαιτείται λίπανση ενώ αν είναι η συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου άνω των 161 ppm τότε δεν απαιτείται καλιούχα. Οι **Ogunlela and Yusuf (1988)** εξέτασαν τρεις δόσεις καλίου (2, 5 και 7,5 κιλά) και παρατήρησαν ότι η απόδοση σε βιομάζα αυξάνει με την προσθήκη καλίου ενώ για απόδοση σε σπόρο απαιτείται δόση μεταξύ 2,5 και 5 κιλών ανά στρέμμα ανάλογα την ποικιλία επιλογής. Οι **Pholsen and Suksri (2007)** βάζουν ένα όριο αναφέροντας ότι παρατηρείται στατιστικά σημαντική αύξηση της βιομάζας ως δόση καλίου στα 5,6 κιλά ανά στρέμμα. Οι **Ismaeil et al. (2012)** αξιολόγησαν την οργανική λίπανση σε καλλιέργεια σόργου και παρατήρησαν ότι δόση κοπριάς από πουλερικά στα 500 κιλά ανά στρέμμα είναι ικανή να αποφέρει απόδοση ξηρής βιομάζας ίση με 866 κιλά ανά στρέμμα. Οι **Lehman et al. (1999)** σύγκριναν την προσθήκη 10 κιλών αζώτου ανά στρέμμα σε σχέση με την εφαρμογή οργανικού λιπάσματος από φύλλα ακακίας. Η δόση εφαρμογής της οργανικής θρέψης ήταν τέτοια ώστε να προέκυπτε συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα 9,4 κιλά ανά στρέμμα. Η προσθήκη του συμβατικού λιπάσματος επέφερε υψηλότερες αποδόσεις σε βιομάζα και σπόρο. Από την οργανική θρέψη μόλις το 6% της δόσης έλαβε το φυτό ενώ από την συμβατική το 21% (σημειώνεται ότι η εφαρμογή έγινε σε περιοχή με υψηλές συνθήκες έκπλυσης).

2.1.7.6. Σπορά

Οι **Snider et al. (2012)** αξιολόγησαν αποστάσεις και δόσεις σποράς σε καλλιέργεια σόργου με τελικό στόχο την παραγωγή βιομάζας. Από τις αποστάσεις στα 76, 38 και 19 cm κατέληξαν ότι η ιδανικότερη απόδοση σε ξηρή βιομάζα προκύπτει από την πυκνή σπορά στα 19 cm. Όσον αφορά την δοσολογία προτείνουν το πολύ 11600 σπόρους ανά στρέμμα καθώς με παραπάνω ποσότητα δεν παρατηρείται αύξηση της παραγόμενης βιομάζας. Από την άλλη σε έρευνα τον **Koller and Scholl (1968)** παρατηρήθηκε παρόμοια παραγωγή βιομάζας σε αποστάσεις φυτών 18 και 36 cm αντίστοιχα ενώ αντίθετα τονίζουν ότι η παραγωγή βιομάζας αυξάνει με την αύξηση της δόσης σποράς σε πυκνή εγκατάσταση φυτών (δόσεις αξιολόγησης έρευνας από 0,84 ως 5,4 κιλά ανά στρέμμα;;;). Οι **Robertson et al. (2009)** παρατήρησαν ότι η ανταπόκριση σε υψηλές δόσεις σποράς εξαρτάται και από την ποικιλία επιλογής. Για παράδειγμα, η απόδοση βιομάζας της ποικιλίας Hy Pearl Millet αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά όταν η δόση εφαρμογής αυξήθηκε από 0,6 στα 1,25 κιλά ανά στρέμμα ενώ αντίθετα στην ποικιλία Revolution BMR δεν

παρατηρήθηκε αύξηση. Όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο οι **Conley et al. (2005)** προτείνουν πυκνότητες φυτών λιγότερο από 15000 φυτά ανά στρέμμα καθώς σε πιο πυκνές φυτείες δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές σε απόδοση σπόρου. Μάλιστα, σε πυκνότητα στα 7500 φυτά ανά στρέμμα τα φυτά σόργου είχαν την δυνατότητα να παράγουν μια επιπλέον ταξιανθία. Όσον αφορά τις αποστάσεις μεταξύ των φυτών παρατήρησαν ότι στα 19 cm παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο σε σχέση με αραιότερες φυτείες.

2.1.7.7. Συγκομιδή

Όταν γίνεται καλλιέργεια ινώδης σόργου σκοπός είναι η αποκλειστική απόδοση σε βιομάζα και έτσι σύμφωνα με τον **Duke (1988)** η καλύτερη στιγμή είναι όταν το φυτό να είναι σε ύψος 80 με 120 cm. Αν μας ενδιαφέρει η διατροφική αξία της βιομάζας τότε καλό είναι να γίνει συγκομιδή όταν ο σπόρος είναι στο στάδιο ζύμης ενώ αν μας ενδιαφέρει η μέγιστη ποσότητα τότε η συγκομιδή πρέπει να εκτελείται στο στάδιο της μαλακής ζύμωσης (**Newman et al., 2010**).

Η συγκομιδή πραγματοποιείται με θερισμό της βιομάζας (σιλοκοπτικό ή χορτοκοπτικό) και απόθεση της βιομάζας στο έδαφος για ξήρανση (περίπου 12-14%) και έπειτα δεματοποίηση. Σε περίπτωση ενσιρώματος, τότε η βιομάζα κόβεται σε μικρότερα κομμάτια αποκλειστικά με σιλοκοπτικό και μεταφέρεται απευθείας στην μονάδα ενσίρωσης. Αν όμως οι συνθήκες υγρασίας είναι υψηλές τότε αφήνουμε και σ' αυτή την περίπτωση την βιομάζα να χάσει μέρος της υγρασίας της και έπειτα μεταφέρεται στον χώρο επεξεργασίας.

2.1.7.8. Αποδόσεις

Ως ινώδες σόργο χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιομάζας και έτσι οι αποδόσεις που θα παρουσιαστούν εστιάζονται εκεί. Έχει εκτιμηθεί από διάφορες βιβλιογραφικές πηγές ένα δυναμικό παραγωγής του ινώδους που μπορεί να κυμαίνεται από 3 ως και 5 τόνους ανά στρέμμα ξηρής βιομάζας (**Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008 and Snider et al., 2012**). Ωστόσο οι παραπάνω τιμές μπορεί να χαρακτηριστούν και ακραίες και για να χαρακτηριστεί μια απόδοση ξηρής βιομάζας ως ιδιαίτερα ικανοποιητική σύμφωνα με τις περισσότερες βιβλιογραφικές αναφορές αποδόσεις ξηρής βιομάζας μπορεί να κυμαίνεται από 1500 ως 2500 κιλά ανά στρέμμα (Amosen et al., 2011, Rocatelli et al., 2011, Mahmood et al., 2013, Turhollow et al., 2010). Ακόμα υπάρχουν αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές που αναφέρουν αποδόσεις

χλωρής βιομάζας αλλά τέτοια αποτελέσματα εκτός από την μη πρακτική τους χρήση δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για συγκρίσεις καθώς η υγρασία στους φυτικούς ιστούς μεταβάλλεται από πείραμα σε πείραμα και τις περισσότερες φορές λανθασμένα δεν ορίζεται κίολας.

2.2.Επίδραση κατεργασιών στις ενεργειακές καλλιέργειες μελέτης

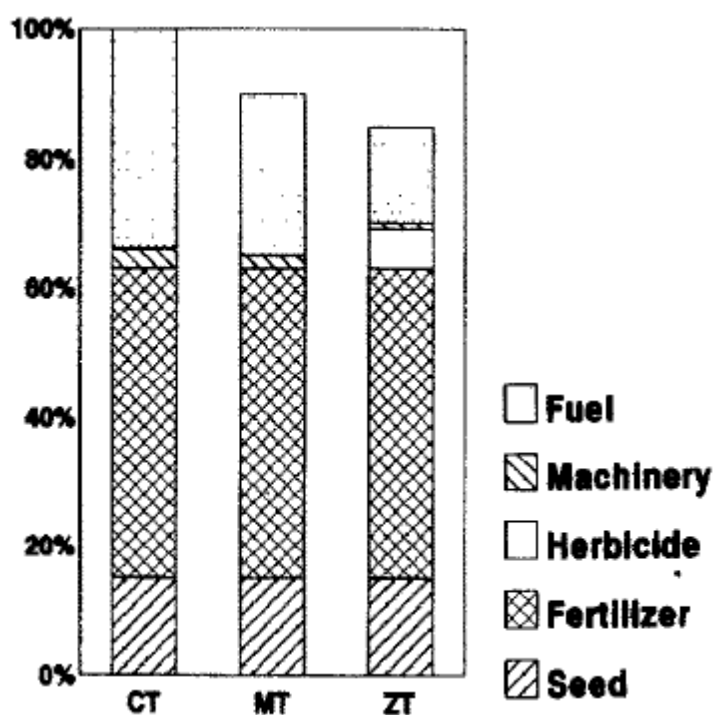
2.2.1. Επίδραση κατεργασιών σε βίκο/βρώμη

Οι **Ozpinar and Baytekin (2005)** μελέτησαν σε πείραμα τριών ετών σε ημίξηρη περιοχή της Τουρκίας την επίδραση τριών μεθόδων κατεργασίας στην απόδοση κυρίως καλλιέργειας βίκου (*Vicia sativa*). Οι μέθοδοι κατεργασίας ήταν συμβατική με άροτρο, αβαθής κατεργασία με φρέζα και μειωμένη κατεργασία με διπλό πέρασμα με δισκοσβάρνα. Λίγο υψηλότερη αλλά στατιστικά μη σημαντική απόδοση σε βιομάζα παρουσίασε η συμβατική κατεργασία με απόδοση σανού 463 kg/ στρ. έναντι 460 kg/ στρ. που παρουσίασε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας με δισκοσβάρνα. Ακόμα, υπολογίστηκε και το βάρος του ριζικού συστήματος αλλά και το ύψος που παρουσίασε ο βίκος στις τρεις κατεργασίες, με την επιφανειακή εφαρμογή με φρέζα να παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές (στατιστικά σημαντικές). Όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο το σύστημα μειωμένης κατεργασίας ήταν το πιο παραγωγικό με ιδιαίτερα ικανοποιητική απόδοση. Επιπλέον, στο πλαίσιο του πειράματος μελετήθηκαν και επιδράσεις θρέψης όπως περιεκτικότητα N στην βιομάζα, στον σπόρο και στο έδαφος αλλά και η οργανική ουσία. Τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις N στην βιομάζα τις παρουσίασε η συμβατική κατεργασία με άροτρο ενώ στο σπόρο και στο έδαφος το σύστημα μειωμένης κατεργασίας προηγούνταν. Τέλος, την υψηλότερη οργανική ουσία με διαφορά 42% σε σχέση με την συμβατική μέθοδο την παρουσίασε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας (21 Mg/kg). Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι το σύστημα με δισκοσβάρνα σε σχέση με το άροτρο είτε για παραγωγή ξηρής βιομάζας είτε για παραγωγή σπόρου είναι το αποδοτικότερο. Μπορεί στην πρώτη περίπτωση να υπολείπεται από πλευράς αποδόσεων, ωστόσο η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική αλλά και ο περαιτέρω εμπλουτισμός με οργανική ουσία και N το καθιστούν το ιδανικότερο σύστημα σε καλλιέργεια βίκου. Σε παρόμοια έρευνα οι **Sidiras et al. (1999)** μελέτησαν την επίδραση συμβατικής κατεργασίας, περιστροφικού καλλιεργητή και ακαλλιέργειας σε καλλιέργεια βίκου. Υψηλότερο βάρος ξηρής βιομάζας και ρίζας σ' αυτή την περίπτωση παρουσίασε η ακαλλιέργεια (785 kg/ στρ.) ενώ τελευταία σε απόδοση

ήρθε η εφαρμογή με άροτρο (435 kg/ στρ.). Το μεγαλύτερο ρυθμό αζωτοβακτηρίων τον παρουσίασε η ακαλλιέργεια με αποτέλεσμα να βρεθούν και μεγαλύτερες ποσότητες N στα φυτά ως και 50% περισσότερες σε σχέση με την συμβατική κατεργασία. Στο πείραμα αυτό εξέτασαν και συσχετίσεις ανάπτυξης και δράσεων των φυματίων. Έτσι, η υψηλότερη συσχέτιση αποδόσεως με τον αριθμό των φυματίων και την περιεκτικότητα N στις ρίζες παρουσιάστηκε στην ακαλλιέργεια ($r=0,91$). Αντίστοιχη ιδανικότερη συσχέτιση φυματίων με περιεκτικότητα N στην βιομάζα και στην ρίζα παρουσιάστηκε στο σύστημα μηδενικής κατεργασίας. Συμπερασματικά, και πάλι επιβεβαιώνεται ότι συστήματα μειωμένης κατεργασίας πέραν της συμβατικής κατεργασίας μπορεί να είναι αποδοτικότερα στην καλλιέργεια του βίκου αλλά και δημιουργούν και καλύτερες μετέπειτα συνθήκες σε συστήματα αμειψισποράς. Οι **Bono et al. (2008)** μελέτησαν σε πείραμα αμειψισποράς 6 ετών (βρώμη/βίκος-καλαμπόκι-σιτάρι-βρώμη) δύο κατεργασίες, μια εφαρμογή με δισκοσβάρνα και μια με ακαλλιέργεια. Τις υψηλότερες αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα και σε σπόρο στην περίπτωση της συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης την παρουσίασε το σύστημα της ακαλλιέργειας. Επίσης όσον αφορά την υγρασία και την οργανική ουσία του εδάφους πάλι η ακαλλιέργεια παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές. Σε πείραμα 16 ετών μελετήθηκαν τρία συστήματα κατεργασίας και δύο συστήματα αμειψισπορών για να βρεθεί ο πιο κερδοφόρος συνδυασμός (**Sanchez-Giro et al. 2004**). Είναι αρκετά σύνηθες να εξετάζονται παράλληλα με κατεργασίες και αμειψισπορές καθώς είναι ένας τρόπος περιορισμού των ζιζανίων που είναι το κύριο πρόβλημα μη συμβατικών συστημάτων κατεργασίας. Οι τρόποι κατεργασίας που μελετιούνται είναι τρεις: η ακαλλιέργεια, το άροτρο και βαρύς καλλιεργητής. Την μεγαλύτερη πρόσοδο ως σύστημα αμειψισποράς την προσφέρει η εναλλαγή σιταρούι-βίκου σε εφαρμογή ακαλλιέργειας με διαφορά 4,8 €/στρέμμα σε σχέση με τη συμβατική. Ενδιαφέροντα οικονομικά στοιχεία που προέκυψαν ήταν ακόμα το κόστος χρήσης μηχανημάτων αλλά και το κόστος χρήσης ζιζανιοκτόνων. Το μεγαλύτερο κόστος χρήσης μηχανημάτων το παρουσίασε η συμβατική κατεργασία με περίπου συνολικά 10,2 €/στρέμμα (19% συνολικού κόστους) ενώ το σύστημα ακαλλιέργειας παρουσίασε 8,6 €/στρέμμα (16%) και ο βαρύς καλλιεργητής 8,8 euro/στρέμμα (17%). Όσον αφορά το κόστος ζιζανιοκτονίας εμφανίστηκε μεγαλύτερο στην ακαλλιέργεια με 4,7 €/στρέμμα (9% κόστους) ενώ η συμβατική κατεργασία 2,6 €/στρέμμα (5%). Τέλος, ένα πρόβλημα της εντατικής κατεργασίας είναι η συμπίεση και μέσα από το πείραμα αυτό αποδείχτηκε ότι η συμβατική κατεργασία διαχειρίζεται

4 φορές περισσότερο έδαφος από την ακαλλιέργεια και 1,5 φορές περισσότερο από το βαρύ καλλιέργητή. Από την έρευνα αυτή συμπεραίνουμε ότι με την σωστή αμειψισπορά βίκου και σιταριού μπορούμε να περιορίσουμε την παρουσία ζιζανίων και να γίνουν οικονομικά κερδοφόρα τα συστήματα μειωμένης ή μηδέν κατεργασίας. Άλλη μια περίπτωση που εξετάζεται η καλλιέργεια του βίκου σε σύστημα αμειψισποράς σε συνδυασμό με συστήματα κατεργασίας εξέτασαν οι **Ozpinar and Ozpinar (2011)** δίνοντας μια οικονομοτεχνική προσέγγιση. Το πείραμα διήρκεσε οχτώ έτη με τις εξής 2 αμειψισπορές, σιτάρι-βίκος και σιτάρι /βίκος σε καλαμπόκι ενώ οι 3 κατεργασίες ήταν συστήματα με άροτρο, φρέζα και βαρύ καλλιεργητή. Στην πρώτη περίπτωση αμειψισποράς η πιο κερδοφόρα περίπτωση όσο αφορά αποκλειστικά την καλλιέργεια του βίκου ήταν το σύστημα με βαρύ καλλιεργητή με χρηματική διαφορά από την συμβατική κατεργασία που έφτανε περίπου τα 15 €/στρέμμα. Ωστόσο, στην δεύτερη περίπτωση αμειψισποράς το πιο προσοδοφόρο σύστημα κατεργασίας για την καλλιέργεια του βίκου ήταν η συμβατική κατεργασία με διαφορά που έφτανε ως και 18 €/στρέμμα σε σχέση με το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή. Σε κάθε περίπτωση η συμβατική κατεργασία παρουσίασε και υψηλότερες τιμές (μη στατιστικά σημαντικές) σε αποδόσεις ξηρής βιομάζας (460-490 kg/ στρέμμα) ενώ τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας παρουσίασαν αποδόσεις από 380-460 kg/ στρέμμα. Από την άλλη αρνητικό στοιχείο για την συμβατική κατεργασία είναι ότι παρουσιάζει σε κάθε περίπτωση το μεγαλύτερο κόστος εφαρμογής με διαφορές ως και 40 €/στρέμμα σε σχέση με τους επιφανειακούς τρόπους κατεργασίας. Άλλο ένα ενδιαφέρον στοιχείο που εκτιμήθηκε είναι οι ώρες εργασίας- απασχόλησης που χρειάζεται το εκάστοτε σύστημα κατεργασίας με την συμβατική μέθοδο να θέλει από διπλάσιες ως και τριπλάσιες ώρες εργασίες (3,5-6,6 h/ha) σε σχέση με τα άλλα συστήματα. Τέλος, επιβεβαιώνεται για άλλη μια φορά το πρόβλημα των ζιζανίων που ακολουθεί τις επιφανειακές κατεργασίες με την φρέζα να παρουσιάζει 171 ζιζάνια/m², τον καλλιεργητή 72 και το άροτρο μόλις 37. Συμπερασματικά, αποτυπώνεται και σε αυτή την περίπτωση ότι το υψηλό κόστος εφαρμογής του αρότρου γενικά και ειδικά στον βίκο διαμορφώνει αρνητικά το καθαρό κέρδος σε σχέση με συστήματα μειωμένης κατεργασίας. Οι **Hernanz et al. (1995)** πραγματοποίησαν ενεργειακή και οικονομική μελέτη τριών συστημάτων κατεργασίας σε σειρά αμειψισποράς που περιλαμβάνονταν και η καλλιέργεια βίκου και σε μονοκαλλιέργεια βίκου. Οι κατεργασίες εφαρμογής ήταν με άροτρο, με βαρύ καλλιεργητή (μειωμένη κατεργασία) και ακαλλιέργεια. Η εξοικονόμηση ενέργειας

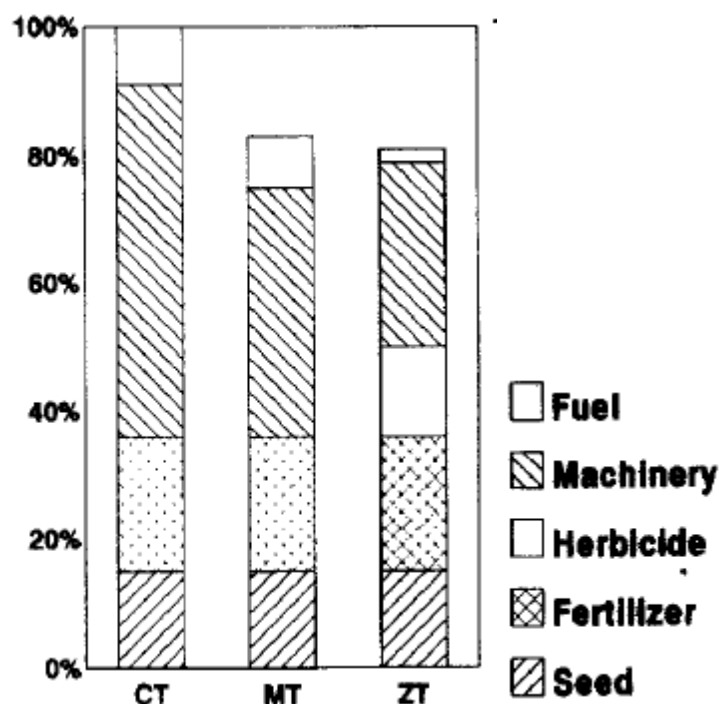
στο βίκο στην περίπτωση της ακαλλιέργειας και της μειωμένης κατεργασίας ήταν 15% και 10% λιγότερο από την συμβατική (Διάγραμμα 1). Στο Διάγραμμα 1 παρατηρούμε ότι οι εισροές ενέργειας που διαφοροποιούνται είναι η κατανάλωση καυσίμου, η χρήση του γεωργικού εξοπλισμού καθώς και η χρήση ζιζανιοκτόνων. Όσον αφορά την χρήση ζιζανιοκτόνων είναι λογικό οι επιφανειακές ή καθόλου κατεργασίες να παρουσιάζουν μεγαλύτερους πληθυσμούς ζιζανίων έναντι της συμβατικής μεθόδου. Η κατανάλωση καυσίμου διαφέρει για κάθε καλλιεργητική εργασία και καθώς διαφέρει και το φορτίο εργασίας (Τσατσαρέλης, 2006). Τέλος, το κόστος χρήσης των μηχανημάτων κυρίως διαφοροποιείται από τις ώρες λειτουργίας τους καθώς όσο περισσότερο δουλεύουν ανά έτος τόσο μεγαλύτερο θα είναι το κόστος συντήρησης και επισκευών στο έτος αλλά χαμηλότερο το κόστος αποσβέσεων όταν λαμβάνονται υπόψη. Προηγουμένως μάλιστα καταλήξαμε ότι οι ώρες εργασίας σε σύστημα αρότρου είναι διπλάσιο ως και τριπλάσιο των μειωμένων κατεργασιών.



Διάγραμμα 1: Εισροές ενέργειας στα τρία συστήματα κατεργασίας στον βίκο (Hernanz et al., 1995).

Ακόμα, έγινε εκτίμηση του κόστους παραγωγής του βίκου σε κάθε περίπτωση κατεργασίας με το σύστημα συμβατικής κατεργασία να είναι περίπου 13-24% και 6-17% υψηλότερο από την μειωμένη και μηδενική κατεργασία αντίστοιχα (Διάγραμμα 2). Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο ποσοστό κόστους το περιλαμβάνει σε κάθε

περίπτωση το κόστος χρήσης των μηχανημάτων (περιλαμβάνεται και η απόσβεση του) ενώ το σύστημα ακαλλιέργειας παρουσιάζει συγκριτικά πολύ μεγαλύτερο κόστος χρήσης ζιζανιοκτόνων. Τέλος παρατηρούμε μικρές συμβολές του κόστους κατανάλωσης καυσίμου, κάτι το οποίο στις ημέρες μας έχει αλλάξει καθώς η παγκόσμια κρίση πετρελαίου έχει εκτινάξει την τιμή στα ύψη.



Διάγραμμα 2: Μέρη κόστους παραγωγής στα τρία συστήματα κατεργασίας στον βίκο (Hernanz et al., 1995).

Όσον αφορά τις αποδόσεις σε βιομάζα βίκου η ακαλλιέργεια παρουσίασε ιδιαίτερα υψηλές με 856 kg/στρ έναντι 803 kg/στρ της συμβατικής. Ωστόσο, αυτό που είναι το πιο ουσιαστικό είναι ποιο σύστημα θεωρείται για το παραγωγό πιο κερδοφόρο για την καλλιέργεια βίκου. Το πιο συμφέρον οικονομικά παρουσιάζεται και σε αυτή την περίπτωση η ακαλλιέργεια με διαφορές που φτάνουν ως και 15 δολάρια/ στρέμμα.

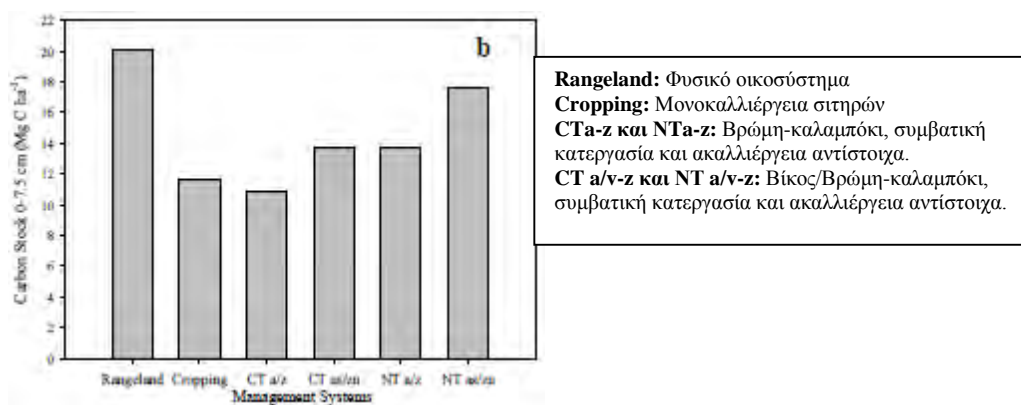
Οι **Sojka et al. (1997)** σύγκριναν τρεις εφαρμογές υπεδαφοκαλλιέργειας (στα 40 cm, στα 36 και στα 30 cm) σε συνδυασμό με δευτερογενή κατεργασία με περιστροφικό καλλιεργητή ή καθόλου δευτερογενή κατεργασία σε καλλιέργεια βρώμης (χρήση σπαρτικής μηχανής με προσαρμογές). Όταν γινόταν συνδυασμός υπεδαφοκαλλιέργειας με δευτερογενή κατεργασία το σύστημα υπεδαφοκαλλιέργειας στα 30 cm παρουσίασε στατιστικά σημαντικά τις υψηλότερες αποδόσεις ενώ όταν δεν εφαρμοζόταν δευτερογενής κατεργασία το σύστημα υπεδαφοκαλλιέργειας στα 36 cm

παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα. Αντίστοιχα οι **Hughes et al. (1992)** σε πειράματα δεκαετίας αξιολόγησαν την συμβατική κατεργασία, τη κατεργασία με δίσκοσβάρνα και ακαλλιέργεια και εν τέλει δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τελικές αποδόσεις ξηρής βιομάζας βρώμης. Επίσης, σε σύγκριση ακαλλιέργειας και συμβατικής κατεργασίας από τους **Mohammad et al. (2006)** οι κατεργασίες παρουσίασαν παρόμοια ξηρή απόδοση βιομάζας όπως και αποτελεσματικότητα χρήσης νερού ενώ οι **Ehlers et al. (1980)** σε ίδια σύγκριση κατεργασιών παρουσιάζουν σαφώς υψηλότερη απόδοση ξηρής βιομάζας βρώμης, υψηλότερη απορρόφηση υγρασίας και πιο εκτεταμένο ριζικό σύστημα στη συμβατική κατεργασία.

Εφαρμογή κατεργασιών σε καλλιέργεια βίκου και βρώμης έχουν γίνει και με σκοπό τον προσδιορισμό εδαφικών ιδιοτήτων. Συγκεκριμένα, οι **Hernanz (2001)** μελέτησαν σε σύστημα αμειψισποράς βίκου και σιταριού τρεις μεθόδους κατεργασίας και την επίδραση τους στην σταθερότητα των συσσωματωμάτων του εδάφους αλλά και στην οργανική ουσία. Οι κατεργασίες ήταν τρεις: ακαλλιέργεια, βαρύς καλλιεργητής και προετοιμασίας με ελαφρύ καλλιεργητή και τέλος άροτρο και προετοιμασίας με ελαφρύ καλλιεργητή. Τα συσσωματώματα παρατηρήθηκε ότι είναι πιο ασταθή όταν είναι πλήρως εμποτισμένα με νερό και έτσι δημιουργείται διάβρωση που εν τέλει επηρεάζει την οργανική ουσία. Κατέληξαν ότι την μεγαλύτερη σταθερότητα στα συσσωματώματα (που είναι πλήρως διαβρεγμένα άρα σχετικά ασταθή) την προσέφεραν πρώτα η ακαλλιέργεια, έπειτα το άροτρο και τέλος ο βαρύς καλλιεργητής. Όσον αφορά την οργανική ουσία σε βάθος ως 10 cm λόγω προφανώς των φυτικών υπολειμμάτων ήταν υψηλότερη στην ακαλλιέργεια ενώ σε βάθος από 30-40 cm λόγω αναστροφής και ενσωμάτωσης των υπολειμμάτων η οργανική ουσία ήταν υψηλότερη στη συμβατική κατεργασία. Τέλος, εξετάστηκαν και οι αποδόσεις σπόρου σε βίκο και σιτάρι και οι διαφορές που προέκυψαν δεν ήταν στατιστικά σημαντικές σε σχέση με τον τρόπο κατεργασίας. Εν τέλει παρατηρούμε ότι τόσο οι επιφανειακές κατεργασίες όσο και η συμβατική κατεργασία συνεισφέρουν στην οργανική ουσία αλλά σε διαφορετικό βάθος. Ωστόσο, το θετικό της ακαλλιέργειας σε σύστημα βίκου και σιταριού είναι η σταθερότητα των συσσωματωμάτων που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των απωλειών οργανικής ουσίας αλλά και την αποφυγή διάβρωσης. Αντίστοιχα οι **Horne et al. (1992)** σε πειράματα δεκαετίας αξιολόγησαν συμβατική κατεργασία, κατεργασία με δίσκοσβάρνα και ακαλλιέργεια σε καλλιέργεια

βρώμης και εν τέλει παρατήρησαν ότι η ακαλλιέργεια παρουσίασε ως τα πρώτα 5 cm την υψηλότερη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία στο έδαφος, στο εύρος 5-15 cm την παρουσίασε η κατεργασία με δίσκους (βάθος ενσωμάτωσης υπολειμμάτων) και έπειτα το συμβατικό σύστημα.. Οι **Bayer et al. (2000)** αντίστοιχα προσπάθησαν να προσδιορίσουν το κέρδος σε οργανική ουσία εδάφους που μπορεί να προσφέρει αμειψισπορά συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης και έπειτα συγκαλλιέργεια φασολιού με καλαμπόκι σε σχέση με μονοκαλλιέργεια καλαμποκιού. Και στα δύο συστήματα καλλιεργειών εφαρμόστηκε μηδενική κατεργασία (ακαλλιέργεια). Στο έδαφος τόσο οι εισροές αζώτου και άνθρακα ήταν εικοσαπλάσιες και δωδεκαπλάσιες στο σύστημα αμειψισποράς που εμπεριεχόταν βίκος και βρώμη. Έτσι, και η οργανική ουσία που παρουσίασε το σύστημα της μονοκαλλιέργειας ήταν συγκριτικά πολύ μικρότερη από το αντίστοιχο της αμειψισποράς. Εν τέλει σημειώνεται ότι η εναλλαγή καλλιεργειών βίκου/βρώμης και καλαμποκιού/φασολιού σε συνδυασμό με ακαλλιέργεια μπορεί να αποτελέσει λύση για την αύξηση της οργανικής ουσίας των εδαφών που είναι πολύτιμη για την αποδοτικότητα των καλλιεργειών. Άλλη μια εφαρμογή με κατεργασίες στο βίκο και στην βρώμη που σκοπό είχαν την διατήρηση των εδαφικών ιδιοτήτων πραγματοποίησαν οι **Bertol et al. (2005)**. Ένα από τα κύρια προβλήματα της συμβατικής κατεργασίας είναι η διάβρωση που φέρει και έκλυση Mg, Ca και μείωση στην οργανική ουσία. Έτσι σε σύστημα αμειψισποράς (σόγια-βρώμη-φασόλια-βίκος) εκτιμηθήκαν οι επιδράσεις τριών κατεργασιών: Συμβατικής, μειωμένης με καλλιεργητή και ακαλλιέργεια. Όσον αφορά την έκλυση Mg και Ca η συμβατική κατεργασία παρουσίασε τις μεγαλύτερες απώλειες από μέτρηση συγκεντρώσεων στο απορρέον νερό ενώ από μέτρηση στα ιζήματα που καθιζάνουν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Mg και Ca άρα και απώλειες τις είχε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας. Επίσης, τη μεγαλύτερη ζημία σε οργανική ουσία την παρουσίασε το σύστημα με άροτρο. Εν τέλει μπορούμε να πούμε ότι κάθε μορφής κατεργασία είτε είναι συμβατική είτε μειωμένη συμβάλει στην έκλυση στοιχείων ενώ η ακαλλιέργεια είναι η μόνη μορφή εφαρμογής που διατηρεί σχεδόν ανέπαφο το έδαφος παρουσιάζοντας ελάχιστες απώλειες από διάβρωση. Σε σύστημα αμειψισποράς που συμμετείχε και ο βίκος (Βίκος-Καλαμπόκι-ραπανάκι-σιτάρι-σόγια) εφαρμόστηκε συμβατική κατεργασία και ακαλλιέργεια ώστε να προσδιοριστούν εδαφικές ιδιότητες κάθε περίπτωσης (**Costa dos Campos et al., 2011**). Στο σύνολο του βάθους ριζοστρώματος (0-30 cm) η περίπτωση της ακαλλιέργειας είχε περισσότερα αποθέματα οργανικής ουσίας. Ωστόσο, το άροτρο στο διάστημα βάθους

0,05 ως 0,20 m έστω και λίγο παρουσίασε υψηλότερη οργανική ουσία. Επομένως, το άροτρο μπορεί σε όλο το εδαφικό υπόστρωμα να υπολείπεται από οργανική ουσία αλλά στο κύριο μέρος ανάπτυξης μιας ρίζας 0,05 ως 0, 20m έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση σε αποθέματα. Οι **Bertol et al. (2012)** σε άλλη έρευνα πιο πρόσφατη σε διάστημα 20 ετών μελέτησαν την επίδραση της μηχανικής κατεργασίας στην διάβρωση. Οι εφαρμογές που μελετήθηκαν ήταν αμειψισπορά καλλιεργειών βρώμη/βίκος-καλαμπόκι- σιτάρι- βρώμη σε συνδυασμό με τρεις μεθόδους κατεργασίας (συμβατική, μειωμένη με καλλιεργητή και ακαλλιέργεια) ενώ υπήρχε και μια επιπλέον εφαρμογή με γυμνό έδαφος δίχως καλλιέργεια με συμβατική κατεργασία. Τις μεγαλύτερες απώλειες σε έδαφος τις είχε υποστεί το γυμνό έδαφος και έφταναν ως 1700 t/ ha ενώ συμβατική, μειωμένη και μηδενική κατεργασία παρουσίασαν 66%, 92% και 98% λιγότερες απώλειες. Αντίστοιχα ήταν και οι απώλειες του νερού. Ωστόσο, στην εργασία αυτή επισημάνθηκαν και απώλειες απορροής ακόμα και στην περίπτωση της ακαλλιέργειας κάνοντας σαφές το γεγονός ότι άμα οι τοπογραφικές συνθήκες του αγρού είναι ακατάλληλες δεν αρκεί μόνο ο περιορισμός της έντασης κατεργασίας αλλά και άλλες δράσεις (πχ. καλλιέργεια κατά τις ισοϋψείς). Οι **Vezzania and Mielniczuk, (2010)** σύγκριναν τα αποθέματα οργανικής ουσίας που συναντάμε σε ένα φυσικό οικοσύστημα, συμβατικής κατεργασίας με μονοκαλλιέργεια σιτηρών, σε συμβατική κατεργασία με αμειψισπορά βρώμης με καλαμπόκι (CTa/z) και αντίστοιχης εφαρμογής με ακαλλιέργεια (NTa/z) και σε συμβατική κατεργασία αμειψισπορά βρώμης/βίκου με καλαμπόκι (CT av/z) και της αντίστοιχης εφαρμογής με ακαλλιέργεια. Μεταξύ των κατεργασιών τα μεγαλύτερα αποθέματα τα παρουσίασαν τα πειρατικά τεμάχια με μηδενική κατεργασία ενώ στην περίπτωση αμειψισποράς βρώμης/βίκου σε καλαμπόκι (με ακαλλιέργεια) οι τιμές σε οργανική ουσία προσέγγισαν αυτές του φυσικού οικοσυστήματος (Διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 3: Διαβάθμιση αποθεμάτων οργανικής ουσίας σε φυσικό οικοσύστημα (λιβάδι) και σε πέντε συνδυασμούς καλλιεργειών και κατεργασιών (Vezzanía and Mielniczuk, 2010).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει στην διεθνή βιβλιογραφία ότι η παρουσία του βίκου και της βρώμης προωθεί θετικά την εφαρμογή συστημάτων μειωμένης ή μηδενικής κατεργασίας στις επόμενες καλλιέργειες παρουσιάζοντας κιόλας πολλές φορές οι επόμενες φυτείες υψηλότερες αποδόσεις. Η παρουσία του βίκου ως χλωρά λίπανση στην επιφάνεια της καλλιέργειας βοηθά στην αύξηση της οργανικής ουσίας καθώς και στο περιορισμό των ζιζανίων που είναι το κύριο πρόβλημα της ακαλλιέργειας. Η **Wozniak (2005)** μελέτησε την επίδραση χλωρής λίπανσης ή μη (μάρτυρας) του βίκου και της βρώμης στην απόδοση του μαϊντανού. Σε κάθε περίπτωση είχαμε δύο μεθόδους κατεργασίας, με άροτρο και με ακαλλιέργεια. Η χλωρή λίπανση ενσωματώνεται στην περίπτωση του αρότρου ή αφήνεται στην επιφάνεια στην ακαλλιέργεια. Όταν έγινε χλωρή λίπανση με βρώμη οι αποδόσεις και η αγοραστική αξία του μαϊντανού ήταν σε κάθε σύστημα κατεργασίας υψηλότερες σε σχέση με το μάρτυρα άρα ήταν σημαντική η παρουσία της βρώμης. Μεταξύ των δύο μεθόδων κατεργασιών τις μεγαλύτερες αποδόσεις τις παρουσίασε η συμβατική μέθοδος με ενσωμάτωση των υπολειμμάτων. Όσον αφορά την χλωρή λίπανση με βίκο μόνο η περίπτωση της συμβατικής κατεργασίας παρουσίασε υψηλότερες αποδόσεις από τον μάρτυρα. Τέλος, είναι προφανές ότι η ενσωμάτωση της βρώμης είναι προτιμότερη μέθοδος χλωρής λίπανσης και σε συνδυασμό με την ακαλλιέργεια παρουσίασε υψηλότερες αποδόσεις (30,4 t/ha) από τον μάρτυρα συμβατικής κατεργασίας (30,3 t/ha). Παρόμοια έρευνα έγινε και για την περίπτωση του τραγοπώμωνα (λαχανικό με ενδωδιμό μέρος την ρίζα) με συνδυασμό χλωρής λίπανσης βρώμης, βίκου, φακελώτη (μελισσοκομικό φυτό) και σινάπιου με τρία διαφορετικά συστήματα κατεργασίας, συμβατικό, επιφανειακό-μειωμένο και ακαλλιέργεια. Όσον αφορά τις αποδόσεις δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τις εφαρμογές

αποκλειστικά των κατεργασιών ενώ όσον αφορά την παρουσία μόνο χλωρής λίπανσης οι αποδόσεις ήταν υψηλότερες από τον μάρτυρα (χωρίς χλωρά λίπανση). Τα εμπορικότερα μεγέθη ριζών ωστόσο τα παρουσίασε το συμβατικό σύστημα με χλωρά λίπανση. Από πλευράς ποιότητας εδωδίου τμήματος η ενσωμάτωση βίκου έδωσε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο τελικό προϊόν. Συμπερασματικά, η χλωρά λίπανση βίκου, βρώμης και άλλων φυτών είναι ικανή να προωθήσει συστήματα μειωμένης ή μηδενικής κατεργασίας χωρίς να έχουμε αρνητικές επιπτώσεις στις αποδόσεις (**Konopiński, 2008**). Άλλη μια περίπτωση χλωρής λίπανσης βίκου και βρώμης σε καλλιέργεια καλαμποκιού πραγματοποιήθηκε από τους **Astier et al. (2005)**. Παρόμοια έγινε μια εφαρμογή με ενσωμάτωση των υπολειμμάτων και μια με κόψιμο και διατήρηση στην επιφάνεια του αγρού (ακαλλιέργεια). Τις μεγαλύτερες αποδόσεις καλαμποκιού και στις δύο εφαρμογές χλωρής λίπανσης τις είχαμε με την συμβατική κατεργασία ενώ και μεταξύ βίκου και βρώμης, ο βίκος είχε καλύτερη επίδραση στην απόδοση είτε με συμβατική είτε με μηδενική κατεργασία σε σχέση με την βρώμη. Ομοίως, όσον αφορά την απορρόφηση N και P, οι εφαρμογές με βίκο επέφεραν υψηλότερες απορροφήσεις ενώ μεταξύ των κατεργασιών η συμβατική συνέβαλε περισσότερο στην δέσμευση των στοιχείων. Αντίθετα, για τον C που εκφράζει και την οργανική ουσία μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν όταν η χλωρή λίπανση εναποτέθηκε απλά στο έδαφος. Επιπλέον, όταν υπολογίστηκε το ολικό άζωτο στο έδαφος τις υψηλότερες τιμές τις συγκέντρωσαν και οι μεταχειρίσεις ακαλλιέργειας βίκου και βρώμης. Ακόμη, το καλαμπόκι είναι καλλιέργεια ιδιαίτερα απαιτητική σε νερό και έτσι υπολογίστηκαν παράμετροι που αφορούν την διηθητικότητα του νερού καθώς και την περιεκτικότητα σε υγρασία του εδάφους. Τα συστήματα με το άροτρο παρουσίασαν λίγο υψηλότερες τιμές εδαφικής υγρασίας ενώ και η ταχύτητα διήθησης του νερού ήταν πιο γρήγορη. Σε κάθε περίπτωση η εφαρμογή του βίκου παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές. Τέλος, προέκυψε ένα ενδιαφέρον στοιχείο στο πείραμα που έχει να κάνει με την συμπίεση του εδάφους και συγκεκριμένα με την αντίσταση στην διείσδυση. Τα συμβατικά συστήματα κατεργασίας παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές αντίστασης στην διείσδυση έναντι των συστημάτων ακαλλιέργειας. Οι **Dalamango et al. (2004)** μελέτησαν και αυτοί με την σειρά τους συγκαλλιέργεια βίκου/βρώμης και το τρόπο εφαρμογής ως χλωρή λίπανση (συμβατική ή ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια καλαμποκιού. Αυτή την φορά είχαμε μέτρηση της επίδρασης στην παράμετρο της θερμοκρασίας εδάφους. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης η συμβατική κατεργασία είχε

ως και 5 °C υψηλότερη θερμοκρασία έναντι της ακαλλιέργειας ενώ έπειτα από 30 ημέρες λόγω και απορρόφησης των υπολειμμάτων η θερμοκρασία ήταν υψηλότερη στην ακαλλιέργητα και εν τέλει να έχουμε εξισορρόπηση. Η ενσωμάτωση χλωρής λίπανσης βίκου/ βρώμης μπορεί να αποβεί ιδιαίτερα ευεργετική στο στάδιο φυτρώματος του καλαμποκιού. Άλλη μια περίπτωση σε λαχανικά, στα καρότα και στα κρεμμύδια που με την χρήση χλωρής λίπανσης βίκου, βρώμης ή άλλων φυτών μπορούμε να προωθήσουμε και συστήματα μειωμένης κατεργασίας (**Kesik et al., 2000**). Μάλιστα στην περίπτωση του κρεμμυδιού η αγοραστική αξία αλλά και οι αποδόσεις ήταν μεγαλύτερες στο σύστημα ακαλλιέργειας έναντι του συμβατικού τρόπου με τις υψηλότερες αποδόσεις να παρουσιάζονται στην περίπτωση της παρουσίας βίκου. Αντίθετα στο καρότο αν και μη στατιστικά σημαντική η μέθοδος εφαρμογής αρότρου ήταν πιο αποδοτική με την καλύτερη χλωρή λίπανση να την προσφέρει η βρώμη. Επιπλέον, στο πείραμα εκτιμήθηκαν και οι πληθυσμοί ζιζανίων με το σύστημα ακαλλιέργειας να παρουσιάζει στατιστικά σημαντικά περισσότερα τόσο για το καρότο όσο και για το κρεμμύδι. Οι **Vaisman and Entz (2009)** μελέτησαν την επίδραση της χλωράς λίπανσης 5 καλλιεργειών μεταξύ αυτών βίκου και βρώμης στην απόδοση σιταριού. Σε όλες τις εφαρμογές πραγματοποιήθηκαν συστήματα μειωμένης κατεργασίας, είτε δισκοσβάρνας είτε προσαρμοσμένου παρελκόμενου-κυλίνδρου για εφαρμογές μειωμένης κατεργασίας (roller crimper) (Εικόνα 2). Τα αποτελέσματα των αποδόσεων ήταν ικανοποιητικά στο σύνολο τους ενώ δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεθόδων κατεργασίας ούτε μεταξύ των φυτών χλωρής λίπανσης.



Εικόνα 2: Κατεργασία με παρελκόμενο-κυλίνδρο για εφαρμογές μειωμένης κατεργασίας (roller crimper) (*Vaisman and Entz, 2009*).

Η διαχείριση των ζιζανίων στα συστήματα ακαλλιέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική και έτσι έγινε μια εφαρμογή στην περίπτωση της πιπεριάς με την

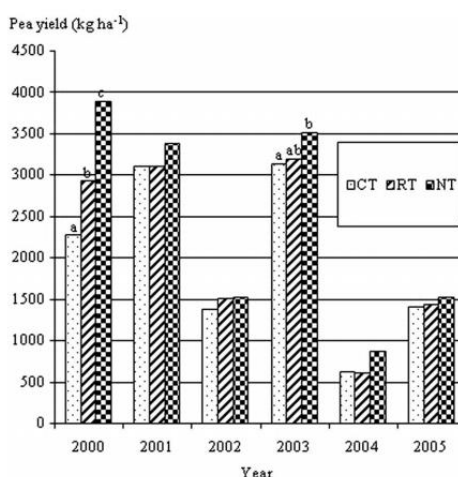
παρουσία χλωρής λίπανσης με βίκο και βρώμη. Υπήρχαν τρεις εφαρμογές χλωρής λίπανσης (βίκος/βρώμη, βρώμη, βίκος) που διαχειριστήκαν αποκλειστικά με ακαλλιέργεια και συγκρίθηκαν με μια εφαρμογή καλλιέργειας πιπεριάς χωρίς χλωρή λίπανση αλλά με την ίδια κατεργασία. Σε κάθε περίπτωση η παρουσία των ζιζανίων στο γυμνό έδαφος ήταν υψηλότερη επιβεβαιώνοντας ότι με την χρήση σωστών χλωρών λιπάνσεων όπως βίκου και βρώμης είναι πιο εφικτή η εφαρμογή της ακαλλιέργειας (**Campiglia et al., 2012**). Σε πείραμα που πραγματοποίησαν οι **Velykis and Satkus (2006)** μελέτησαν σε σύστημα αμειψισποράς βρώμη/βίκος-σιτάρι-τритικάλε-κριθάρι (4 έτη) με 2 εφαρμογές κατεργασίας (συμβατική και ακαλλιέργεια) την παρουσία των ζιζανίων. Στη διάρκεια των τεσσάρων ετών το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσίασε 107,6 ζιζάνια/ m² ενώ το συμβατικό 94,4. Το σημείο σχολιασμού ωστόσο είναι ότι με βάση τα ετήσια ζιζάνια η ακαλλιέργεια παρουσίασε τους μικρότερους πληθυσμούς ενώ ο συνολικός αριθμός ζιζανίων ανέβηκε κατακόρυφα με την προσθήκη των πολυετών (22,6 έναντι 6,3 στην συμβατική). Έτσι, στην παρούσα φάση επιβεβαιώνεται ότι η αναστροφή και ενσωμάτωση των πολυετών ζιζανίων είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος περιορισμούς τους στο βίκο αλλά και στα σιτηρά.

2.2.2. Επίδραση κατεργασιών σε μπιζέλι/τритικάλε

Οι **Simon and Skrdleta (1983)** και οι **Rice et al. (1998)** σύγκριναν δύο συστήματα κατεργασίας (συμβατική και ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια μπιζελιού και παρατήρησαν ότι ο αριθμός των φυματίων και κατ' επέκταση η αφομοίωση του αζώτου είναι πιο έντονη όταν εφαρμόζεται συμβατική κατεργασία. Οι **Guy and Cox (2002)** αξιολόγησαν υπεδαφοκαλλιέργεια, κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή, κατεργασία με άροτρο και ακαλλιέργεια σε μπιζέλι και κατέληξαν ότι στην πρώτη χρονιά εφαρμογής του πειράματος τα τρία συστήματα κατεργασίας παρουσίασαν παρόμοιο αριθμό φυτρώματος αλλά στατιστικά σημαντικά υψηλότερο φύτρωμα από την ακαλλιέργεια ενώ στο δεύτερο έτος εφαρμογής δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο φύτρωμα. Ακόμη, όσον αφορά τις αποδόσεις σε σπόρο τα τρία συστήματα κατεργασίας κατά την πρώτη χρονιά παρουσίασαν παρόμοιες αποδόσεις μεταξύ τους αλλά στατιστικά σημαντικά υψηλότερες από την ακαλλιέργεια ενώ το δεύτερο έτος παραδόξως το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσίασε τις στατιστικά σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις. Σε αμειψισπορά καλλιεργειών μεταξύ των οποίων συμμετέχει και μπιζέλι (μπιζέλι, σιτάρι, σιτάρι,

κριθάρι) αξιολογήθηκε η προσβολή από ζιζάνια σε τρία συστήματα κατεργασίας (συμβατική, μειωμένη με καλλιεργητή και ακαλλιέργεια) από τους **Mas and Verdu (2003)**. Το σύστημα της μειωμένης κατεργασίας γενικά παρουσίασε το μεγαλύτερο αριθμό μονοκοτυλήδων ζιζανίων και στατιστικά σημαντικό σε σχέση με τις άλλες μεθόδους ενώ τον μικρότερο τον είχε το συμβατικό σύστημα. Από την άλλη το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσίασε εμφανώς μεγαλύτερους πληθυσμούς (στατιστικά σημαντικούς) σε δικοτυλήδονα με εξαίρεση να αποτελεί το είδος *Xanthium spinosum* (μειωμένη κατεργασία με το υψηλότερο ποσοστό προσβολής). Τέλος κατά την διάρκεια καλλιέργειας του μπιζελιού η ακαλλιέργεια παρουσίασε την μεγαλύτερη ποικιλία σε είδη ζιζανίων στον αγρό. Οι **Bezdicsek et al. (2003)** μελέτησαν δύο κατεργασίες εφαρμογής με άροτρο και υπεδαφοκαλλιέργεια σε μπιζέλι σε δύο πειραματικούς αγρούς για δύο έτη. Η μικροβιακή και ενζυματική δραστηριότητα την πρώτη χρονιά του πειράματος στον έναν πειραματικό αγρό ήταν υψηλότερη στην κατεργασία με υπεδαφοκαλλιεργητή ενώ στο δεύτερο έτος ήταν υψηλότερη στην κατεργασία με άροτρο. Στο δεύτερο πειραματικό αγρό ισχύουν τα αντίθετα. Επιπλέον η συγκράτηση υγρασίας ήταν υψηλότερη στην κατεργασία με υπεδαφοκαλλιέργεια ενώ τέλος και οι αποδόσεις σε σπόρο μπιζελιού ήταν υψηλότερες για το σύστημα της υπεδαφοκαλλιέργειας. Οι **Zentner et al. (2004)** σύγκριναν τρεις κατεργασίες (συμβατική κατεργασία, μειωμένη με ένα πέρασμα με βαρύ καλλιεργητή και ακαλλιέργεια) σε μπιζέλι και συγκεκριμένα πραγματοποίησαν ενεργειακή ανάλυση στις εφαρμογές. Τις υψηλότερες εισροές ενέργειας τις παρουσιάζει το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας, ακολουθεί της μειωμένης και τέλος της ακαλλιέργειας ενώ αντίστοιχα τις υψηλότερες εκροές τις παρουσίασε το σύστημα της ακαλλιέργειας, έπειτα της μειωμένης κατεργασίας και τέλος της συμβατικής. Οι **Soon and Arshad (2005)** με την σειρά τους αξιολόγησαν συμβατική κατεργασία και ακαλλιέργεια σε μπιζέλι και παρατήρησαν ότι η ακαλλιέργεια παρουσιάζει 12% και 14% περισσότερη απόδοση σε σπόρο και απορρόφηση αζώτου σε σχέση με το συμβατικό σύστημα ενώ όμοια είναι και τα αποτελέσματα των **Malhi and Lemke (2007)** και **Arshad and Gill (1996)** όσον αφορά την απορρόφηση αζώτου, την απόδοση σε σπόρο μπιζελιού αλλά και την απόδοση σε ξηρή βιομάζα στις ίδιες κατεργασίες. Σε παρόμοια έρευνα οι **Neumann et al. (2007)** σύγκριναν περιστροφική σβάρνα με συμβατική κατεργασία σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και βρώμης και δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τελικές αποδόσεις ξηρής βιομάζας ούτε στην απορρόφηση αζώτου αλλά στην αζωτοδέσμευση που

γινόνταν με πιο γρήγορους ρυθμούς στην συμβατική κατεργασία. Αντίστοιχα σε πείραμα των **Velykis and Satkus (2012)** αξιολόγησαν τις ίδιες κατεργασίες με τους Neuman et al. (2007) σε μονοκαλλιέργεια μπιζελιού για τρεις καλλιεργητικές περιόδους και παρατήρησαν ότι το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος κάθε έτος το παρουσίαζε διαφορετικό σύστημα κατεργασίας (την πρώτη χρονιά η αβαθής κατεργασία στα 8-10 cm, την δεύτερη χρονιά η κατεργασία με άροτρο στα 25 cm και την τρίτη χρονιά η κατεργασία με άροτρο στα 15 cm) ενώ και σε αυτή την περίπτωση οι αποδόσεις ξηρής βιομάζας μεταξύ των κατεργασιών δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά. Οι **Car et al. (2008)** σύγκριναν δύο περάσματα με δισκοσβάρνα στα 10cm (CT), ένα πέραςμα με δίσκοσβάρνα (RT) και ακαλλιέργεια (NT) σε μπιζέλι για έξι έτη και παρατήρησαν ότι κατά την διάρκεια του πειράματος η ακαλλιέργεια παρουσίαζε την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο και μάλιστα και τα δύο έτη (στατιστικά σημαντική) (Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4: Επίδραση δύο περασμάτων δισκοσβάρνας στα 10cm (CT), ενός περασματος δίσκοσβάρνας (RT) και ακαλλιέργεια (NT) σε απόδοση σπόρου μπιζελιού (Car et al., 2008).

Σε πείραμα κατεργασιών οι **Reiter et al. (2002)** σύγκριναν συμβατική κατεργασία με μειωμένη (περιστροφικό καλλιεργητή) και δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση σπόρου μπιζελιού ούτε στην περιεκτικότητα αζώτου στους ιστούς αλλά αναφέρουν ότι στην μειωμένη κατεργασία η αζωτοδέσμευση γινόταν με στατιστικά σημαντικά πιο εντατικούς ρυθμούς. Οι **Pranaitis and Marcinkonis (2005)** αξιολόγησαν τρία βάθη κατεργασιών σε καλλιέργεια μπιζελιού που ακολούθησε καλλιέργεια σίκαλης. Ταυτόχρονα με τα βάθη όμως κατεργασίας αξιολόγησαν και το κόψιμο ή όχι της καλαμιάς πριν την εφαρμογή του οργώματος. Έτσι οι εφαρμογές ήταν οι εξής: όργωμα στα 25 cm με

κόψιμο καλαμιάς, όργωμα στα 17 cm με κόψιμο καλαμιάς, όργωμα 12 cm με κόψιμο καλαμιάς και αντίστοιχα τα ίδια βάθη οργώματος χωρίς κόψιμο της καλαμιάς. Το όργωμα στα 12 cm χωρίς το κόψιμο της καλαμιάς παρουσίασε τους υψηλότερους πληθυσμούς ζιζανίων και μάλιστα στατιστικά σημαντικές διαφορές ενώ στις υπόλοιπες εφαρμογές οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές. Όσον αφορά τις αποδόσεις σε σπόρο παρατήρησαν κυρίως ότι όσο μεγαλύτερο ήταν το βάθος κατεργασίας τόσο μεγαλύτερες ήταν οι αποδόσεις και έτσι υψηλότερες τιμές είχε το όργωμα στα 25 cm με κόψιμο καλαμιάς, ακολούθησε το όργωμα στα 25 cm χωρίς κόψιμο της καλαμιάς, το όργωμα στα 17 cm με κόψιμο της καλαμιάς, το όργωμα στα 17 cm χωρίς κόψιμο της καλαμιάς, το όργωμα στα 12 cm με κόψιμο της καλαμιάς και τέλος το όργωμα στα 12 cm χωρίς κόψιμο της καλαμιάς. Οι **Sanchez-Giron et al. (2007)** αξιολόγησαν κατεργασία με άροτρο, καλλιεργητή και ακαλλιέργεια σε μπιζέλι και παρατήρησαν ότι όλες οι κατεργασίες παρουσίασαν παρόμοια απόδοση σε ξηρή βιομάζα μπιζελιού ενώ σε παρόμοια μελέτη ίδιων κατεργασιών της **Woźniak (2013)** αξιολογώντας την απόδοση σε σπόρο μπιζελιού βρήκε ότι την υψηλότερη απόδοση την παρουσιάζει με διαφορά η συμβατική κατεργασία, ακολουθεί ο βαρύς καλλιεργητής και τέλος η ακαλλιέργεια σε τρία έτη πειραματισμού. Αντίστοιχα και οι **Hernanz et al. (2009)** σύγκριναν τις ίδιες κατεργασίες με τους Sanchez-Giron et al. (2007) αλλά μελέτησαν την συμβολή των κατεργασιών στην οργανική ουσία του εδάφους σε ετήσια αμειψισπορά σιταριού και μπιζελιού σε τέσσερα έτη. Γενικά παρατήρησαν ότι ως τα 10 cm μπορεί η ακαλλιέργεια και η μειωμένη κατεργασία με καλλιεργητή να παρουσιάζουν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις οργανικής ουσίας αλλά από τα 10 cm ως τα 40 cm το σύστημα κατεργασίας με άροτρο παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις οργανικής ουσίας (αναστροφή υπολειμμάτων) ενώ παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα επίδρασης κατεργασιών σε μπιζέλι των **Deibert and Utter (2004)**. Οι **Wuest et al. (2001)** σε ετήσια αμειψισπορά μπιζελιού με σιτάρι παρατήρησαν συγκρίνοντας τρεις κατεργασίες (άροτρο, βαρύ καλλιεργητή, μειωμένη κατεργασία με περιστροφικό καλλιεργητή) ότι όσο χαμηλότερη είναι η ένταση κατεργασίας τόσο λιγότερο επηρεάζεται και ο πληθυσμός των γαιοσκώληκων στο έδαφος.

Οι **Lestingi et al. (2010)** αξιολόγησαν πέντε κατεργασίες σε καλλιέργεια τριτικάλε. Οι κατεργασίες ήταν: εφαρμογή με δύννο άροτρο στα 35 cm και έπειτα εφαρμογή με δίσκοσβάρνα, εφαρμογή με πεντάυνο άροτρο στα 15 cm, εφαρμογή με

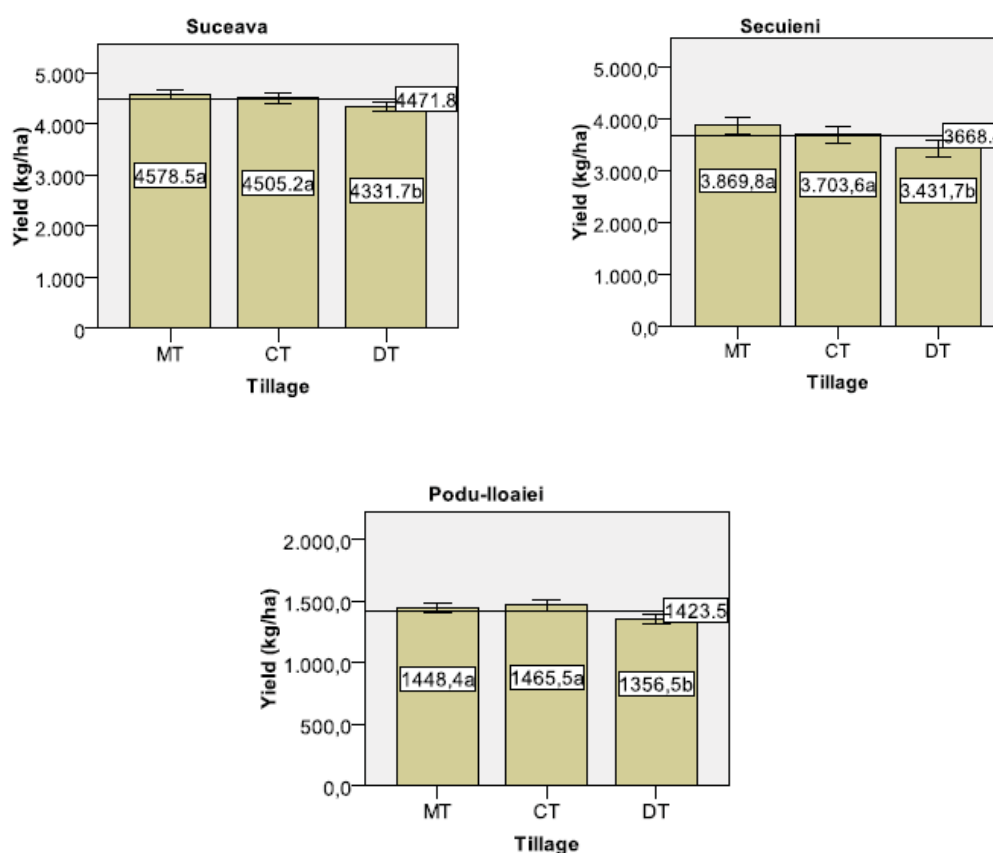
σύνθετο μηχανήμα με συνδυασμό εργαλείων υπεδαφοκαλλιέργειας και περιστροφική σβάρνα και εφαρμογή με περιστροφική σβάρνα. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι οι επίδραση των κατεργασιών δεν επέφερε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αποδόσεις σπόρου τριτικάλε ούτε στην περιεκτικότητα πρωτεϊνών. Όμοια και οι **Woźniak and Soroka (2014)** μελέτησαν την επίδραση συμβατικής κατεργασίας, κατεργασίας με καλλιεργητή και ακαλλιέργεια και βρήκαν στατιστικά σημαντική υψηλότερη απόδοση σε σπόρο τριτικάλε στην περίπτωση της συμβατικής κατεργασίας και ακολουθούσε η ακαλλιέργεια και τέλος η κατεργασία με καλλιεργητή. Ακόμα οι κατεργασίες με καλλιεργητή και κυρίως η ακαλλιέργεια παρουσίασαν και την μεγαλύτερη προσβολή από ζιζάνια. Τέλος, στην συμβατική κατεργασία προέκυψαν σπόροι με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άμυλο αλλά μικρότερης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και ίνα. Οι **Janusauskaite and Ciuberkis (2010)** σύγκριναν τρεις κατεργασίες και την συμβολή τους στην ασθένεια *Tapesia yallundae* σε καλλιέργεια τριτικάλε. Συγκεκριμένα οι κατεργασίες ήταν κατεργασία με άροτρο στα 25 cm, κατεργασία με άροτρο στα 12 cm και κατεργασία με δίσκους στα 8-10 cm και παρατήρησαν ότι την μεγαλύτερη προσβολή από τον μύκητα την παρουσίασε το σύστημα κατεργασίας με άροτρο στα 12 cm, ακολούθησε η κατεργασία με άροτρο στα 25 cm ενώ η κατεργασία με δισκοσβάρνα φαίνεται να ευνοεί τον περιορισμό της ασθένειας. Σε παρόμοια έρευνα οι **Malesca et al. (2009)** εξέτασαν την επίδραση συμβατικής, μειωμένης κατεργασίας και ακαλλιέργειας σε ασθένειες σε καλλιέργεια τριτικάλε και παρατήρησαν ότι η μειωμένη κατεργασία και η ακαλλιέργεια παρουσίασε σαφώς μεγαλύτερη προσβολή των μυκήτων *Fusarium* spp. και *Gaeumannomyces graminis* (ασθένειες λαιμού και ριζών) ενώ από την άλλη αναφέρουν ότι η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει μεγαλύτερη προσβολή από τους μύκητες *Puccinia recondita* και *Septoria nodorum* (ασθένειες φύλλων και ωτιδίων). Οι **Klikocka et al. (2012)** σύγκριναν συμβατική κατεργασία, κατεργασία μειωμένη με δύο περάσματα με καλλιεργητή και κατεργασία μειωμένη με ένα πέρασμα με καλλιεργητή και παρατήρησαν ότι η συμβατική κατεργασία μειώνει σε μεγαλύτερο βαθμό την μικροπανίδα του εδάφους ενώ την μικρότερη επίδραση την παρουσιάζει η εφαρμογή με ένα πέρασμα καλλιεργητή. Η συμβιωτική σχέση με μυκόριζες είναι ικανή να αυξήσει τη παραγωγικότητα και την ανθεκτικότητα σε αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες σε μια καλλιέργεια. Έτσι οι **Brito et al. (2012)** μελέτησαν σε μια καινοτόμα έρευνα την επίδραση συμβατικής κατεργασίας και της ακαλλιέργειας στο αποικισμό μυκόριζας σε καλλιέργεια τριτικάλε και παρατήρησαν

ότι η ακαλλιέργεια ευνοεί το αποικισμό σε σχέση με την αρνητική επίδραση της συμβατικής κατεργασίας.

2.2.3. Επίδραση κατεργασιών σε ελαιοκράμβη

Παρόλο που συνήθως με μεγάλη επιτυχία ευρέως εφαρμόζεται το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας στην ελαιοκράμβη αν γίνει σωστή διαχείριση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, ομοιόμορφη κατανομή τους και ιδανική τοποθέτηση του σπόρου με σπαρτική μηχανή στο αγρό τότε μπορεί να εφαρμοστεί με αξιώσεις και μειωμένη κατεργασία ή ακόμα και ακαλλιέργεια (OMAFRA, 2009 and Oplinger et al. 1989). Οι Shekhawat et al. (2012) και Veseth (1990) προτείνουν και αυτοί με την σειρά τους να υιοθετηθούν συστήματα μειωμένης κατεργασίας στην ελαιοκράμβη καθώς έχουν την δυνατότητα να συγκρατούν την υγρασία του εδάφους μειώνοντας την εξάτμιση και σε βάθος χρόνο αυξάνεται η οργανική ουσία ενώ τονίζουν ότι σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι να συνοδεύονται και από το κατάλληλο σύστημα αμειψισποράς. Ο Veseth (1990) προσθέτει στα παραπάνω ότι οι μειωμένες κατεργασίες στην ελαιοκράμβη ενδέχεται με τα υπολείμματα που αφήνουν στο έδαφος να προστατέψουν τα νεαρά φυτά σε περίοδο κρύου ενώ ακόμα προστατεύουν το έδαφος από διάβρωση. Επιπλέον η δημιουργία ανθεκτικών σε ζιζανιοκτόνα (glyphosate) ποικιλιών μας προσφέρει επιπλέον κίνητρα για την εφαρμογή μειωμένων κατεργασιών ακόμα και ακαλλιέργειας (Clayton et al., 2002). Οι Bonari et al. (1995) σύγκριναν σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης δύο συστήματα κατεργασίας, τη συμβατική με άροτρο και μειωμένη με δισκοσβάρνα. Παρατηρήθηκε ότι η συμβατική κατεργασία έχει μεγαλύτερη κατακράτηση νερού σε βαθύτερα στρώματα ενώ ακόμα η απορρόφηση της υγρασίας από το φυτό γίνεται με πιο έντονους ρυθμούς. Ωστόσο οι αποδόσεις βιομάζας και σπόρου μεταξύ των κατεργασιών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ενώ περίπου κατά μέσο όρο 55% λιγότερο χρόνο, καύσιμο, ενέργεια και κόστος απαιτεί το σύστημα της μειωμένης κατεργασίας. Οι Torabi et al. (2008) παρατήρησαν πως επιδρούν τρεις διαφορετικές κατεργασίες (συμβατική κατεργασία, μειωμένη με καλλιεργητή και ακαλλιέργεια) στην απόδοση σπόρου και ελαίου ελαιοκράμβης, στην συμπεριφορά της υγρασίας και στην δραστηριότητα των γαιοσκωλήκων του εδάφους. Γενικά παρατηρήθηκε ότι όσο πιο έντονη είναι η κατεργασία τόσο μικρότερη η συγκράτηση της υγρασίας αλλά και ο πληθυσμός των σκουληκιών και μάλιστα οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές. Αντίθετα για άλλη

μια φορά η συμβατική κατεργασία παρουσίασε την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο και έλαιο ενώ και σε παρόμοια σύγκριση κατεργασιών των **Vanda et al. (2009)** το συμβατικό σύστημα παρουσίασε με διαφορά τις υψηλότερες αποδόσεις. Στην μελέτη των **Chiriac et al. (2012a)** για δύο έτη εξετάστηκαν τρία συστήματα κατεργασίας (συμβατικό, καλλιεργητής και ακαλλιέργειας) και προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τελικές αποδόσεις σε σπόρο ελαιοκράμβης έτσι ώστε το σύστημα του καλλιεργητή να παρουσιάζει τις μεγαλύτερες, να ακολουθεί το άροτρο και τέλος η ακαλλιέργεια ενώ και οι **Ranjbar et al. (2014)** σε σύγκριση παρόμοιων τριών κατεργασιών (δισκοσβάρνα αντί για καλλιεργητή) παρατήρησαν ότι η μειωμένη κατεργασία με δισκοσβάρνα παρουσιάζει τις υψηλότερες αποδόσεις. Σε άλλη εργασία τους οι **Chiriac et al. (2012b)** παρουσιάζουν ακριβώς τις αποδόσεις σπόρου ελαιοκράμβης που προέκυψαν ανάλογα με την κατεργασία εφαρμογής (συμβατικό σύστημα (CT), καλλιεργητής (MT) και ακαλλιέργειας (DT)) στις τρεις περιοχές μελέτης. Στην περίπτωση αυτή η ακαλλιέργεια παρουσιάζει στατιστικά σημαντικά μικρότερες αποδόσεις σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα.



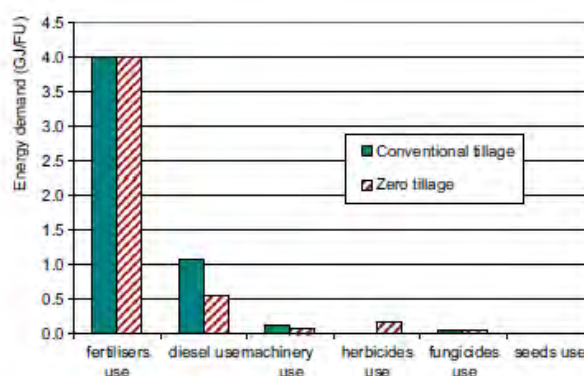
Διάγραμμα 5: Εξέλιξη απόδοσης σπόρου ελαιοκράμβης σε τρεις κατεργασίες εφαρμογής σε τρεις περιοχές μελέτης (συμβατικό σύστημα (CT), καλλιεργητής (MT) και ακαλλιέργειας (DT)) (Chiriac et al., 2012).

Όμοια οι **Hocking et al. (2003)** μελέτησαν τρία συστήματα κατεργασίας (δύο περάσματα με δισκοσβάρνα, ένα πέρασμα με οδοντωτή σβάρνα και ακαλλιέργεια) για δύο καλλιεργητικές περιόδους σε 3 διαφορετικές περιοχές και παρατήρησαν ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων το σύστημα της ακαλλιέργειας υπολείπονταν στατιστικά σημαντικά σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα κατεργασίας τα οποία παρουσίαζαν μεταξύ τους παρόμοιες αποδόσεις. Οι **Moitra et al. (1996)** αξιολόγησαν τρία επίπεδα διελεύσεων με οδοντωτή σβάρνα σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης (ένα πέρασμα, τέσσερα, έξι) σε παραμέτρους όπως η συμπεριφορά της υγρασίας του εδάφους αλλά και στην απόδοση σε σπόρο. Γενικότερα όσο περισσότερες ήταν οι διελεύσεις με σβάρνα τόσο μικρότερη ήταν και η κατακράτηση της διαθέσιμης υγρασίας στο έδαφος. Όσον αφορά τις αποδόσεις σε σπόρο μπορεί να προηγούνται το σύστημα με τέσσερις διελεύσεις αλλά οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές ενώ γενικότερα με την εφαρμογή του συστήματος οι αποδόσεις κυμαινόντουσαν κάτω από 100 κιλά ανά στρέμμα. Οι **Malhi et al. (2006)** σύγκριναν ακαλλιέργεια και συμβατική κατεργασία σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης σε συνδυασμό με αμειψισπορά: κριθάρι, μπιζέλι, σιτάρι, ελαιοκράμβη. Με την συγκεκριμένη αμειψισπορά παραδόξως το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσίασε στατιστικά σημαντικά περισσότερη απόδοση σε βιομάζα και σπόρο έναντι του συστήματος της συμβατικής κατεργασίας ενώ επιπλέον το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσίασε και μεγαλύτερη απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων. Παρόμοια οι **Sarkar et al. (2007)** σύγκριναν ακαλλιέργεια με σύστημα περιστροφικού καλλιεργητή (δύο περάσματα) και για δύο καλλιεργητικές περιόδους το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο ενώ παράλληλα είχε και καλύτερη συγκράτηση υγρασίας στο έδαφος αλλά και αποτελεσματικότερη χρήση νερού. Ο **Hemmat (2009)** αξιολόγησε τρεις πρωτογενείς κατεργασίες και δύο δευτερογενείς σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης. Συγκεκριμένα οι πρωτογενείς είναι η κατεργασία με άροτρο στα 20 cm, η κατεργασία με καλλιεργητή σε δύο περάσματα στα 10 και έπειτα στα 15 cm και τέλος η κατεργασία με καλλιεργητή σε ένα πέρασμα στα 10 cm ενώ οι δευτερογενείς κατεργασίες είναι τέσσερα περάσματα με δισκοσβάρνα σε σχέση με ένα με φρέζα. Η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο και ξηρή βιομάζα προέκυψε όταν συνδικάστηκε πρωτογενής κατεργασία με καλλιεργητή με ένα πέρασμα και δευτερογενής με δισκοσβάρνα.

Όπως και οι προηγούμενοι έτσι και οι **Kutcher et al. (2010)** αξιολόγησαν ακαλλιέργεια και συμβατική κατεργασία σε ελαιοκράμβη που ήταν σε σύστημα αμειψισπορά κριθαριού και ελαιοκράμβης για πέντε έτη. Κατά κύριο λόγο η ακαλλιέργεια παρουσίασε μεγαλύτερη πυκνότητα φυτείας ενώ εν τέλει στις περισσότερες των περιπτώσεων και υψηλότερη απόδοση σε σπόρο. Επιπλέον δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην έκφραση διαφόρων ασθενειών μεταξύ των κατεργασιών. Από την άλλη οι **Guo et al. (2004)** βρήκαν μεγαλύτερη προσβολή του μύκητα *Leptosphaeria maculans* σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης όταν εφαρμόστηκε ακαλλιέργεια σε σχέση με την συμβατική κατεργασία. Αντίστοιχα οι **Dosdall et al. (1997)** παρατήρησαν μεγαλύτερη προσβολή του εντόμου *Delia spp.* όταν στην ελαιοκράμβη εφαρμόζεται ακαλλιέργεια ενώ μικρότερη προσβολή *Phyllotreta spp.* όταν και πάλι εφαρμόζεται ακαλλιέργεια έναντι συμβατικής κατεργασίας. Οι **Gruber et al. (2012)** σύγκριναν συμβατική κατεργασία, κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή, κατεργασία με φρέζα και κατεργασία με ακαλλιέργεια μεταξύ άλλων σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης σε σύστημα αμειψισποράς που περιελάμβανε σιτάρι, τριτικάλε, βρώμη, καλαμπόκι και ελαιοκράμβη για 12 έτη. Εν τέλει για άλλη μια φορά δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ των κατεργασιών. Οι **Hejazi et al. (2010)** μελέτησαν σε δύο καλλιεργητικές περιόδους την ταυτόχρονη συμβολή της αζωτούχας λίπανσης και της κατεργασίας στην απόδοση της ελαιοκράμβης. Συγκεκριμένα οι κατεργασίες εφαρμογής ήταν η συμβατική και η μειωμένη με καλλιεργητή και παρατήρησαν ότι ως τα 7,5 kg αζώτου ανά στρέμμα η συμβατική κατεργασία υπερέχει όσο αφορά την απόδοση σε σπόρο ενώ όταν φτάνει η αζωτούχα λίπανση σε επίπεδα ως και 15 κιλά ανά στρέμμα τότε το σύστημα κατεργασίας με καλλιεργητή παρουσιάζει μεγαλύτερες αποδόσεις.

Οι **Iriatre et al. (2011)** αξιολόγησαν συμβατική κατεργασία και ακαλλιέργεια σε ελαιοκράμβη και παρατήρησαν ότι οι ενεργειακές εισροές είναι 8% υψηλότερες στην συμβατική κατεργασία έναντι της ακαλλιέργειας. Όπως παρατηρούμε στο Διάγραμμα 6 όπου παρουσιάζονται στα δύο συστήματα αναλυτικά οι καταναλώσεις ενέργειας η διαφορά σημειώνεται κυρίως στην μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου στην συμβατική κατεργασία. Παρόμοια και **Saglam et al. (2009)** αξιολόγησαν ενεργειακά τρία συστήματα κατεργασίας σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης. Συγκεκριμένα τα συστήματα ήταν συνδυασμός αρότρου και εν συνεχεία δισκοσβάρνας (συμβατική κατεργασία, συνδυασμός βαρύ καλλιεργητή και έπειτα

περιστροφική σβάρνα (εναλλακτικό σύστημα) και τέλος ακαλλιέργεια. Την μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου την απαιτούν τα δύο πρώτα συστήματα και συγκεκριμένα είναι 5,2 λίτρα ανά στρέμμα για το συμβατικό σύστημα, 5 λίτρα ανά στρέμμα για το εναλλακτικό σύστημα και 3,7 για την ακαλλιέργεια.



Διάγραμμα 6: Ενεργειακές εισροές σε συμβατική κατεργασία και ακαλλιέργεια σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης (Iriatre et al., 2011).

Οι **Arvidsson et al. (2014)** στην Σουηδία σε διάρκεια πειραμάτων από το 1983 ως το 2012 αξιολόγησαν τρεις μεθόδους κατεργασίας (άροτρο, αβαθής με δίσκους ή καλλιεργητή και ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης (εαρινής ή χειμερινής) όπου συμμετέχει σε αμειψισπορά που μπορεί να αποτελείται από: χειμερινό και εαρινό σιτάρι, εαρινό κριθάρι, εαρινή βρώμη, χειμερινή ελαιοκράμβη, εαρινή ελαιοκράμβη, φασόλια και ζαχαρότευτλα. Στην χειμερινή καλλιέργεια της ελαιοκράμβης δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές παρόλο που το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας παρουσίασε την μεγαλύτερη απόδοση. Αντίθετα κατά την εαρινή περίοδο το σύστημα της αβαθούς κατεργασίας παρουσίασε την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο και μάλιστα στατιστικά σημαντικά. Σε μια καινοτόμα έρευνα οι **Omidi et al. (2008)** σύγκριναν τρεις μεθόδους κατεργασίας εδάφους (συμβατική με άροτρο, μειωμένη με καλλιεργητή και ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης και μελέτησαν παραμέτρους όπως είναι η ενζυματική δραστηριότητα του εδάφους αλλά και η διαθεσιμότητα του φωσφόρου και του ψευδαργύρου στο φυτό. Εν τέλει κατέληξαν ότι όσο μικρότερη είναι η ένταση κατεργασίας του εδάφους τόσο μεγαλύτερη είναι και η ενζυματική δραστηριότητα καθώς και η αφομοίωση του φωσφόρου και του ψευδαργύρου. Οι **Omidi et al. (2010)** μελέτησαν πως επηρεάζεται η συγκέντρωση των λιπαρών οξέων στο φυτικό έλαιο από ελαιοκράμβη ανάλογα με την κατεργασία εφαρμογής αλλά παράλληλα και ανάλογα με την ημερομηνία σποράς και την ποικιλία. Συγκεκριμένα εξέτασαν

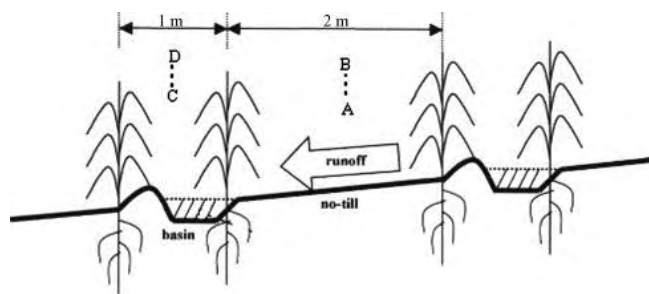
συμβατική κατεργασία, δισκοσβάρνα και ακαλλιέργεια και δεν κατέληξαν σε κάποιο συγκεκριμένο ασφαλές συμπέρασμα όσο αφορά την επίδραση της κατεργασίας καθώς η περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα εξαρτάται συνδυαστικά και από τους τρεις παράγοντες μελέτης.

2.2.4. Επίδραση κατεργασιών σε ηλίανθο

Οι **Sessiz et al. (2008)** σύγκριναν έξι μεθόδους κατεργασίας σε καλλιέργεια ηλίανθου για δύο καλλιεργητικές περιόδους. Συγκεκριμένα οι μέθοδοι εφαρμογής ήταν η συμβατική με άροτρο, τέσσερις μειωμένες κατεργασίες (με δίσκους, με κατεργασία σε λωρίδες και δύο μεθόδους με καλλιεργητή) και η ακκαλλιέργεια. Μεταξύ άλλων παραμέτρων αξιολογήθηκε και απόδοση σε σπόρο ηλίανθου και η περιεκτικότητα σε έλαιο. Η απόδοση σε σπόρο στις κατεργασίες με καλλιεργητή αλλά με το σύστημα σε λωρίδες ήταν οι υψηλότερες και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Ακολουθούσε παραδόξως σε απόδοση σε σπόρο το σύστημα της ακαλλιέργειας ενώ τελευταία ερχόντουσαν τα συστήματα της συμβατικής κατεργασίας και της δισκοσβάρνας. Από την άλλη η περιεκτικότητα σε έλαιο δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών. Παρόμοια και οι **Fernandez et al. (2007)** σε πείραμα κατεργασιών σε αμειψισπορά σιταριού, ηλίανθου και ψυχανθούς σε διάρκεια 21 ετών αναφέρουν ότι η απόδοση σπόρου ηλίανθου στο σύστημα της ακκαλλιέργειας ήταν υψηλότερη (μη στατιστικά σημαντική) σε σχέση με την αντίστοιχη απόδοση σε συμβατικό σύστημα κατεργασίας όταν το ύψος βροχής ήταν μικρότερο από 490 mm. Οι **Gajri et al. (1997)** μελέτησαν την επίδραση δύο κατεργασιών (δισκοσβάρνα και βαθιά κατεργασία με υνί (άρτρο ή καλλιεργητή;) ως και 0,40 cm) στην απόδοση σπόρου ηλίανθου και παρουσιάζουν ότι σε διάρκεια πειραματισμού τριών ετών η βαθιά κατεργασία παρουσίασε σαφώς μεγαλύτερη απόδοση. Οι **Mirleau-Thebaud et al. (2011)** εξέτασαν την συμπεριφορά δύο συστημάτων κατεργασίας (μειωμένη κατεργασία με εφαρμογή υπεδαφοκαλλιεργητή στα 30 cm και κατεργασία με υπεδαφοκαλλιεργητή στα 50 cm). Η υπεδαφοκαλλιέργεια σε βάθος ως και 50 cm παρουσίασε σαφώς μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο ενώ στην περιεκτικότητα ελαίου δεν υπάρχουν διαφορές. Παρόμοια οι **Aboudrare et al. (2006)** για δύο καλλιεργητικές περιόδους αξιολόγησαν πέντε συστήματα κατεργασίας (συμβατική κατεργασία, βαρύς καλλιεργητής, υπεδαφοκαλλιεργητής, δισκοσβάρνα, ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια ηλίανθου. Την μία καλλιεργητική περίοδο η υπεδαφοκαλλιέργεια παρουσίασε την

υψηλότερη απόδοση σε σπόρο, ακολούθησε η συμβατική κατεργασία, έπειτα ο βαρύς καλλιεργητής με την δυσκοσβάρνα και τελευταίο σύστημα έρχεται εκείνο της ακαλλιέργειας. Αντίθετα την δεύτερη καλλιεργητική περίοδο η συμβατική κατεργασία παρουσίασε την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο, ακολούθησε ο βαρύς καλλιεργητής, η υπεδαφοκαλλιέργεια, ακαλλιέργεια και τέλος με χαμηλότερη απόδοση η δισκοσβάρνα. Οι **Lopez-Garrido et al. (2014)** σύγκριναν ακαλλιέργεια, κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή και κατεργασία με άροτρο σε καλλιέργεια ηλίανθου και αξιολόγησαν την απόδοση σε σπόρο και την περιεκτικότητα σε έλαιο. Η ακαλλιέργεια παρουσίασε με διαφορά την χαμηλότερη απόδοση σε σπόρο όπως και σε έλαιο ενώ οι δύο άλλες κατεργασίες κυμαίνονται στο ίδιο επίπεδο τόσο από θέμα απόδοσης σε σπόρο και σε έλαιο. Η υγρασία εδάφους είναι υψηλότερη για την ακαλλιέργεια στο επιφανειακό στρώμα εδάφους (0- 5 cm) ενώ σε βαθύτερα στρώματα η υγρασία εδάφους είναι υψηλότερη για το συμβατικό σύστημα κατεργασίας και για την κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή (5-10 cm). Όμοια μεταξύ τεσσάρων κατεργασιών (σβάρνα, δισκοσβάρνα, καλλιεργητή και ακαλλιέργεια) και οι **Ahmed and Mohamed (2014)** αναφέρουν ξεκάθαρα χαμηλότερες αποδόσεις ηλίανθου στην ακαλλιέργεια ενώ και οι **Darby et al. (2014)** κάνουν λόγο για στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες= αποδόσεις σε σπόρο και έλαιο της συμβατικής κατεργασίας έναντι της ακαλλιέργειας. Οι **Moroke et al. (2011)** μελέτησαν την συμπεριφορά της υγρασίας του εδάφους σε δύο συστήματα, σε επιφανειακή κατεργασία του εδάφους με παρουσία υπολειμμάτων στο έδαφος και στην ακαλλιέργεια. Ουσιαστικά βρήκαν ότι περισσότερη διαθέσιμη υγρασία στο έδαφος τόσο στην εποχή του φυτρώματος όσο και στην συγκομιδή υπήρχε στην ακαλλιέργεια ενώ επίσης και στην ακαλλιέργεια συναντούσαμε και υψηλότερη χρήση νερού (εξατμισοδιαπνοή) αλλά και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού. Οι **Murillo et al. (1998)** αξιολόγησαν σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους συμβατικό σύστημα κατεργασίας με άροτρο σε σχέση με βαρύ καλλιεργητή σε ηλίανθο. Οι αποδόσεις κατά κύριο λόγο σε βιομάζα και σπόρο ήταν υψηλότερες στη συμβατική κατεργασία αλλά όχι στατιστικά σημαντικές. Ακόμα η απορρόφηση αζώτου κατά κύριο λόγο ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στο σύστημα συμβατικής κατεργασίας έναντι του βαρύ καλλιεργητή ενώ για τα άλλα θρεπτικά στοιχεία (P, S, K, Ca, Mg) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απορρόφηση τους στα δύο συστήματα κατεργασίας.. Οι **Mzezewa et al. (2011)** αξιολόγησαν δύο συστήματα κατεργασίας σε ξηρές περιοχές της Νοτίου Αφρικής σε καλλιέργεια ηλίανθου για δύο

καλλιεργητικές περιόδους. Συγκεκριμένα το ένα σύστημα ήταν συμβατική κατεργασία με δισκάροτρο και η άλλη κατεργασία ήταν ακαλλιέργεια αλλά ταυτόχρονα γύρω από τα φυτά φρόντισαν να δημιουργήσουν με φτυάρι μικρές λεκάνες για την συλλογή του νερού (Εικόνα 3). Το σύστημα της ακαλλιέργειας με λεκάνες παρουσίασε την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο αλλά μόνο την μια φορά από τις δύο περιόδους ήταν στατιστικά σημαντικές οι διαφορές. Παράλληλα και η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού ήταν υψηλότερη στο σύστημα ακαλλιέργειας σε λεκάνες σε σχέση με το αντίστοιχο της συμβατικής.



Εικόνα 3: Καλλιέργεια σε φυτών ηλίανθου σε σχηματιζόμενες λεκάνες υπό την επίδραση ακαλλιέργειας (Mzezewa et al., 2011).

Οι **Celik et al. (2013)** μελέτησαν συστήματα κατεργασίας σε λωρίδες σε καλλιέργεια ηλίανθου. Ουσιαστικά μελέτησαν το πλάτος της λωρίδας κατεργασίας στα 37,5, 30 και 22,5 cm έτσι ώστε να κατεργάζεται το 50%, το 40% και το 30% του αγρού αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο παρουσιάστηκε όταν το πλάτος της λωρίδας ήταν 37,5 cm ωστόσο όμως οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές σε σχέση με τις αποδόσεις και στις άλλες εφαρμογές. Επιπλέον δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε παράμετρους όπως η αντίσταση στην διείδυση και η φαινομενική ειδική πυκνότητα μεταξύ των εφαρμογών. Στο ίδιο πείραμα σε ηλίανθο οι **Bilen et al. (2010)** προσθέτουν ότι όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό κατεργασίας (ανάλογα με το πλάτος της λωρίδας) τόσο μικρότερος είναι και ο πληθυσμός των βακτηρίων του εδάφους (επηρεασμός μικροχλωρίδας) που προκύπτουν αλλά μεγαλύτερος ο αριθμός των μυκήτων (πρόβλημα ασθενειών).

Οι **Kovacev et al. (2010)** αξιολόγησαν τέσσερα συστήματα κατεργασίας του εδάφους, ένα με άροτρο σε συνδυασμό με δίσκοσβάρνα, ένα με καλλιεργητή σε συνδυασμό με δίσκοσβάρνα, με καλλιεργητή σε συνδυασμό με περιστροφική σβάρνα και τέλος ένα με άροτρο σε συνδυασμό με περιστροφική σβάρνα σε καλλιέργεια ηλίανθου για δύο έτη. Σε κάθε περίπτωση το σύστημα με την μεγαλύτερη

κατανάλωση ενέργεια ήταν ο συνδυασμός αρότρου με δισκοσβάρνα ενώ δεύτερο ήρθε το σύστημα συνδυασμού αρότρου με περιστροφική σβάρνα. Επιπλέον ο συνδυασμός βαρύ καλλιεργητή με δισκοσβάρνα ή περιστροφικό καλλιεργητή παρουσίασε τις υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο ενώ τα συστήματα που περιλάμβαναν άροτρο υπολειπόντουσαν. Ο **Shamabadi (2012)** μελέτησε τέσσερις μεθόδους κατεργασίας σε φυτεία ηλίανθου και αυτός με την σειρά του (άροτρο, δισκοσβάρνα, καλλιεργητής, ακαλλιέργεια). Την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση την παρουσίασε το σύστημα του αρότρου ενώ την μικρότερη η ακαλλιέργεια. Παράλληλα στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση σπόρου δεν προέκυψαν ενώ την μεγαλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα εν τέλει την παρουσίασε το σύστημα της ακαλλιέργειας και την μικρότερη το συμβατικό σύστημα κατεργασίας. Οι **Maiorana et al. (2004)** σύγκριναν επίσης συμβατική κατεργασία σε ηλίανθο και μειωμένη επιφανειακή κατεργασία και δεν παρατήρησαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο στην απόδοση σε σπόρο όσο και στην τελική περιεκτικότητα σε έλαιο. Οι **Halvorson et al. (1999)** αξιολόγησαν τρεις μεθόδους κατεργασίας σε καλλιέργειας ηλίανθου που ήταν οι εξής: 1) κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή, ζιζανιοκτονία, έπειτα κατεργασία με δισκοσβάρνα και τέλος ζιζανιοκτονία δέκα ημέρες μετά έτσι ώστε η παρουσία των υπολειμμάτων να είναι στο 30%, 2) μειωμένη κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή, ζιζανιοκτονία και τέλος μετά από δέκα ημέρες κατεργασία με καλλιεργητή μαζί με ενσωμάτωση ζιζανιοκτόνου ώστε η παρουσία των υπολειμμάτων να είναι 30 με 60%, 3) εφαρμογή ακαλλιέργειας με μόνο εφαρμογή ζιζανιοκτονίας.. Σε διάρκεια πειραματισμού οχτώ ετών κάτω από διάφορες συνθήκες το σύστημα μειωμένης κατεργασίας αλλά και της ακαλλιέργειας κατάφεραν να έχουν ανταγωνιστικές αποδόσεις σε σπόρο σε σχέση με το πρώτο σύστημα που παρουσίαζε ποσοστό υπολειμμάτων κάτω του 30%. Ο **Deibert (1989)** αξιολόγησε με την σειρά του και αυτός τέσσερις μεθόδους κατεργασίας (με άροτρο, με καλλιεργητή, με φρέζα και ακαλλιέργεια) και παρατήρησε ότι δεν βρήκε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά παραμέτρους όπως την απόδοση σε σπόρο και την περιεκτικότητα σε έλαιο ενώ ακόμα δεν βρήκε και στατιστικά σημαντικές διαφορές στην εμφάνιση ζιζανίων (εφαρμόστηκε ζιζανιοκτονία πριν την σπορά). Οι **Bahrani et al. (2014)** προτείνουν ότι άμα εφαρμόζεται αμειψισπορά σιταριού με ηλίανθο καλό είναι το 25 με τον 50% των υπολειμμάτων του σιταριού να ενσωματώνεται και τότε το μειωμένο

σύστημα κατεργασίας με βαρύ καλλιεργητή και δισκοσβάρνα φαντάζει το ιδανικότερο όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο και έλαιο ηλίανθου.

Τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας στον ηλίανθο και ιδιαίτερα εκείνα της ακαλλιέργειας υποφέρουν τις περισσότερες των περιπτώσεων από υψηλή συγκέντρωση ζιζανίων που πλήττουν την φυτεία. Παρόμοια έντονη προσβολή περικοκλάδας σε καλλιέργεια ηλίανθου με εφαρμογή ακαλλιέργειας παρατήρησαν και οι **Jurado-Exposito et al. (2005)**. Μάλιστα για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα εφάρμοσαν ακαλλιέργεια για τρία έτη παρατήρησαν ότι τα ζιζάνια εμφανίζονται σε συγκεκριμένα μέρη του αγρού και πρότειναν κατευθυνόμενο ψεκασμό για την καλύτερη αντιμετώπιση αυτών. Ωστόσο, έχουν αναπτυχθεί ποικιλίες όπως η PR64E83 που είναι ανθεκτική σε ζιζανιοκτόνα και είναι εφικτή η εφαρμογή μεταφυτρωτικών σκευασμάτων και έτσι είναι εφικτό να υιοθετηθούν σταδιακά και συστήματα μειωμένης κατεργασίας (**Sarpe et al., 2007**). Αντίστοιχα οι **Sans et al. (2011)** αναφέρουν ότι η παρουσία των ζιζανίων σε ένα σύστημα μειωμένης κατεργασίας μπορεί να είναι δύο ως και τρεις φορές μεγαλύτερη από αντίστοιχο σύστημα συμβατικής κατεργασίας σε φυτεία ηλίανθου αλλά δεν βρήκαν διαφορές στις τελικές αποδόσεις. Από την άλλη γενικότερα ο **Coultas (undated)** αναφέρει ότι με μη αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων στον ηλίανθο ενδέχεται να παρουσιαστούν μειωμένες αποδόσεις ακόμα και κατά 30%. Σε περιοχές με έντονη κλίση ο **Aksyonov (2010)** προτείνει σε καλλιέργεια ηλίανθου κατεργασία εδάφους με καλλιεργητή, εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και απόσταση σποράς στα 22,5 εκατοστά για καλύτερη προστασία από διάβρωση, καλύτερο έλεγχο των ζιζανίων αλλά και ανταγωνιστικές αποδόσεις σε σπόρο.

Οι **Fernandez et al. (2007)** συγκρίνοντας συμβατική κατεργασία και ακαλλιέργεια βρήκαν περισσότερη οργανική ουσία στο σύστημα της ακαλλιέργειας όπως και μεγαλύτερη διαθεσιμότητα σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Οι **Mazzoncini et al. (2011)** σε πείραμα τριών ετών σε καλλιέργεια ηλίανθου σε σύγκριση συμβατικής κατεργασίας και ακαλλιέργειας αναφέρουν υψηλότερη παρουσία οργανικής ουσίας ως τα 10 εκατοστά στο σύστημα της ακαλλιέργειας ενώ στο εύρος 10 ως 30 cm στο συμβατικό. Αντίστοιχα και η συγκέντρωση αζώτου ήταν υψηλότερη ως τα 10 cm για την ακαλλιέργεια και για το εύρος 10 ως 30 cm για την συμβατική κατεργασία. Παρόμοια οι **Lopez-Garrido et al. (2014)** συγκρίνοντας τρία συστήματα κατεργασίας (συμβατικό, βαρύ καλλιεργητή, ακαλλιέργεια) βρήκαν ότι όσον αφορά

την οργανική ουσία στο έδαφος ως τα 5 πρώτα εκατοστά το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσιάζει την υψηλότερη οργανική ουσία, στο εύρος 5 ως 10 cm η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία ήταν παρόμοια και στα τρία συστήματα κατεργασίας ενώ στο εύρος 10 ως 25 cm η συμβατική κατεργασία παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό οργανικής ουσίας.

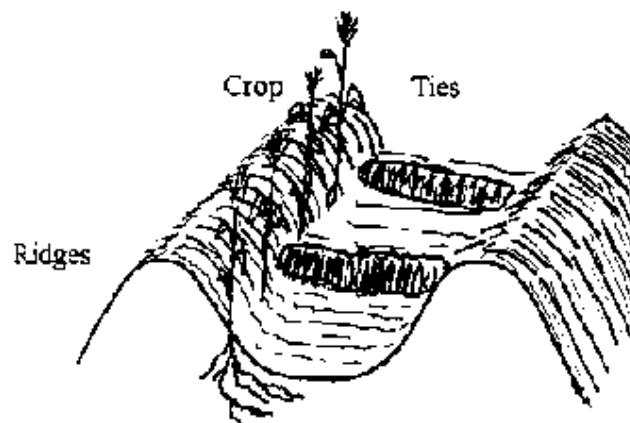
2.2.5. Επίδραση κατεργασιών σε σόργο

Σύμφωνα με τους **Jones et al. (2013)** όπως και στις περισσότερες καλλιέργειες έτσι και στον σόργο δεν αρκεί μόνο στην επιλογή της κατεργασίας να επιτυγχάνονται υψηλές αποδόσεις αλλά επιπλέον και ικανοποιητική αντιμετώπιση ζιζανίων, μείωση διάβρωσης, μείωση εξατμίσσης, μείωση έκπλυσης, ιδανική συγκράτηση υγρασίας, να έχει μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και αν είναι οικονομική και πρακτική. Οι **Locke and Hons (1988)** μελέτησαν δύο μεθόδους κατεργασίας (συμβατική και ακαλλιέργεια) σε συνδυασμό με αζωτούχα λίπανση σε καλλιέργεια σόργου για δύο καλλιεργητικές περιόδους. Γενικά η απόδοση τόσο σε σπόρο όσο και σε στελέχη όταν η δόση λίπανσης ήταν ως τα 10 κιλά ανά στρέμμα ήταν σαφώς υψηλότερη για τη συμβατική κατεργασία ενώ όταν ξεπερνούσε τα 10 κιλά ανά στρέμμα τα δύο συστήματα παρουσίαζαν παρόμοιες αποδόσεις. Ακόμα η αφομοίωση αζώτου ήταν υψηλότερη στη συμβατική κατεργασία. Παρόμοια οι **Ouedraogo et al. (2007)** σύγκριναν δύο μεθόδους κατεργασίας (ακαλλιέργεια και κατεργασία στα 12 cm) και κατέληξαν ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο και στελέχη τις παρουσιάζει το σύστημα της κατεργασίας σε διάρκεια δύο καλλιεργητικών περιόδων. Οι **Agbede and Ojeniyi (2009)** μελέτησαν και αυτοί με την σειρά τους ακαλλιέργεια και συμβατική κατεργασία και παρατήρησαν ότι άμα γίνει προσθήκη οργανικής ουσίας (είτε με μορφή σάπινων φύλλων ή κοπριάς) στην μεταχείριση της ακαλλιέργειας τότε οι αποδόσεις σε σπόρο είναι ξεκάθαρα υψηλότερες από τις αντίστοιχες αποδόσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή της συμβατικής κατεργασίας. Ο **Patil (2013)** σύγκρινε τρία συστήματα κατεργασίας (συμβατική με άροτρο, μειωμένο με δύο πέρασματα με δισκοσβάρνα και μειωμένο με ένα πέρασμα με δισκοσβάρνα) και κατέληξαν ότι η συμβατική κατεργασία παρουσίασε τις υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο και βιομάζα αλλά είχε και την υψηλότερη αποδοτικότητα χρήσης νερού.

Ο **Adeoye (1982)** αξιολόγησε τρία βάθη κατεργασίας (5 cm, 15 cm, 30 cm) στην απόδοση ξηρής βιομάζας σόργου για δύο καλλιεργητικές περιόδους και δεν

παρατήρησε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών. Επιπλέον όσο βαθύτερη είναι η κατεργασία τόσο περισσότερο και το απόθεμα υγρασίας στο έδαφος. Όμοια οι **Patil et al. (2006)** αξιολόγησαν τρία βάθη κατεργασίας (22,5-30 cm, 12-15 cm και 7,5 cm) σε καλλιέργεια σόργου και παρατήρησαν την ίδια συμπεριφορά της υγρασίας όπως και ο Adeoye (1982) (αυξάνεται η συγκράτηση υγρασίας ανάλογα με το βάθος κατεργασίας) ενώ προσθέτουν ότι η διήθηση του νερού είναι πιο γρήγορη σε βαθύτερες κατεργασίες.. Τέλος στην περίπτωση αυτή των Patil et al. (2006) η κατεργασία σε βάθη 22,5 με 30 cm παρουσίασε τις υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο και βιομάζα σόργου και μάλιστα με στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις άλλες κατεργασίες. Τέλος, οι **El Naim et al. (2012)** σύγκριναν κατεργασίες με καλλιεργητή στα 15 και στα 25 cm σε σχέση με ακαλλιέργεια σε σόργο σε δύο πειραματικούς αγρούς. Τα αποτελέσματα στα μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως ύψος φυτού, μήκος κόμβων, διάμετρος στελέχους και αριθμός φύλλων όσο πιο βαθιά ήταν η κατεργασία τόσο μεγαλύτεροι ήταν οι παράμετροι ενώ τέλος το ίδιο ισχύει και στις αποδόσεις σε σπόρο με στατιστικά σημαντικό τρόπο κιάλας.

Οι **Olufayo et al. (1994)** στην Μπουρκίνα Φάσο σύγκριναν τρεις τρόπους κατεργασίας του εδάφους σε καλλιέργεια σόργου. Κύριο σκοπό είχαν να μελετήσουν την επίδραση των κατεργασιών στην διαχείριση της υγρασίας του εδάφους. Συγκεκριμένα σύγκριναν απευθείας κατεργασία και σπορά με το χέρι (παραδοσιακός τρόπος), κατεργασία με άροτρο και δημιουργία αναχωμάτων και σπορά με καθορισμένο τρόπο όπως φαίνεται στην Εικόνα 4 (tied ridging). Τα υψηλότερα αποθέματα υγρασίας τα συναντάμε στην συμβατική κατεργασία και με τα αναχώματα ενώ τελευταίο έρχεται το παραδοσιακό σύστημα. Ακόμα κατά την διάρκεια των έξι ετών του πειράματος η συμβατική κατεργασία και τα αναχώματα παρουσίασαν την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο.

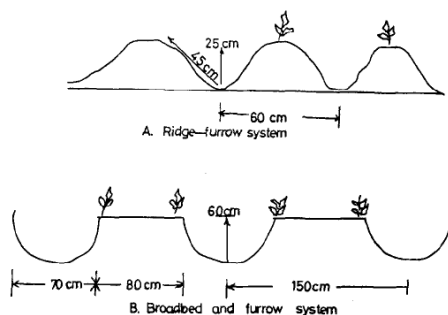


Εικόνα 4: Σύστημα αναχωμάτων όπως υιοθετήσαν σε καλλιέργειες σόργου στην Αφρική κυρίως λόγω έλλειψης νερού (tied ridging).

Παρόμοια και ο **Unger (1994)** μελέτησε την υιοθέτηση παρόμοιων αναχωμάτων στην συγκράτηση υγρασίας στο έδαφος. Συγκεκριμένα μελέτησε τρία είδη αναχωμάτων, ένα όπου τα στελέχη της προηγούμενης καλλιέργειας καταστρεφόντουσαν με δίσκους λίγο μετά την συγκομιδή και έπειτα δημιουργούσαν τα αναχώματα, ένα άλλο είδος όπου τα στελέχη καταστρεφόντουσαν αμέσως μετά την συγκομιδή και στην συνέχεια δημιουργούσαν και αναχώματα και τέλος ένα είδος όπου τα στελέχη καταστρεφόντουσαν την περίοδο της σποράς όταν και γινόταν και η δημιουργία των αναχωμάτων. Όσο πιο καθυστερημένα γινόταν η καταστροφή των στελεχών και η δημιουργία των αναχωμάτων τόσο υψηλότερη ήταν η συγκράτηση της υγρασίας στο έδαφος παρατήρησαν. Τέλος αντίστοιχα και τη υψηλότερη απόδοση σε σπόρο παρουσίασε το σύστημα όπου η καταστροφή των στελεχών και η δημιουργία των αναχωμάτων έγινε κατά την περίοδο σποράς. Οι **Roldan et al. (2005)** σύγκριναν τέσσερα συστήματα κατεργασίας όσον αφορά την ενζυματική δραστηριότητα σε καλλιέργεια σόργου. Συγκεκριμένα ήταν η κατεργασία με άροτρο, η δημιουργία αναχωμάτων με προηγούμενη εφαρμογή υπεδαφοκαλλιέργειας, η δημιουργία στενών και μικρών αναχωμάτων και τέλος η ακαλλιέργεια. Όσο μικρότερη είναι ένταση της κατεργασίας τόσο λιγότερο επηρεάζεται και η ενζυματική δραστηριότητα στο έδαφος καθώς παρατήρησαν με το άροτρο να παρουσιάζει την χαμηλότερη ενζυματική δράση και με την ακαλλιέργεια την υψηλότερη. Οι **Guzman et al. (2006)** σύγκριναν συμβατική κατεργασία και ακαλλιέργεια μετά από 23 έτη καλλιέργειας σόργου και παρατήρησε ότι ως τα πέντε πρώτα εκατοστά εδάφους η ακαλλιέργεια παρουσίαζε υψηλότερη παρουσία θρεπτικών στοιχείων όπως φωσφόρου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου ενώ έπειτα το σύστημα της συμβατικής

κατεργασίας και ως τα 15 cm παρουσίαζε υψηλότερες ενδείξεις. Αντίστοιχα και για την οργανική ουσία του εδάφους η ακαλλιέργεια είχε μεγαλύτερες ενδείξεις ως τα 7,5 cm ενώ έπειτα τα συστήματα παρουσίαζαν παρόμοιες συγκεντρώσεις. Όμοια και οι **Meki et al. (2013)** σε σύγκριση ακαλλιέργειας και συμβατικής κατεργασίας σε βάθος χρόνου 51 ετών εκτιμούν ότι η οργανική ουσία στην ακαλλιέργεια είναι σαφώς υψηλότερη και η ειδική φαινομενική πυκνότητα αντίστοιχα χαμηλότερη ενώ σε παρόμοια αποτελέσματα που αφορούν την οργανική ουσία αλλά και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους κατέληξαν και οι **Matowo et al. (2013)** συγκρίνοντας κατεργασία με καλλιεργητή και ακαλλιέργεια. Οι **Moroke et al. (2011)** συγκρίναν ακαλλιέργεια και μειωμένη κατεργασία (έντονη παρουσία υπολειμμάτων, stubble mulch tillage) και παρατήρησαν ότι υψηλότερη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού παρουσιάζει το σύστημα της μειωμένη κατεργασίας.

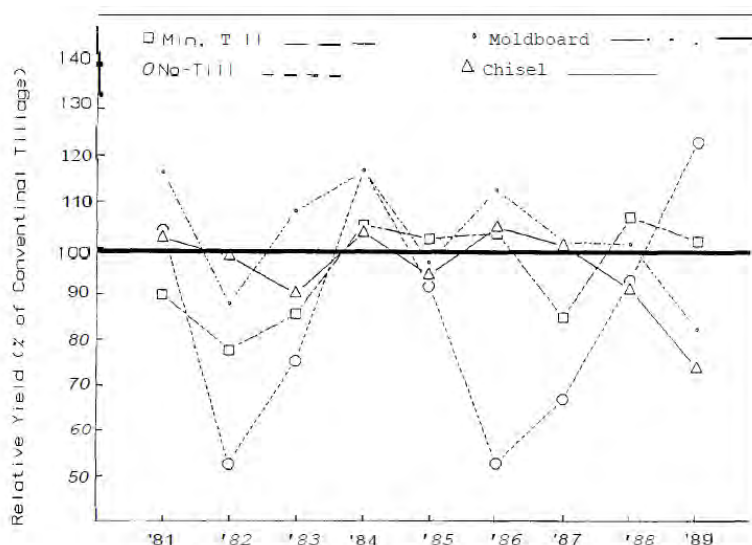
Οι **Kanton et al. (2000)** στην Γκάνα σύγκριναν τρεις τρόπους κατεργασίας σε καλλιέργεια σόργου και πιο συγκεκριμένα την κατεργασία και την σπορά με το χέρι, τη κατεργασία με δισκοσβάρνα με την χρήση γεωργικού ελκυστήρα και τέλος την κατεργασία με άροτρο με την χρήση ταύρων. Όσον αφορά τους πληθυσμούς των ζιζανίων που προέκυψαν ο μεγαλύτερος ήταν στο σύστημα σποράς με το χέρι και ο μικρότερος στην χρήση δισκοσβάρνας με γεωργικό ελκυστήρα. Η απόδοση σε βιομάζα ωστόσο ήταν υψηλότερη στις περισσότερες των περιπτώσεων στο σύστημα του αρότρου με την χρήση ταύρων ενώ η απόδοση σε σπόρο στο σύστημα δισκοσβάρνας με χρήση γεωργικού ελκυστήρα. Επιπλέον, οι Kanton et al. (2000) αξιολόγησαν την εξέλιξη της καλλιέργεια σε ανάχωμα ή όχι και κατέλεξαν ότι οι αποδόσεις τόσο σε σπόρο όσο και σε βιομάζα είναι αρκετά υψηλότερες όταν η εγκατάσταση γίνεται σε αναχώματα. Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι στην Αφρική η καλλιέργεια του σόργου είναι διαδεδομένη και λόγω του περιορισμένου μηχανολογικού εξοπλισμού οι μελέτες κατεργασίες διαφέρουν. Οι Omer and Elamin (1997) μελέτησαν την συμβατική κατεργασία με καλλιεργητή σε βάθος 25 cm, την δημιουργία καναλιών (broadbed and furrow), την δημιουργία αναχωμάτων (ridge-furrow) και την ακαλλιέργεια σε καλλιέργεια σόργου.



Εικόνα 5: Σύστημα καλλιέργεια καναλιών σε σόργο ((*broadbed and furrow*) και αναχωμάτων (*ridge-furrow*) (Omer and Elamin, 1997).

Στα αποτελέσματα η συμβατική κατεργασία παρουσίασε το υψηλότερο πληθυσμό φυτών, ακολούθησε το σύστημα των καναλιών, τα αναχώματα και τέλος η ακαλλιέργεια ενώ ίδια ήταν η κατάταξη και για το ύψος των φυτών. Αντίστοιχα την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο την παρουσίασε το συμβατικό σύστημα με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα. Οι **Laddha and Totawat (1997)** σύγκριναν πέντε κατεργασίες (άροτρο, δισκαροτρο, βαρύ καλλιεργητή στα 40 cm, δισκοσβάρνα και ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια σόργου και παρατήρησαν ότι μεγαλύτερο ρυθμό διήθησης παρουσιάζουν κατά σειρά το δισκάροτρο, ο βαρύς καλλιεργητής, το άροτρο, η δισκοσβάρνα και τέλος η ακαλλιέργεια. Επιπλέον το πιο εκτεταμένο ριζικό σύστημα το παρουσίασαν το δισκάροτρο, ο βαρύς καλλιεργητής, η δισκοσβάρνα, το άροτρο, και τέλος η ακαλλιέργεια ενώ η ίδια ακριβώς κατάταξη ισχύει και για τα αποτελέσματα αποδόσεων σπόρων και στελεχών. Παρόμοια και οι **Mupangwa et al. (2012)** αξιολόγησαν τρεις μεθόδους κατεργασίας (συμβατική με άροτρο, υπεδαφοκαλλιέργεια, σπορά με το χέρι) και παρατήρησαν ότι τον μεγαλύτερο πληθυσμό φυτών τον συναντάμε στη συμβατική κατεργασία και στην υπεδαφοκαλλιέργεια και είναι διπλάσιος από της σποράς με τον χέρι ενώ οι αποδόσεις σε σπόρο και στελέχη στην συμβατική κατεργασία και στην υπεδαφοκαλλιέργεια κυμαίνονται στο ίδιο μήκος αλλά είναι εμφανώς υψηλότερες από το σύστημα σποράς με το χέρι. Επιπλέον, οι **Rocateli et al. (2012)** μελέτησαν δύο κατεργασίες, μία με δισκοσβάρνα και μία με υπεδαφοκαλλιέργεια στα 30 cm, σε καλλιέργειες σόργου (3 ποικιλίες) και καλαμποκιού (1 ποικιλία) και πιο συγκεκριμένα σε παραμέτρους όπως η ξηρή απόδοση βιομάζας, η παρουσία της υγρασίας στους ιστούς και η παρουσία της λιγνίνης. Το πείραμα έγινε για δύο καλλιεργητικές περιόδους και την μια χρονιά οι αποδόσεις σε βιομάζα ήταν παρόμοιες ενώ το επόμενο έτος κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το σύστημα της υπεδαφοκαλλιέργειας να παρουσιάζει υψηλότερες αποδόσεις. Για

στοιχεία όπως η περιεκτικότητα της λιγνίνης και της υγρασίας δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των κατεργασιών. Οι **Sainju et al. (2006)** μελέτησαν την επίδραση κατεργασιών όπως καλλιεργητή, κατεργασίας σε λωρίδες και ακαλλιέργειας σε σόργο και κατέληξαν ότι την υψηλότερη απόδοση σε βιομάζα και σπόρο την έχουν η κατεργασία σε λωρίδες και η κατεργασία με καλλιεργητή και μάλιστα και στατιστικά σημαντικά σε σχέση με την ακαλλιέργεια. Ακόμα τα ίδια ακριβώς ισχύουν και για το ρυθμό απορρόφησης του αζώτου μεταξύ των κατεργασιών. Σε παρόμοια μελέτη των **Friesen and Korwar (1987)** σύγκριναν κατεργασίες με δισκοσβάρνα (10cm), με καλλιεργητή (5 cm) και ακαλλιέργεια σε σόργο και παρατήρησαν ότι η κατεργασία με δισκοσβάρνα παρουσίασε την υψηλότερη απόδοση σε σπόρο και βιομάζα ενώ αντίστοιχα η ακαλλιέργεια για άλλη μια φορά παρουσίασε την υψηλότερη πυκνότητα ζιζανίων. Στο ίδιο μήκος κύματος ο **Matocha (1990)** αξιολόγησε τέσσερις κατεργασίες, με άροτρο (30 cm), με καλλιεργητή (30 cm), με δισκοσβάρνα (7,5 cm) και ακαλλιέργεια, σε σόργο για 9 καλλιεργητικές περιόδους. Οι μέσες αποδόσεις των εννιά ετών αποκαλύπτουν ότι οι κατεργασίες παρουσιάζουν παρόμοια απόδοση σε σπόρο με εξαίρεση να αποτελεί η ακαλλιέργεια που υπολείπεται.



Γράφημα 9: Εξέλιξη απόδοσης σόργου σε τέσσερις εφαρμογές κατεργασιών σε διάστημα 9 ετών (Matocha, 1990).

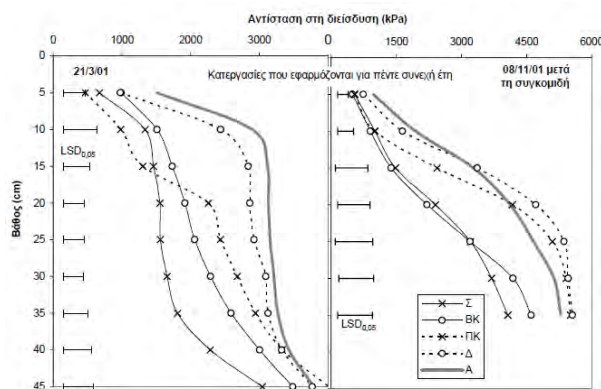
Επιπλέον και οι **Thomas et al. (1990)** μελέτησαν κατεργασία με λείους δίσκους, με οδοντωτούς δίσκους και ακαλλιέργεια σε καλλιέργεια σόργου όσον αφορά διάφορους παραμέτρους. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν παρόμοια στους μεθόδους κατεργασίας με δίσκους αλλά ήταν στατιστικά υψηλότερη από την ακαλλιέργεια. Επιπλέον η θερμοκρασία στο έδαφος με την εφαρμογή της

ακαλλιέργειας είναι υψηλότερη σε σχέση με την εφαρμογή με δίσκους. Η χρήση νερού από τον σόργο είναι υψηλότερη στις μεθόδους κατεργασίας με δίσκους. Ωστόσο όμως οι αποδόσεις σε σπόρο και βιομάζας σόργου μεταξύ των κατεργασιών δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά. Σε άλλη εργασία τους οι **Standley et al. (1990)** αξιολογώντας τις ίδιες κατεργασίες με τους Thomas et al. (1990) και παρατήρησαν σε καλλιέργεια σόργου ότι η μείωση σε βάθος χρόνου της οργανικής ουσίας είναι πιο έντονη αρχικά στην κατεργασία με λείους δίσκους, έπειτα στην κατεργασία με οδοντωτούς δίσκους και τέλος στην ακαλλιέργεια ενώ όσον αφορά τα αποθέματα αζώτου μειώνονται πιο έντονα στους οδοντωτούς δίσκους, έπειτα στους λείους και τέλος στην ακαλλιέργεια. Τέλος, οι **Potter et al. (1996)** σύγκριναν κατεργασία με καλλιεργητή και δευτερογενή προετοιμασία, κατεργασία με δίσκους μόνο, ακαλλιέργεια με φυτικά υπολείμματα στο φύτευμα, ακαλλιέργεια με όψιμη φυτεία σόργου και ακαλλιέργεια. Κατά την διάρκεια των τριών ετών το σύστημα κατεργασίας με καλλιεργητή παρουσίασε σαφώς στατιστικά σημαντικά υψηλότερο αριθμό φυτρωμένων φυτών ενώ ακολούθησε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας με δίσκους. Ωστόσο όσον αφορά την απόδοση σε βιομάζα το σύστημα του καλλιεργητή μπορεί στο πρώτο έτος να παρουσίαζε την υψηλότερη απόδοση, στο δεύτερο έτος όμως υπήρχε ισορροπία μεταξύ των κατεργασιών ενώ στο τρίτο τα συστήματα ακαλλιέργειας παρουσίασαν στατιστικά υψηλότερες αποδόσεις.

2.3. Συμβολή της κατεργασίας στην συμπίεση του εδάφους

Σύμφωνα με τους **Yavuzcan et al. (2002)** η κατεργασία χαλαρώνει το έδαφος και το αποσυμπιέζει τουλάχιστον επιφανειακά. Όταν όμως ξαναπεράσει ο εξοπλισμός ως την συγκομιδή θα παρουσιαστεί ξανά το φαινόμενο της συμπίεσης ίσως και σε μεγαλύτερο βαθμό. Έτσι, συμπιεσμένα εδάφη απαιτούν περισσότερη κατανάλωση ενέργειας για κατεργασία για να την περιορίσουν ενώ θα έχουν συχνά την προδιάθεση να επανέλθουν σε δυσμενείς καταστάσεις συμπίεσης. Οι **Abu-Hamdeh and Al-Widyan (2000)** αναφέρουν ότι και η ζ κατεργασία επηρεάζει το φαινόμενο της συμπίεσης καθώς παρουσιάζεται από πειράματα τους χαμηλότερη συμπίεση σε εδάφη με κατεργασία με καλλιεργητή σε σχέση με εδάφη που κατεργάστηκαν με δισκοσβάρνα ή ήταν ακαλλιέργητα (συμπύκνωση εκφραζόμενη ως ξηρή φαινομενική πυκνότητα και πορώδες). Προφανώς σε αυτές τις περιπτώσεις μιλάμε για επιφανειακή συμπίεση και για να παρατηρήσουμε επιδράσεις σε βαθύτερα στρώματα πρέπει να συνυπολογιστούν και τα στοιχεία λειτουργίας του γεωργικού ελκυστήρα

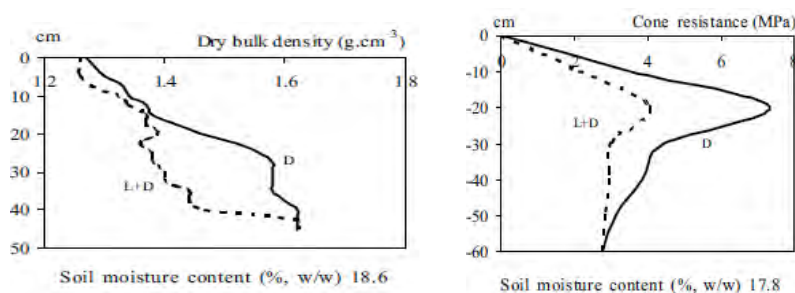
(πίεση και βάρος) και των των μηχανημάτων. Οι **Birkas et al. (2004)** αναφέρουν ότι η επανειλημμένη κατεργασία με δίσκους ή με άροτρο στο ίδιο βάθος εργασίας επιφέρει συμπίεση στο βάθος κατεργασίας στο τρίτο χρόνο εφαρμογής ενώ αν συνεχιστεί η εφαρμογή τους το φαινόμενο επεκτείνεται επιφανειακά και σε βάθος. Οι **Mulbrock et al. (1995)** σύγκριναν τέσσερα συστήματα κατεργασίας (ακαλλιέργεια, άροτρο, δισκοσβάρνα, υπεδαφοκαλλιεργητή) και παρατήρησαν ότι την μεγαλύτερη συμπίεση στο έδαφος την προκαλεί το σύστημα κατεργασίας με δισκοσβάρνα ενώ την μικρότερη έκφραση του φαινομένου την παρατηρούμε στην εφαρμογή ακαλλιέργειας. Οι **Ehlers et al. (1980)** συγκρίνοντας ακαλλιέργεια και συμβατική κατεργασία παρατήρησαν ότι ως τα 10 cm εδάφους η ακαλλιέργεια παρουσίαζε σαφώς πιο συμπιεσμένες συνθήκες ενώ από 20 ως 40 cm η συμβατική κατεργασία (μέτρηση ξηρής φαινομενική πυκνότητας). Σε αντίστοιχη έρευνα ίδιων κατεργασιών των **Ehlers et al. (1983)** με μετρήσεις αντίστασης στην διείσδυση βρήκαν πιο συμπιεσμένες συνθήκες όμοια ως τα δέκα πρώτα εκατοστά στην ακαλλιέργεια ενώ έπειτα και οι δύο εφαρμογές είχαν παρόμοια συμπιεσμένες συνθήκες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα των **Καβαλάρης κ.α. (2007)** όπου αξιολογήθηκαν για πέντε έτη πέντε συστήματα κατεργασίας και την επίδραση στο έδαφος (και τη συμπίεση), στα φυτά και στην παραγωγή. Τα συστήματα κατεργασίας ήταν το άροτρο, η δισκοσβάρνα, η ακαλλιέργεια, ο βαρύς καλλιεργητής και ο περιστροφικός καλλιεργητής. Όσον αφορά την συμπίεση αξιολογήθηκε ως τα 45 εκατοστά με την μέθοδο της αντίστασης στην διείσδυση και βρέθηκε ότι το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσιάζει τη υψηλότερη ενώ η συμβατική κατεργασία την χαμηλότερη τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου ζαχαροτεύτλων. Εν τέλει η ομάδα ερευνητών προτείνει ότι η χρήση του βαρύ καλλιεργητή είναι η πιο συμβιβαστική λύση για την ελάττωση της συμπίεσης, τη διατήρηση των φυτικών υπολειμμάτων στην επιφάνεια και την διατήρηση της οργανικής ουσίας του εδάφους (Γράφημα 10).



Γράφημα 10: Εξέλιξη της συμπίεσης του εδάφους εκφραζόμενη με την παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση σε πέντε συστήματα κατεργασίας στην αρχή και στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (*A*: ακαλλιέργεια *BK*: Βαρύ καλλιεργητής, *Σ*: Άροτρο *Δ*: Δισκοσβάρνα *ΠΚ*: Περιστροφικός καλλιεργητής) (Καβαλάρης κ.α., 2007).

Οι **Horne et al. (1992)** σε περάματα δεκαετίας αξιολόγησαν συμβατική κατεργασία, κατεργασία με δισκοσβάρνα και ακαλλιέργεια σε καλλιέργεια βρώμης και εν τέλει παρατήρησαν ότι η ακαλλιέργεια ως τα 10 cm παρουσιάζει τις πιο συμπιεσμένες συνθήκες καθώς έχει τις πιο υψηλές ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση, στο εύρος 10-30 cm η μειωμένη κατεργασία με δίσκους με παρόμοιες υψηλές ενδείξεις με την ακαλλιέργεια ενώ από τα 30 cm και έπειτα όλα τα συστήματα έχουν παρόμοιες ενδείξεις. Ο **Sharma (1985)** σύγκρινε τρία βάθη κατεργασίας με άροτρο (5 cm, 15 cm, 25 cm) και παρατήρησε ότι όσο μικρότερο είναι το βάθος κατεργασίας τόσο χαμηλότερες και οι ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση ενώ το ίδιο παρατήρησε και ο **Adeoye (1982)** σε ενδείξεις ειδικής φαινομενικής πυκνότητας. Οι **Sessiz et al. (2008)** αναφέρουν ότι συγκρίνοντας έξι μεθόδους κατεργασίας (συμβατική, κατεργασία σε λωρίδες, δισκοσβάρνα, καλλιεργητής, δισκοσβάρνα, ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια ηλίανθου με διαφορά την υψηλότερη ένδειξη αντίστασης στην διείσδυση την παρουσίασε το σύστημα της ακαλλιέργειας ενώ μεταξύ των μεθόδων η συμβατική κατεργασία παρουσίασε τις χαμηλότερες ενδείξεις. Οι **Laddha and Totawat (1997)** σύγκριναν πέντε κατεργασίες (άροτρο, δισκαροτρο, βαρύ καλλιεργητή στα 40 cm, δισκοσβάρνα και ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια σόργου και παρατήρησαν ότι η υψηλότερη ειδική φαινομενική πυκνότητα είναι στην ακαλλιέργεια και η χαμηλότερη στην εφαρμογή με δισκάρτρο. Οι **Lopez-Garrido et al. (2014)** αναφέρουν ότι μεταξύ τριών κατεργασιών (άροτρο, βαρύ καλλιεργητή και ακαλλιέργεια) σε καλλιέργεια ηλίανθου την μεγαλύτερη αντίσταση στην διείσδυση την παρουσιάζει η ακαλλιέργεια ενώ την μικρότερη η συμβατική κατεργασία. Οι **Bonari et al. (1995)** σύγκριναν σε

καλλιέργεια ελαιοκράμβης δύο συστήματα κατεργασίας, τη συμβατική κατεργασία με άροτρο και μειωμένη με δισκοσβάρνα και παρατήρησαν ότι η πρώτη παρουσιάζει χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση όπως και χαμηλότερη ξηρή φαινομενική πυκνότητα. Ο **Hemmat (2009)** αξιολόγησε τρεις πρωτογενείς κατεργασίες και δύο δευτερογενείς σε καλλιέργεια ελαιοκράμβης για να παρατηρήσουν πως συμβάλουν στο φαινόμενο της συμπίεσης. Συγκεκριμένα οι πρωτογενείς είναι η κατεργασία με άροτρο στα 20 cm, η κατεργασία με καλλιεργητή σε δύο περάσματα στα 10 και έπειτα στα 15 cm και τέλος η κατεργασία με καλλιεργητή σε ένα πέρασμα στα 10 cm ενώ οι δευτερογενείς κατεργασίες είναι τέσσερα περάσματα με δισκοσβάρνα σε σχέση με ένα με φρέζα. Το σύστημα πρωτογενούς κατεργασίας που παρουσίασε την υψηλότερη αντίσταση στην διείσδυση ήταν εκείνο με τα δύο περάσματα καλλιεργητή ακολούθησε εκείνο με το ένα πέρασμα ενώ τελευταίο ήρθε εκείνο του αρότρου. Στις δευτερογενείς κατεργασίες στα 10 πρώτα εκατοστά του εδάφους το σύστημα με την δισκοσβάρνα επέφερε μεγαλύτερη αντίσταση ενώ στα 10 με 20 εκατοστά εκείνο της φρέζας. Σύμφωνα με το **PennState University (2004a)** η εφαρμογή αρότρου και η παρουσία του τροχού στο αυλάκι δημιουργεί ιδανικές συνθήκες για την εμφάνιση συμπίεσης στο υπέδαφος ενώ η εφαρμογή δισκοσβάρνας τείνει να δημιουργήσει κρούστα στα επιφανειακά στρώματα. Οι **Birkas et al. (2002)** σύγκριναν την συμβολή της κατεργασίας με δισκοσβάρνα σε σχέση με το συνδυασμό αρχικά υπεδαφοκαλλιέργειας και έπειτα δισκοσβάρνας. Στο σύνολο των παρατηρήσεων για τα πέντε έτη πειραματισμού όσον αφορά την ξηρή φαινομενική πυκνότητα και την αντίσταση στην διείσδυση παρουσίασαν εμφανώς μεγαλύτερη συμπίεση στο σύστημα εφαρμογής μόνο της δισκοσβάρνας σε σχέση με το συνδυασμό υπεδαφοκαλλιέργειας και δισκοσβάρνας (Γράφημα 11).



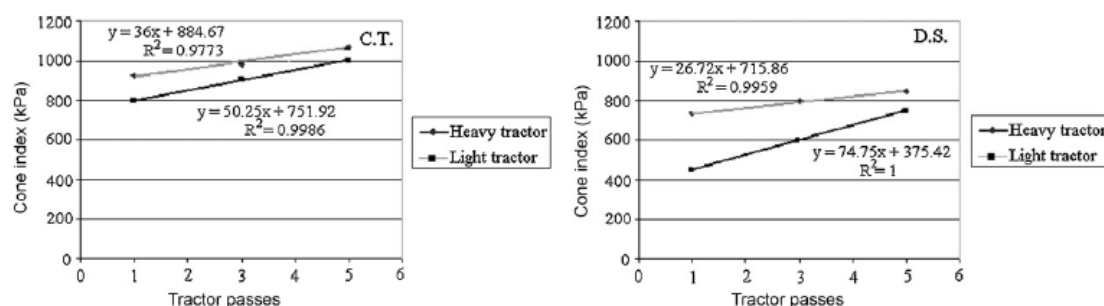
Γράφημα 11: Έκφραση της συμπίεσης είτε ως φαινομενική πυκνότητα του εδάφους είτε ως αντίσταση στην διείσδυση παρουσία δισκοσβάρνας (D) ή συνδυασμού υπεδαφοκαλλιέργειας και δισκοσβάρνας (L+D) (Birkas et al., 2002).

Οι **Licht and Al-Kaisy (2005)** σύγκριναν την συμβολή κατεργασίας σε λωρίδες, της ακαλλιέργειας και της κατεργασίας με καλλιεργητή στην συμπίεση του εδάφους. Σε βάθη 0-20 cm η κατεργασία σε λωρίδες έδειξε παρόμοια αντίσταση στην διείσδυση σε σχέση με την ακαλλιέργεια και αρκετά μεγαλύτερη από την κατεργασία με καλλιεργητή. Αντίθετα όμως σε βαθύτερα στρώματα η κατεργασία σε λωρίδες επέδειξε μικρότερη αντίσταση σε διείσδυση σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας. Όμοια και οι **Raper et al. (1998)** συγκρίνοντας διάφορες μεθόδους κατεργασίας αναφέρουν ότι οι καλύτερες συνθήκες για το έδαφος προκύπτουν από σύστημα κατεργασίας σε λωρίδες καθώς το σύστημα παρουσίασε την χαμηλότερη αντίσταση στην διείσδυση και το χαμηλότερο φαινόμενο ειδικό βάρος εδάφους στα σημεία των λωρίδων που έγινε κατεργασία. Το πλεονέκτημα των συστημάτων κατεργασίας σε λωρίδες είναι ότι μπορεί να συνδυάζουν σειρά εργαλείων όπου στην αρχή για παράδειγμα να παρουσιάζουν υνιά κατεργασίας σε βάθος (συνδυασμό υνιών για να μειώνεται το κρίσιμο βάθος) ώστε να πραγματοποιήσαν μέρος πρωτογενής και έπειτα φρέζα που αναλαμβάνει την δευτερογενή επιφανειακή κατεργασία. Σε αυτές τις περιπτώσεις ίσως η εφαρμογή μειωμένων συστημάτων κατεργασίας ή ακόμα και ακαλλιέργειας ίσως είναι ευεργετικές μέσω της προσθήκης της οργανικής ουσίας παρέχοντας ένα πιο σταθερό σε δομή υπόστρωμα. Χαρακτηριστικά, οι **Thomas et al. (1996)** παρατήρησαν ότι η εφαρμογή ακαλλιέργειας παρουσίασε χαμηλότερο βαθμό συμπίεσης σε σχέση με συνεχόμενες εφαρμογές συμβατικής κατεργασίας καθώς παρουσίασε αρκετά χαμηλότερη ξηρή φαινομενική πυκνότητα ενώ επιπλέον είχε ιδανικότερη διείσδυση ριζικού συστήματος. Βέβαια, στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι η παρουσία συμπιεσμένου εδάφους και ακαλλιέργειας κατά τα πρώτα έτη εφαρμογής πιθανόν να παρουσιάζεται ιδιαίτερα χαμηλή αποδοτικότητα καλλιεργειών ωστόσο μακροχρόνια η παρουσία της οργανικής ουσίας θα δράσει ιδανικά για την μείωση της συμπίεσης και έτσι η καλλιέργεια θα ανακάμψει (**PennState University, 2004**). Την ίδια παρατήρηση κάνουν και οι **Murdock and James (2008)** καθώς με πειραματισμό 4 ετών παρατήρησαν ότι κατά τα πρώτα έτη εφαρμογής της ακαλλιέργειας σε συμπιεσμένα εδάφη η εικόνα ήταν ιδιαίτερα απογοητευτική από άποψη αποδόσεων τόσο για το καλαμπόκι όσο και για την σόγια, ωστόσο τα επόμενα έτη τα αποτελέσματα με την εφαρμογή της ακαλλιέργειας ήταν πολύ πιο ενθαρρυντικά. Μάλιστα, στην περίπτωση της σόγιας η εφαρμογή της ακαλλιέργειας σε συμπιεσμένες συνθήκες επέφερε εν τέλει μεγαλύτερες αποδόσεις σε σχέση με την εφαρμογή συμβατικής κατεργασίας με άροτρο (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Επίδραση κατεργασίας στη παραγωγή (σε συμπίεσμένα εδάφη).

Κατεργασία	Αποδόσεις(bu/ac)- Καλαμπόκι				Αποδόσεις(bu/ac)- Σόγια		
	1997	1999	2000	2002	1998	2001	2003
Ακαλλιέργεια	1,8	158,6	109,0	115,9	35,8	76,1	35,7
Συμβατική	75,6	147,8	114,3	102,6	31,2	81,5	49,1

Οι Botta et al. (2004) παρατήρησαν την συμπεριφορά και την αντίδραση ενός αγρού που καλλιεργούνταν επί δέκα έτη με ακαλλιέργεια σε σχέση με αγρό που καλλιεργούνταν συμβατικά. Αξιολόγησαν δύο βάρη γεωργικού ελκυστήρα (έναν ελαφρύ και ένα βαρύ) και πέντε ως δέκα διελεύσεις του εξοπλισμού. Σε κάθε περίπτωση αξιολόγησης ο αγρός που εφαρμόζονταν ακαλλιέργεια παρουσίασε σε χαμηλότερο βαθμό το φαινόμενο της συμπίεσης σε σχέση με το αγρό που καλλιεργούνταν συμβατικά (Γράφημα 12)



Γράφημα 12: Σύγκριση αγρού που καλλιεργούνταν συμβατικά (αριστερά) με αγρό που εφαρμόζονταν ακαλλιέργεια όσον αφορά τον παράγοντα συμπίεση εκφραζόμενος με την παράμετρο της αντίστασης στην διεύθυνση (Cone Index) (Botta et al., 2004).

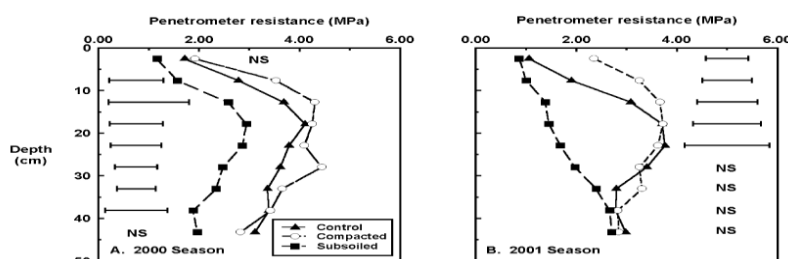
Αξίζει να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο ότι σε διάφορες έρευνες οι εφαρμογές ακαλλιέργειας παρουσιάζουν άμεσα θετικά αποτελέσματα στην συμπεριφορά του εδάφους (πχ συμπίεση) και στην αποδοτικότητα των καλλιεργειών ενώ σε άλλες σε βάθος χρόνου ή ακόμα και ποτέ. Οποσδήποτε οι εδαφοκλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής πειράματος αλλά και οι καλλιεργείες εφαρμογής παίζουν το ρόλο τους για την έκφραση διαφορετικών αποτελεσμάτων αλλά είναι ένα ακόμα στοιχείο που οφείλουμε να τονίσουμε. Το στοιχείο αυτό έχει να κάνει με την εγκατάσταση του πειράματος στον αγρό ή στο εργαστήριο. Σε πολλές από τις έρευνες

που διεξάγονται πραγματοποιούνται στο αγρό ενώ άλλες ακόμα και σε γλαστράκια με σπορά με το χέρι. Σε κάθε περίπτωση τέτοιες εφαρμογές σε εργαστήριο δεν ανταποκρίνονται σε πρακτικές συνθήκες και τα πορίσματα τους δεν μπορούν να είναι άμεσα αξιοποιήσιμα στην πράξη. Είναι υποχρέωση των ερευνητών που εκτελούν πειράματα ακαλλιέργειας και γενικά κατεργασιών στο εργαστήριο να το κάνουν ξεκάθαρο στα υλικά και μεθόδους για να μην αποπροσανατολίζουν τον αναγνώστη.

Οι **Chamen et al. (1992)** σύγκριναν την εφαρμογή αρότρου, της ακαλλιέργειας, του βαρύ καλλιεργητή (στα 25 cm) και συνδυασμό αρότρου με βαρύ καλλιεργητή ανά τακτά διαστήματα σε εδαφικούς παραμέτρους όπως το πορώδες και την αντίσταση στην διείσδυση. Η εφαρμογή της συμβατικής κατεργασίας παρουσίασε το χαμηλότερο πορώδες εδάφους στο τέλος της περιόδου ενώ το ιδανικότερο σύστημα για την ανακούφιση του εδάφους ήταν η εφαρμογή βαρύ καλλιεργητή στα 25 cm. Η εφαρμογή καλλιεργητή ανά τακτά διαστήματα διαμόρφωσε καλύτερη κατάσταση υποστρώματος για την περίπτωση του αρότρου αλλά και πάλι το συνδυαστικό σύστημα υπολειπόταν σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα κατεργασίας. Όσον αφορά τις αποδόσεις σε σπόρο ωστόσο υπήρχαν περιπτώσεις όπου η εφαρμογή της συμβατικής κατεργασίας υπέρηχε ενώ άλλες όπου υπέρηχε η βαθιά κατεργασία με καλλιεργητή. Το φαινόμενο αυτό ερμηνεύεται προφανώς από την κατάσταση αρχικής συμπίεσης του αγρού κάθε φορά αλλά ίσως και από την πιθανή παρουσία ζιζανίων στην περίπτωση του βαρύ καλλιεργητή κυρίως καθώς η συμβατική κατεργασία είναι πιο αποτελεσματική μέθοδος ενάντια στα ζιζάνια. Ακόμα, πέρα από την συμβολή στην ανακούφιση της συμπίεσης η ομάδα ερευνητών προσθέτει ότι η εφαρμογή βαθιάς κατεργασίας με καλλιεργητή ενδέχεται να παρουσιάσει χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Εν τέλει προτείνουν ότι ο συνδυασμός περιορισμένης πίεσης λειτουργίας ελαστικών (ως 84 kPa) με βαθιά κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή επιφέρει μείωση στην κατανάλωση ενέργειας κατά 8% σε σχέση με την συμβατική κατεργασία με άροτρο. Έτσι, επιβεβαιώνεται για άλλη μια φορά ότι η ορθή εφαρμογή συστημάτων κατεργασίας όχι μόνο μπορεί να ανακουφίσουν από το φαινόμενο της συμπίεσης αλλά μπορούν να έχουν και άλλα οφέλη.

Με την υπεδαφοκαλλιέργεια αναφέρεται ότι είναι δυνατόν να περιοριστεί η συμπίεση στο βάθος αρόσεως ενώ πρέπει να περιορίζεται η εφαρμογή σε συνθήκες συμπίεσης ειδικά ενδέχεται να υπάρχουν επιπτώσεις στις αποδόσεις. Σύμφωνα με

τους **Hughes et al. (2001)** σε πειράματα εφαρμογής υπεδαφοκαλλιέργειας οι αποδόσεις σόγιας και καλαμποκιού ήταν περιορισμένες σε σύγκριση με συμβατική κατεργασία. Ακόμα, σε συνθήκες υψηλής υγρασίας η εφαρμογή του συστήματος δεν αποδείχτηκε αποτελεσματική για τον σκοπό του ενώ συνεχείς εφαρμογές ενδέχεται να καταστρέψουν το μακροπορώδες και εν τέλει να επηρεάζουν την αποστράγγιση του εδάφους. Ωστόσο, προστίθεται ότι η διέλευση του γεωργικού ελκυστήρα έπειτα από την εφαρμογή συστήματος υπεδαφοκαλλιέργειας ενδέχεται να επαναφέρει σε υψηλό βαθμό έστω και επιφανειακή συμπίεση. Συμπερασματικά, η εφαρμογή του συστήματος προτείνεται όταν υπάρχει φανερό πρόβλημα συμπίεσης όπως αναφέρουν οι **Mohamed et al. (2001)** καθώς τότε σπάει τον αδιαπέραστο ορίζοντα που έχει δημιουργηθεί και έτσι επωφελείται η ανάπτυξη της ρίζας και η καλύτερη αξιοποίηση της υγρασίας και των θρεπτικών από το έδαφος. Οι **Motavalli et al. (2003)** εξέτασαν την συμπεριφορά της υπεδαφοκαλλιέργειας σε ήδη συμπιεσμένα εδάφη σε καλλιέργεια καλαμποκιού και παρατήρησαν ακόμα και στατιστικά χαμηλότερη αντίσταση στην διείσδυση μετά την εφαρμογή της κατεργασίας. Εν τέλει κατέληξαν με την εφαρμογή του συστήματος σε υψηλότερη απόδοση σπόρου, σε καλύτερη αξιοποίηση της υγρασίας καθώς και σε καλύτερη απορρόφηση αζώτου (Γράφημα 13).



Γράφημα 13: Εφαρμογή υπεδαφοκαλλιέργειας και αντίσταση στην διείσδυση του εδάφους πριν και μετά σε συμπιεσμένο έδαφος και σε μάρτυρα (Motavalli et al., 2003).

2.4. Συσχέτιση Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας με εδαφικούς παραμέτρους

Παρόλο που ο σκοπός της παρούσας εργασίας δεν σχετίζεται άμεσα με θέματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι απαραίτητο να εισάγουμε κάποια σύντομα βιβλιογραφικά στοιχεία που αφορούν την συσχέτιση της με τα στοιχεία του εδάφους καθώς κατά την διάρκεια των παρατηρήσεων θα γίνουν και μετρήσεις με το EM-38. Επομένως πιθανή εξέλιξη ή εναλλαγή της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής θα μας προκαλέσουν να αναζητήσουμε και περαιτέρω έμμεσες σχέσεις με τις παραμέτρους συσχέτισης της φαινομενικής

ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Συγκεντρωτικά γνωρίζοντας την ηλεκτρική αγωγιμότητα μπορούμε να έχουμε μια εκτίμηση της πορείας :

- Συγκέντρωσης των αλάτων, ανάλογη πορεία με ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Το πορώδες του εδάφους, ανάλογη πορεία με ηλεκτρική αγωγιμότητα **(Grisso, 2009)**.
- Θερμοκρασία του εδάφους, πορεία ανάλογη με ηλεκτρική αγωγιμότητα **(Revil et al, 1998)**.
- Υφή εδάφους, πορεία ανάλογη της συγκέντρωσης σε άργιλο σε σχέση με την ηλεκτρική αγωγιμότητα **(Sudduth et al., 2005)**.
- Την οργανική ουσία, έμμεση εκτίμηση με βάση την πορεία πχ του πορώδους ή στοιχείων όπως το Ca **(Banton et al., 1997)**.
- Οξύτητας του εδάφους (pH), πορεία ανάλογη ή αντιστρόφως ανάλογη με την ηλεκτρική αγωγιμότητα ανάλογα την συγκέντρωση των ιόντων. Ωστόσο λόγω του μικρού συντελεστή συσχέτισης δεν παρουσιάζεται τόσο ασφαλής αυτή η εκτίμηση. **(Li et al., 2007 and Chaudari et al., 2012)**
- Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, ανάλογη πορεία με ηλεκτρική αγωγιμότητα **(Sudduth et al., 2005)**.
- Περιεκτικότητα σε νερό στο έδαφος, πορεία ανάλογη με ηλεκτρική αγωγιμότητα καθώς το νερό είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού **(Morgan et al., 2000)**.

3. Υλικά και Μέθοδοι

3.1.Σύντομη περιγραφή μελέτης κατεργασιών στις ενεργειακές καλλιέργειες

Στην παρούσα εργασία αξιολογείται κατά κύριο η επίδραση πέντε μεθόδων κατεργασίας σε πέντε καλλιέργειες (χειμερινές και εαρινές) με σκοπό την παραγωγή βιομάζας και σπόρου σε δύο πειραματικούς αγρούς. Συγκεκριμένα οι εφαρμογές κατεργασίας είναι η συμβατική κατεργασία (Σ), η κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή (BK), με περιστροφικό καλλιεργητή (ΠΚ), η εφαρμογή δισκοσβάρνας (Δ) και τέλος η ακαλλιέργεια (Α). Μας ενδιαφέρει πως επιδρούν οι μειωμένες κατεργασίες και η ακαλλιέργεια σε σχέση με το συμβατική κατεργασία. Στις περιπτώσεις των

σκαλιστικών καλλιεργειών αντί του συστήματος με δισκοσβάρνα γίνεται η εφαρμογή μηχανήματος που κατεργάζεται τον αγρό σε λωρίδες (strip tillage, ST). Οι καλλιεργείες κατά την χειμερινή περίοδο που εξετάζονται οι κατεργασίες είναι η συγκαλλιέργεια βίκου με βρώμη, συγκαλλιέργεια μπιζελιού με τριτικάλε και η ελαιοκράμβη με εγκατάσταση σε δύο πειραματικούς αγρούς. Αντίστοιχα την εαρινή περίοδο εξετάζονται ο ηλιάνθος και το ινώδες σόργο σε έναν πειραματικό αγρό. Κατά την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών για την σωστή αξιολόγηση τόσο των κατεργασιών όσο και της δυναμικής των καλλιεργειών γίνονται συγκεκριμένες παρατηρήσεις. Αρχικά παρατηρείται η εξέλιξη του φυτρώματος (όπου είναι εφικτό) και το τελικό φύτευμα, πραγματοποιείται μέτρηση της έντασης βλαστικότητας (δείκτης NDVI), ορισμένη εξέλιξη σε μορφολογικά χαρακτηριστικά (όπως εξέλιξη φύλλων), ανά τακτά διαστήματα η αντίσταση στην διεύδυση με διεύδυσιόμετρο, η συμπεριφορά της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους με το EM-38, οργανική ουσία με εδαφικά δείγματα στο εργαστήριο και τέλος όπως είναι λογικό οι αποδόσεις των καλλιεργειών στα πέντε συστήματα κατεργασίας. Τέλος, όλα τα αποτελέσματα των μετρήσεων επεξεργάζονται και αναλύονται στατιστικά και την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

3.2. Κατεργασίες εδάφους

- I. Η **συμβατική κατεργασία (Σ)** περιλαμβάνει όργωμα με άροτρο σε βάθος 25-30 cm και προετοιμασία της σποροκλίνης με δισκοσβάρνα ή ελαφρύ καλλιεργητή.
- II. Με το **βαρύ καλλιεργητή (BK)** εφαρμόζεται η πρωτογενής κατεργασία με ένα πέρασμα σε βάθος 20-25 cm. Η προετοιμασία της σποροκλίνης ολοκληρώνεται με δισκοσβάρνα ή ελαφρύ καλλιεργητή σύμφωνα με τις ανάγκες.
- III. Η εφαρμογή **περιστροφικού καλλιεργητή (ΠΚ)** Συνήθως γίνεται ένα μόνο πέρασμα με περιστροφικό καλλιεργητή σε βάθος 12-15 cm. Αν μεσολαβεί μεγάλο διάστημα μέχρι τη σπορά, δύναται να χρησιμοποιηθεί και δισκοσβάρνα για καταστροφή των ζιζανίων.
- IV. Η **κατεργασία σε λωρίδες (ST)** έγινε με χρήση ενός σύνθετου μηχανήματος που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας του Π.Θ. Το μηχάνημα αυτό κατεργάζεται λωρίδες εδάφους πλάτους 30 cm και σε βάθος 25 cm αξιοποιώντας ένα συνδυασμό αβαθών και βαθέων υνιών ακολουθούμενων από στελέχη φρέζας για ταυτόχρονη προετοιμασία της σποροκλίνης. Αρχικά τα αβαθή υνιά μειώνουν το κρίσιμο βάθος ώστε εν συνεχεία

το βαθιά υνιά να κατεργαστούν σε βάθος το έδαφος και η φρέζα τέλος διαμορφώνει την σποροκλίνη (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Μηχάνημα κατεργασιών σε λωρίδες όπως σχεδιάστηκε από το Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας του Π.Θ. με συνδυασμό εργαλείων.

- V. Όπως προαναφέραμε επειδή το σύστημα κατεργασιών σε λωρίδες εφαρμόζεται στις σκαλιστικές καλλιέργειες ενώ στις χειμερινές γίνεται κατεργασία με **δισκοσβάρνα (Δ)**. Τότε η προετοιμασία της σποροκλίνης γίνεται με αβαθή κατεργασία σε όλη την επιφάνεια με χρήση μόνο δισκοσβάρνας.
- VI. Η **ακαλλιέργεια (Α)** πραγματοποιήθηκε με απ' ευθείας σπορά στην ακατέργαστη επιφάνεια με σπαρτικές μηχανές. Κατά την χειμερινή περίοδο η σπορά έγινε με συμβατική μηχανή σιτηρών ενώ κατά την εαρινή περίοδο η σπορά πραγματοποιήθηκε με ειδική πνευματική σπαρτική μηχανή σκαλιστικών καλλιεργειών για εφαρμογές ακαλλιέργειας.

3.3.Πειραματικός αγρός

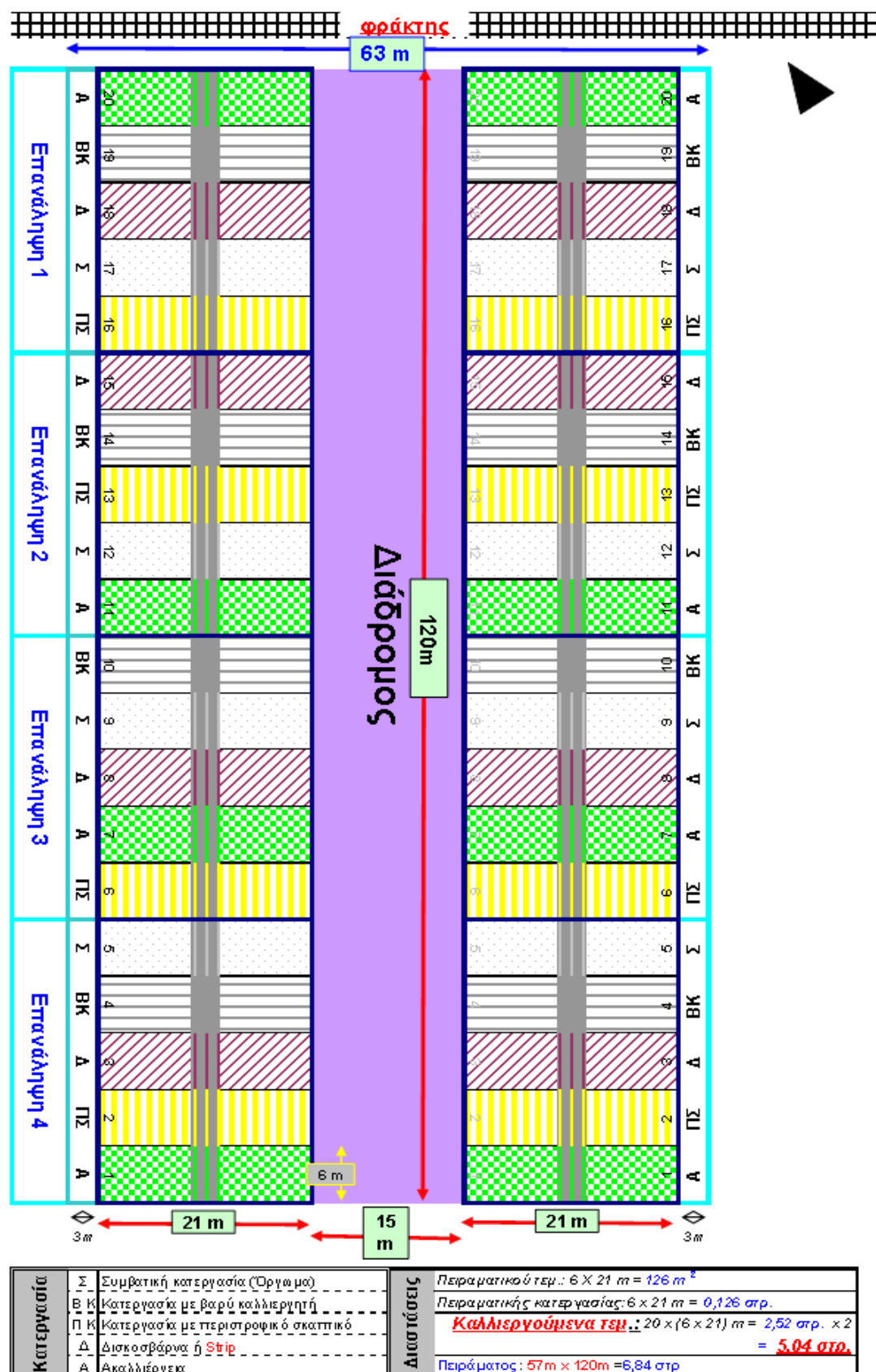
Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε δύο πειραματικούς αγρούς του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο έκτασης 5,3 και 6,8 στρεμμάτων. Ο ένας είναι αρδευόμενος και ο άλλος ξηρικός. Όπως είναι αναμενόμενο οι χειμερινές καλλιέργειες εγκαταστάθηκαν και στους δύο αγρούς ενώ οι εαρινές μόνο στον αρδευόμενο. Ο ένας αγρός είναι εντός των κεντρικών εγκαταστάσεων του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ενώ ο άλλος σε κτήματα του ιδρύματος εκτός των κεντρικών εγκαταστάσεων.

Σε κάθε πειραματικό αγρό χωρίστηκαν από 40 πειραματικά τεμάχια. Συγκεκριμένα χωρίστηκαν δύο εικοσάδες από πειραματικά τεμάχια και ενδιάμεσα τους παρεμβάλλεται διάδρομος. Αυτό έγινε για να αξιολογηθούν οι πέντε κατεργασίες σε δύο μελέτες περιπτώσεων καλλιεργειών, μια σε κάθε εικοσάδα

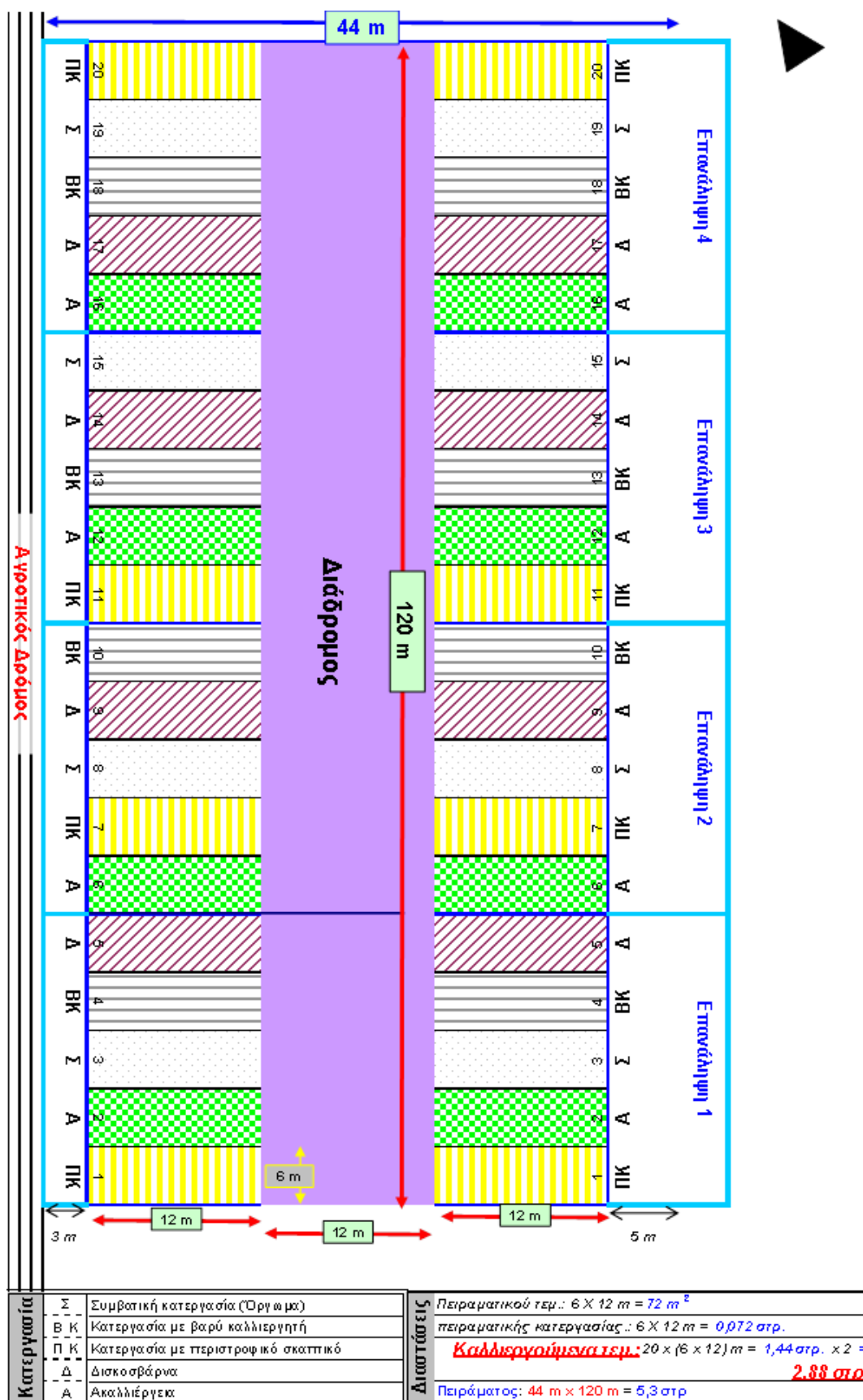
πειραματικών τεμαχίων. Έτσι λαμβάνοντας υπόψη ότι σε 20 πειραματικά τεμάχια κάθε φορά θα αξιολογείται η επίδραση πέντε κατεργασιών σε μια καλλιέργεια τότε κατανοούμε ότι ο αριθμός των επαναλήψεων είναι τέσσερις (5x4).

Για να είμαστε ακριβείς αρχικά στην Εικόνα 7 παρουσιάζεται ο ένας πειραματικός αγρός, ο αρδευόμενος, με διαστάσεις συνολικής έκτασης 6,8 στρέμματα. Κάθε πειραματικό τεμάχιο έχει έκταση 126 m² (6 x 21 m) ενώ ο διάδρομος έχει έκταση 1,8 στρέμματα (15 x 120 m). Όπως γίνεται αντιληπτό το πειραματικό σχέδιο είναι τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων καθώς σε κάθε ομάδα επανάληψης είναι μια φορά κάθε κατεργασία εφαρμογής. Το σχέδιο αυτό πέρα ότι είναι απλό σε εφαρμογή ενώ περιορίζει εν μέρη και το πειραματικό σφάλμα λόγω ελέγχου συγχρητικών παραγόντων (random factor) που επηρεάζουν την παραλλακτικότητα (πχ παραλλακτικότητα υγρασίας εδάφους, κλίσης κτλ) και παρουσιάζονται κατά μήκος του πειραματικού αγρού. Γίνεται ουσιαστικά καθορισμένη μελέτη επίδρασης κύριων παραγόντων (κατεργασιών) σε τέσσερις ομάδες επαναλήψεων. Στο συγκεκριμένο αγρό στην μια εικοσάδα πειραματικών τεμαχίων κατά την χειμερινή περίοδο αξιολογήθηκε συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης ενώ στην άλλη συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε. Αντίστοιχα στην εαρινή περίοδο καλλιέργειες ινώδες σόργου και ηλίανθου.

Αντίστοιχα στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται ο ξηρικός πειραματικός αγρός συνολικής έκτασης 5,3 στρεμμάτων. Στην περίπτωση αυτή τα πειραματικά τεμάχια ήταν μικρότερα και είχαν έκταση 72 m² (6x12 m) και διάδρομο 1,44 στρέμματα. Όπως γίνεται αντιληπτό και εδώ το πειραματικό σχέδιο είναι τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων καθώς σε κάθε ομάδα επανάληψης είναι μια φορά κάθε κατεργασία εφαρμογής. Παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα του σχεδίου όπως και στον άλλον πειραματικό αγρό. Ως ξηρικός αγρός καλλιεργήθηκε μόνο την χειμερινή περίοδο με συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε στην μια εικοσάδα πειραματικών τεμαχίων και ελαιοκράμβη στην άλλη.



Εικόνα 7: Ο αρδευόμενος πειραματικός αγρός εντός του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και η διαστασιολόγηση του.



Εικόνα 8: Ο ξηρικός πειραματικός αγρός του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και η διαστασιολόγηση του.

3.4.Ενεργειακές καλλιεργείες

3.4.1. Χειμερινή περίοδο

3.4.1.1.Καλλιεργητική πρακτική στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης

Στην περίπτωση συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης στον έναν πειραματικό αγρό αρχικά οι κατεργασίες του εδάφους έγιναν στο διάστημα 9 με 12/11/2012. Συγκεκριμένα, στη συμβατική κατεργασία έγινε όργωμα σε βάθος 25cm, δύο περάσματα με μέσο καλλιεργητή και δύο περάσματα με δισκοσβάρνα. Στη εφαρμογή με βαρύ καλλιεργητή έγινε ένα πέρασμα με βαρύ καλλιεργητή σε βάθος 18 cm και ένα πέρασμα με δισκοσβάρνα. Στη μεταχείριση με περιστροφικό καλλιεργητή έγινε πέρασμα με περιστροφικό καλλιεργητή στα 15 cm. Στην κατεργασία με δισκοσβάρνα έγιναν τρία περάσματα με δισκοσβάρνα σε βάθος 8cm. Τέλος, στην ακαλλιέργεια δεν έγινε καμία επέμβαση και τα ζιζάνια καταστράφηκαν με εφαρμογή 250 g/στρ του σκευάσματος REGLONE (diquat) αμέσως μετά τη σπορά.

Αναφορικά με την καλλιεργητική φροντίδα πραγματοποιήθηκε λίπανση μαζί με τη σπορά με προσθήκη 3,1 μονάδων αζώτου στο στρέμμα και από 4,2 μονάδες φωσφόρου και καλίου. Φυτοπροστατευτικά προϊόντα άλλα δεν χρειάστηκε να εφαρμοστούν.

Εν τέλει η σπορά του μείγματος έγινε στις 15/11/12 με μια συμβατική σπαρτική μηχανή σιτηρών και μικρών σπόρων με δίσκους. Η κάθε καλλιέργεια σπάρθηκε ξεχωριστά, έγιναν δηλαδή δύο περάσματα στο χωράφι. Για το βίκο χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία ΠΗΓΑΣΟΣ σε ποσότητα 14 kg σπόρου ανά στρέμμα ενώ για τη βρώμη η ποικιλία ΠΑΛΗΝΗ σε ποσότητα 9 kg/στρ.

3.4.1.2.Καλλιεργητική πρακτική στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε

Όσον αφορά το μείγμα μπιζελιού και τριτικάλε η προετοιμασία του εδάφους έγινε στο διάστημα 9 ως 12/11/2012. Συγκεκριμένα, στη συμβατική κατεργασία έγινε όργωμα σε βάθος 25 cm, δύο περάσματα με μέσο καλλιεργητή και δύο περάσματα με δισκοσβάρνα. Στη εφαρμογή με βαρύ καλλιεργητή έγινε ένα πέρασμα με βαρύ καλλιεργητή σε βάθος 18 cm και ένα πέρασμα με δισκοσβάρνα. Στη κατεργασία με περιστροφικό καλλιεργητή έγινε ένα πέρασμα με περιστροφικό καλλιεργητή στα 15 cm. Στη μεταχείριση δισκοσβάρνας έγιναν τρία περάσματα με δισκοσβάρνα σε βάθος 8cm. Τέλος, όμοια και εδώ στην ακαλλιέργεια δεν έγινε καμία επέμβαση και τα

ζιζάνια καταστράφηκαν με εφαρμογή 250 g/στρ του σκευάσματος REGLONE (diquat) αμέσως μετά τη σπορά.

Η λίπανση στο μείγμα αυτό έγινε μαζί με τη σπορά με προσθήκη 3,1 μονάδων αζώτου στο στρέμμα και από 4,2 μονάδες φωσφόρου και καλίου.

Τέλος, η σπορά του μείγματος έγινε στις 26/11/12 με τη σπαρτική μηχανή σιτηρών και μικρών σπόρων με δίσκους. Οι καλλιέργειες σπάρθηκαν ξεχωριστά, και για το μπιζέλι χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία ΔΩΔΩΝΗ σε ποσότητα 14 kg σπόρου ανά στρέμμα ενώ για το τριτικάλε η ποικιλία BPONTH σε ποσότητα 9 kg/στρ.

3.4.1.3. Καλλιεργητική πρακτική στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε

Όμοια με τα προηγούμενα η κατεργασία του εδάφους έγινε το διάστημα από 9 ως 12/11/2012. Στη συμβατική κατεργασία πραγματοποιήθηκε όργωμα σε βάθος 25cm, δύο περάσματα με μέσο καλλιεργητή και δύο περάσματα με δισκοσβάρνα. Στην περίπτωση του βαρύ καλλιεργητή έγιναν δύο περάσματα με βαρύ καλλιεργητή σε βάθος 20 cm και ένα πέραςμα με δισκοσβάρνα ενώ στην μεταχείριση με περιστροφικό έγινε ένα πέραςμα με περιστροφικό καλλιεργητή σε βάθος 15 cm. Η κατεργασία του εδάφους με δισκοσβάρνα έγινε με 3 περάσματα με δισκοσβάρνα σε βάθος περίπου 8 cm. Τέλος, στην μέθοδο της ακαλλιέργειας δεν έγινε καμία επέμβαση και τα ζιζάνια που υπήρχαν καταστράφηκαν με εφαρμογή του σκευάσματος REGLONE (diquat) δύο ημέρες μετά τη σπορά.

Για την λίπανση έγινε προσθήκη 3,1 μονάδων αζώτου και από 4,2 μονάδες φωσφόρου και καλίου με το σκεύασμα 11-15-15. Φυτοπροστατευτικές εφαρμογές δεν έγιναν άλλες πέρα από την ζιζανιοκτονία στην ακαλλιέργεια.

Εν τέλει, η σπορά του μείγματος έγινε στις 20/11/12 με σπαρτική μηχανή σιτηρών και μικρών σπόρων μηχανικού τύπου με δίσκους. Πρώτα σπάρθηκε το τριτικάλε σε ποσότητα 9 kg/στρ και στη συνέχεια το μπιζέλι σε ποσότητα 14 kg/στρ. Για το τριτικάλε χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία BPONTH και για το μπιζέλι η ποικιλία ΔΩΔΩΝΗ.

3.4.1.4. Καλλιεργητική πρακτική στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης

Η κατεργασία του εδάφους έγινε και πάλι στο διάστημα από 9-12/11/2012 και για την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης. Οι κατεργασίες του εδάφους ήταν όμοιες με

τα προηγούμενα συστήματα καλλιεργειών. Στη συμβατική κατεργασία πραγματοποιήθηκε όργωμα σε βάθος 25cm, δύο περάσματα με μέσο καλλιεργητή και δύο περάσματα με δισκοσβάρνα. Στον βαρύ καλλιεργητή έγιναν δύο περάσματα με βαρύ καλλιεργητή σε βάθος 20 cm και ένα πέρασμα με δισκοσβάρνα και στον περιστροφικό έγινε ένα πέρασμα με περιστροφικό καλλιεργητή σε βάθος 15 cm. Η τέταρτη μέθοδος ήταν μειωμένη κατεργασία με 3 περάσματα με δισκοσβάρνα (βάθος περίπου 8 cm). Τέλος, στην ακαλλιέργεια δεν έγινε κάποια επέμβαση και τα ζιζάνια καταστράφηκαν με εφαρμογή του σκευάσματος REGLONE (diquat) αμέσως μετά τη σπορά.

Όσον αφορά την λίπανση έγινε προσθήκη 3,3 μονάδων αζώτου και από 4,5 μονάδων φωσφόρου και καλίου με το σκεύασμα 11-15-15. Φυτοπροστατευτικές εφαρμογές δεν έγιναν άλλες πέρα από την ζιζανιοκτονία στην ακαλλιέργεια.

Τέλος η σπορά της ελαιοκράμβης έγινε στις 29/11/12 με σπαρτική μηχανή σιτηρών και μικρών σπόρων μηχανικού τύπου με δίσκους. Σπάρθηκαν περίπου 70.000 σπόροι/στρ από την ποικιλία PR44W29.

3.4.2. Εαρινή περίοδο

3.4.2.1. Καλλιεργητική πρακτική στην καλλιέργεια ηλίανθου

Η κατεργασία του εδάφους στην περίπτωση του ηλίανθου έγινε στις 04/06/2013 στα πειραματικά τεμάχια της συμβατικής κατεργασίας, του βαρύ καλλιεργητή και του περιστροφικού καλλιεργητή, ενώ η κατεργασία με strip έγινε στις 05/06/2013. Στη συμβατική κατεργασία πραγματοποιήθηκε όργωμα σε βάθος 28 cm, ένα πέρασμα με βαρύ καλλιεργητή, τρία περάσματα με δισκοσβάρνα και ένα πέρασμα με περιστροφικό καλλιεργητή. Στη μειωμένη κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή έγινε ένα πέρασμα με βαρύ καλλιεργητή σε βάθος 20 cm και τρία περάσματα με δισκοσβάρνα ενώ με περιστροφικό έγινε πέρασμα με δισκοσβάρνα για καταστροφή της καλαμιάς και στη συνέχεια ένα πέρασμα με περιστροφικό καλλιεργητή σε βάθος 14 cm. Στη μέθοδο της κατεργασίας σε λωρίδες έγινε και πάλι ένα αρχικό πέρασμα με δισκοσβάρνα για κόψιμο της καλαμιάς και στη συνέχεια κατεργασία με το σύνθετο μηχάνημα γραμμικής κατεργασίας που κατασκευάστηκε από το εργαστήριο. Κατεργάστηκαν λωρίδες πλάτους 30 cm σε αποστάσεις 75 cm. και σε βάθος 35 cm. Στην μέθοδο της ακαλλιέργειας δεν έγινε καμία επέμβαση.

Έπειτα ακολούθησε η επί μέρους λίπανση των πειραματικών τεμαχίων με ποσότητα λιπάνσεως 16,2 kg/στρ αζώτου 3,4 Kg/στρ φωσφόρου και 5,4 Kg/στρ καλίου. Στις φυτοπροστατευτικές εφαρμογές στις 2/7/13, στην μέθοδο της ακαλλιέργειας χρειάστηκε να γίνει εντοπισμένος ψεκασμός μεταξύ των γραμμών της καλλιέργειας με το σκεύασμα ROUNDAP (glyphosate) για καταπολέμηση των ζιζανίων. Η επέμβαση δεν κρίθηκε απαραίτητη για τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ενώ στις 12/7/13 έγινε ένα σκάλισμα με το χέρι σε όλες τις μεταχειρίσεις. Επίσης, για το φύτευμα της καλλιέργειας χρειάστηκε να γίνουν δύο σύντομα ποτίσματα (με 18 & 20 m³ νερού ανά στρέμμα) με την χρήση ενός αυτοκινούμενου αρδευτή (καρούλι). Κατά τη διάρκεια της υπόλοιπης καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν ακόμη 6 ποτίσματα επίσης με αυτοκινούμενο αρδευτή. Συνολικά στη καλλιέργεια εφαρμόστηκαν 365 m³ νερού ανά στρέμμα.

Τέλος, η σπορά του ηλίανθου έγινε στις 05/06/2013. Χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία PR64LE29 η οποία σπάρθηκε με μία τετράσειρη πνευματική μηχανή σκαλιστικών καλλιεργειών. Η καλλιέργεια σπάρθηκε σε γραμμές πλάτους 75cm και αποστάσεις των σπόρων πάνω στη γραμμή 16,8 cm (7900 σπόροι/στρέμμα).

3.4.2.2. Καλλιεργητική πρακτική στην καλλιέργεια ινώδες σόργου

Η κατεργασία του εδάφους έγινε στις 04/06/2013 στα πειραματικά τεμάχια της συμβατικής κατεργασίας, του βαρύ καλλιεργητή και του περιστροφικού καλλιεργητή, ενώ η κατεργασία με strip έγινε στις 05/06/2013. Η διαφοροποίηση έγινε ανάλογα με τις μεταχειρίσεις. Στη συμβατική κατεργασία έγινε όργωμα σε βάθος 28 cm και δυο περάσματα με δισκοσβάρνα. Στη κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή έγινε πέρασμα με βαρύ καλλιεργητή σε βάθος 18 cm και ένα πέρασμα με δισκοσβάρνα ενώ σε εκείνη με περιστροφικό έγινε πέρασμα με περιστροφικό καλλιεργητή στα 15 cm και ένα πέρασμα με δισκοσβάρνα. Στη κατεργασία σε λωρίδες έγινε επέμβαση με το σύνθετο μηχανήμα γραμμικής κατεργασίας που κατασκευάστηκε από το εργαστήριο, σε λωρίδες πλάτους 30 cm και σε απόσταση μεταξύ τους 75 cm. Το βάθος κατεργασίας ήταν στα 35 cm. Στην μέθοδο της ακαλλιέργειας δεν έγινε καμία επέμβαση. Ακόμα, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 6 ποτίσματα, τα δύο πρώτα με την χρήση ενός αυτοκινούμενου αρδευτή (καρούλι) και τα επόμενα με σταλακτηφόρους σωλήνες. Εφαρμόστηκαν συνολικά 653 m³ νερού ανά στρέμμα.

Όσον αφορά την λίπανση έγινε προσθήκη 20,2 μονάδων αζώτου, 3,4 μονάδων φωσφόρου και 5,4 μονάδων καλίου με την χρησιμοποίηση του συστήματος λίπανσης μιας σπαρτικής σιτηρών. Φυτοπροστατευτικές επεμβάσεις έγιναν για την καταπολέμηση των ζιζανίων με προσθήκη 250g/στρ του σκευάσματος Basagran και 250g/στρ του Dicamba στις 28/6/13 και 3/7/13 αντίστοιχα.

Τέλος, η σπορά του σόργου πραγματοποιήθηκε στις 05/06/2013 με μια τετράσειρη πνευματική μηχανή σκαλιστικών καλλιεργειών. Οι γραμμές ήταν πλάτους 75cm και οι αποστάσεις των σπόρων πάνω στη γραμμή 14,5 cm (9,190 σπόροι/στρέμμα). Χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία 849F.

3.5. Παρατηρήσεις αξιολόγησης

3.5.1. Φύτρωμα καλλιεργειών

Με την σπορά των καλλιεργειών μελέτης παρατηρήσαμε ανά τακτά διαστήματα πως κυμαίνεται το ποσοστό φυτρώματος και το τελικό φύτρωμα σε κάθε κατεργασία εφαρμογής. Στις χειμερινές καλλιέργειες εκτιμήθηκε απευθείας το τελικό φύτρωμα σε κάθε περίπτωση ενώ στις εαρινές πέρα από το τελικό φύτρωμα εκτιμήθηκε και η εξέλιξη φυτρώματος. Στις μη σκαλιστικές καλλιέργειες όπως στις περίπτωση μας είναι η συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης και μπιζελιού με τριτικάλε για να υπολογιστεί το ποσοστό φυτρώματος για κάθε εφαρμογή κατεργασίας δημιουργήθηκε ένα πλαίσιο και υπολογίστηκε ο αριθμός των φυτών μέσα σε αυτό. Στην συνέχεια έγινε αναγωγή των φυτών στο στρέμμα. Για κάθε μέθοδος κατεργασίας πραγματοποιήθηκαν τέσσερις μετρήσεις από τις οποίες προέκυψε ένας μέσος όρος φυτρώματος. Από την άλλη στις σκαλιστικές καλλιέργειες όπως στην περίπτωση μας η ελαιοκράμβη, ο ηλιάνθος και το ινώδες σόργο το φύτρωμα μετρήθηκε πάνω στην γραμμή σε μήκος δύο μέτρων με χρήση μετρητικής ταινίας και έγινε αναγωγή ανά στρέμμα ανάλογα τις αποστάσεις φύτευσης σε κάθε καλλιέργεια. Τέλος, όπως προαναφέραμε στις εαρινές καλλιέργειες πέρα από το τελικό φύτρωμα εκτιμήσαμε και την εξέλιξη φυτρώματος και έτσι σε αυτή την περίπτωση ορίσαμε με σήμανση δύο συγκεκριμένες περιοχές ανά πειραματικό τεμάχιο (ή εφαρμογή κατεργασίας) όπου μετρούσαμε το φύτρωμα ανά τακτά διαστήματα. Η κάθε περιοχή είχε μήκος δύο μέτρα. Συγκεκριμένα οι μετρήσεις εξέλιξης φυτρώματος στον ηλιάνθο έγιναν στις 17/6, 20/6, 25/6, 28/6 και στις 1/7/2013 ενώ στο ινώδες σόργο έγιναν στις 17/6, 20/6, 25/6 και 28/6/2013.

3.5.2. Δείκτης NDVI με Crop Circle

Μια παρατήρηση ακόμα που λάβαμε ήταν ο δείκτης βλάστησης των φυτειών ή πιο συγκεκριμένα ο Δείκτης Βλάστησης Κανονικοποιημένης Διαφοράς (NDVI) με το όργανο Crop Circle. Συγκεκριμένα ο δείκτης αυτός είναι ένας συνδυασμός της κόκκινης (Red) με την έγγυς υπέρυθρης ακτινοβολία (NIR). Αυτές οι δύο ακτινοβολίες εκπέμπουν σε κοντινά μήκη κύματος και συγκεκριμένα η κόκκινη είναι περίπου μεταξύ 600 και 700 nm και η περιοχή στο κοντινό υπέρυθρο αρχίζει στα περίπου 700 nm και εκτείνεται στα περίπου 1.200 nm. Επειδή η χλωροφύλλη παρουσιάζει απορρόφηση κυρίως στην κόκκινη περιοχή χρησιμοποιείται ο δείκτης NDVI για να αξιολογήσουμε την βλάστηση των φυτών και έτσι λαμβάνει τιμές από -1 (καθόλου βλάστηση) μέχρι +1 (πλούσια βλάστηση). Αντίστοιχα η παρουσία της NIR συμβάλει περισσότερο στην θέρμανση του φυτού παρά στη φωτοσύνθεση. Ωστόσο η συνδυαστική δράση της Red με την NIR ακτινοβολίας έχει δώσει τη δυνατότητα πειραματικά όχι μόνο εκτίμησης της πράσινης βιομάζας αλλά και στοιχεία που αφορούν της κατάστασης της υγείας των φυτών, να παρουσιάζει φαινολογικές αλλαγές, να διαμορφώνει προγράμματα λίπανσης και διαχείρισης νερού, ακόμα και την απόδοση των καλλιεργειών αλλά κυρίως μπορεί γενικότερα να αποτελέσει ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων σχετικά με την διαχείριση του αγροκτήματος σε εφαρμογές γεωργίας ακριβείας (Λιάκος, 2013, Precision Agriculture, 2009, Shaver et al., 2011, Perry et al., 2012, Miao, 2011, Khosla et al, 2010). Ο δείκτης NDVI εκφράζεται από την σχέση:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

Η μέτρηση NDVI μπορεί να γίνει είτε με δορυφορικά δεδομένα είτε εναέρια μέσα όπως ελικόπτερα ή αεροπλάνα αλλά και επίγεια με όργανα στον αγρό όπως το Crop Circle που χρησιμοποιήσαμε στην περίπτωση μας που μετρούμε μετακινούμενοι με τα πόδια ή σε γ.ε. στο χωράφι (Εικόνα 9). Συγκεκριμένα κατά την μέτρηση μεταδίδουν δέσμη φωτός και λαμβάνουν με αισθητήρες την ανάκλαση της NIR και Red ακτινοβολίας..



Εικόνα 9: Μηχάνημα Crop Circle όπως ακριβώς διαθέτει το Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις δείκτη NDVI.

Συμπερασματικά, προκειμένου να παρακολουθήσουμε την ευρωστία και την βλάστηση των φυτών στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις δείκτη NDVI με το σύστημα Crop Circle κατά την χειμερινή περίοδο τόσο στον ένα πειραματικό αγρό όπου υπήρχαν οι συγκαλλιέργειες βίκου και βρώμης και μπιζελιού με τριτικάλε όσο και στον άλλο όπου υπήρχαν η συγκαλλιέργεια μπιζελιού με τριτικάλε και η καλλιέργεια ελαιοκράμβης.

3.5.3. Μέτρηση Οργανικής ουσίας

Κατά την διάρκεια ανάπτυξης των χειμερινών καλλιεργειών στον αρδευτικό αγρό με την βοήθεια υδραυλικά ισχυροδοτούμενο εξοπλισμού προσαρμοσμένο σε γεωργικό ελκυστήρα έγινε συλλογή έξι εδαφικών δειγμάτων προκειμένου να γίνει εργαστηριακή ανάλυση αυτών. Μεταξύ άλλων έγινε προσδιορισμός εδαφικής οργανικής ουσίας για τον σκοπό της παρούσας εργασίας.

Για την συλλογή πολλών εδαφικών δειγμάτων το εργαστήριο γεωργικής μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ανέπτυξε ένα όργανο που συνδέεται με το υδραυλικό σύστημα του γεωργικού ελκυστήρα (Εικόνα 10). Με την υδραυλική κίνηση το σύστημα εφοδιασμένο με πλαστικό κύλινδρο προσαρμοσμένων διαστάσεων εισέρχεται στο έδαφος. Το εδαφικό δείγμα συγκεντρώνεται στο κύλινδρο που διεισδύει ως βάθος 30 εκατοστών. Επιπλέον οι κύλινδροι είναι χαραγμένοι στην μέση και έτσι είναι εφικτό να διαχωρίζεται το εδαφικό δείγμα από 0 ως 15 cm και από 15 cm ως 30 cm. Έχοντας πολλούς κυλίνδρους τέτοιους μπορούμε να τους αλλάζουμε και να εκτελούμε πολλές δειγματοληψίες στο αγρό όπως κάναμε και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης.



Εικόνα 10: Αυτοσχέδια κατασκευή συλλογής δειγμάτων εδάφους με υδραυλική μετάδοση της δύναμης από το Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

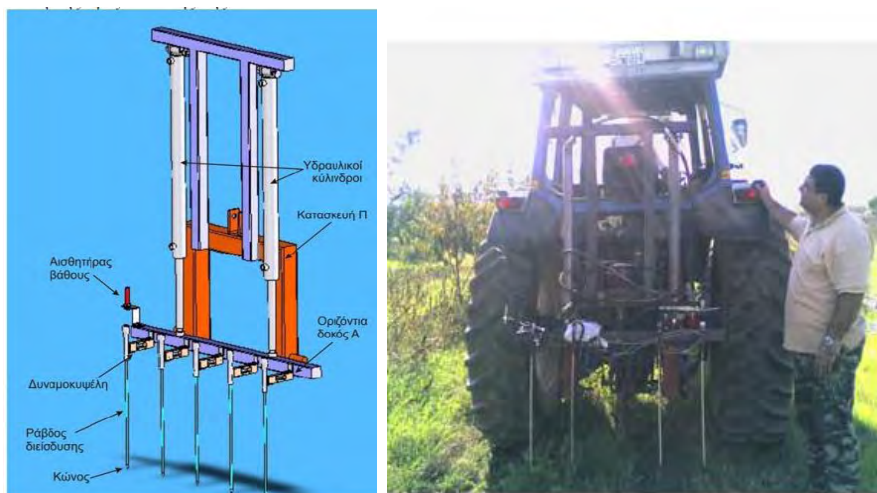
Όσον αφορά την διαδικασία προσδιορισμού της οργανικής ουσίας εργαστηριακά έγινε εξολοκλήρου από την υποψήφια διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργικής Μηχανολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Ιωάννα Γούλα.

3.5.4. Αντίσταση στην διείσδυση με διεισδυσιόμετρο

Ένας τρόπος να εκτιμήσουμε το φαινόμενο της συμπίεσης στο έδαφος είναι με την παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση, η οποία γίνεται με το όργανο του διεισδυσιόμετρου. Ουσιαστικά πρόκειται για την πιο άμεση και πιο γρήγορη ένδειξη από την μέτρηση της συμπίεσης του εδάφους. Ακόμα σε εδάφη ελαφριά ή πετρώδη είναι μη πρακτικό να εκτιμήσεις την φαινομενική πυκνότητα του υποστρώματος (άλλη μέθοδος εκτίμησης συμπίεσης) (Miller et al. 2001). Πριν προχωρήσουμε στην διαδικασία μέτρησης της συμπίεσης με διεισδυσιόμετρο καλό θα ήταν να ορίσουμε τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το φαινόμενο και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην διάρκεια των παρατηρήσεων. Σύμφωνα με τον Rooney et al. (undated) η συμπίεση χαρακτηρίζεται από την ένταση του φαινομένου που τη προκαλεί, εξαρτάται από το βάθος έκφρασης, από την έκταση του στο χώρο, από το πάχος του συμπιεσμένου στρώματος αλλά και τέλος από την εποχιακή και διαχρονική διακύμανση στο φαινόμενο. Έτσι η μέτρηση της αντίστασης της διείσδυσης οφείλει να λαμβάνει υπόψη όλες αυτές τις παραμέτρους και να τις εκφράζει. Εν τέλει στην μέθοδο του διεισδυσιόμετρου όσο μεγαλύτερη αντίσταση στην διείσδυση μετράται τόσο μεγαλύτερο είναι το πρόβλημα της συμπίεσης του εδάφους καθώς η υψηλή αντίσταση συνεπάγεται χαμηλότερη περιεκτικότητα υγρασίας και αέρα στους πόρους του υποστρώματος (Jones and Kunze, 2004). Το διεισδυσιόμετρο μετράει την

δύναμη που απαιτείται για την διείσδυση ενός μεταλλικού κώνου με γωνία 30 μοιρών στο έδαφος (ASAE, 2006a). Σύμφωνα με τους **Herrick and Jones (2002)** η δύναμη μετράται με την βοήθεια δυναμοκυψέλης ή με μετρητή τάσεως ενώ για να μετατραπεί σε ένδειξη στο όργανο πρέπει να υπάρχει συνδυασμός με αναλογικό καντράν ή μετατροπέα πίεσης. Οι δύναμη εν τέλει έχει επικρατήσει να εκφράζεται με kPa (ως δείκτης κώνου σύμφωνα με τη ASAE 2006) ή σε Kg/ cm² ή σε PSI. Αρχικά, σύμφωνα με την **ASAE (2006b)** ο όρος δείκτης κώνου έκφραζε τις παρατηρήσεις πίεσης ως τα πρώτα 150 εκατοστά του εδάφους αλλά στην συνέχεια αφορούσε το σύνολο των παρατηρήσεων. Οι ενδείξεις και η αντίσταση ωστόσο της διείσδυσης του κώνου εξαρτώνται από τις ιδιότητες του κώνου (γωνία και μέγεθος) αλλά και από τις ιδιότητες του εδάφους (φαινομενική πυκνότητα, υγρασία και υφή εδάφους).

Υπάρχουν δύο κύρια όργανα για την μέτρηση της αντίστασης της διείσδυσης, το χειροκίνητο διεισδυσιόμετρο και το ισχυοδοτούμενο διεισδυσιόμετρο. Και οι δύο συσκευές έχουν δράση στο αγρό με τον ίδιο τρόπο καθώς είναι η κατακόρυφη διείσδυση ενός ανιχνευτή ή κώνου στο έδαφος. Η διάκριση των δύο συστημάτων έχει να κάνει με τον τρόπο άσκησης της δύναμης στο έδαφος. Το εργαστήριο Γεωργικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας διαθέτει και τα δύο είδη και μάλιστα το ισχυοδοτούμενο είναι και καινοτομία του εργαστηρίου καθώς οι **Καραμούτης κ.α. (2007)** σχεδίασαν και κατασκεύασαν ένα υδραυλικά ισχυοδοτούμενο από γεωργικό ελκυστήρα διεισδυσιόμετρο με μια συστοιχία πέντε κώνων και ανέπτυξαν το κατάλληλο λογισμικό για την λήψη των δεδομένων (Εικόνα 11). Ωστόσο για καθαρά πρακτικούς τρόπους, όπως η μη δυνατή διέλευση του αγρού διαρκώς με γεωργικό ελκυστήρα, για το σκοπό της μελέτης χρησιμοποιήθηκε το χειροκίνητο διεισδυσιόμετρο. Υπάρχουν δύο κύριες συσκευές λειτουργίας που επάγονται στα χειροκίνητα διεισδυσιόμετρα. Πρώτον αυτές που έχουν σαν όργανο καταγραφής των ενδείξεων ένα μανόμετρο, διαδικασία που απαιτεί σημαντικό χρόνο για την καταγραφή των μετρήσεων και συσκευές που με την διείσδυση του κώνου είναι συνδεδεμένες με data logger και καθιστούν πιο εφικτή την καταγραφή των παρατηρήσεων. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήθηκε διεισδυσιόμετρο SP1000 με καταγραφέα ενδείξεων data logger όπου καθορίστηκε να λαμβάνει ανά πέντε εκατοστά μετρήσεις ως τα πενήντα εκατοστά εδάφους (Εικόνα 12).



Εικόνα 11: Διάταξη του αυτοσχέδιου υδραυλικού συστήματος μέτρησης της αντίστασης στην διείσδυση και παρουσία του στον αγρό (Καραμούτης κ.α., 2007).



Εικόνα 12: Διεισδυσιόμετρο SP1000 που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό των πειραμάτων.

Σοβαρό μειονέκτημα αυτών των οργάνων είναι ακόμα ότι μεταβάλλεται έντονα η ένδειξη του οργάνου ανάλογα με την παραλλαγή της σκληρότητας στα στρώματα του εδάφους που επηρεάζεται από την υγρασία του ενώ ωστόσο μπορούμε να προσθέσουμε ως πλεονέκτημα και το γεγονός ότι δεν επηρεάζονται από την παρουσία καλλιέργειας και την ανάπτυξη της καθώς γίνονται χειρονακτικά (ASAE, 2006b). Μειονέκτημα είναι επίσης η αδυναμία μετρήσεων σε εδάφη και πέτρες καθώς όταν ο κώνος συναντήσει μια πέτρα διακόπτεται η μέτρηση. Ακόμα ένα μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι σε ξηρές συνθήκες ή σε βαριά εδάφη τα δυναμικά διεισδυσιόμετρα είναι δύσκολο να εφαρμοστούν στο έδαφος και πρόκειται για κοπιαστική εργασία. Από την άλλη στην περίπτωση των οργάνων δεν παίζει τόσο σημαντικό ρόλο η παρουσία του ίδιου παρατηρητή- χειριστή των μετρήσεων καθώς η ίδια πίεση θα εφαρμοστεί σε κάθε περίπτωση.

Σημαντική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την διάρκεια των παρατηρήσεων είναι η υγρασία του εδάφους καθώς η περιεκτικότητα της στο έδαφος ενδέχεται να επηρεάζει την δύναμη διείσδυσης του κώνου. Έτσι κατά την διάρκεια της χειμερινής περιόδου λαμβανόντουσαν και παρατηρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας (παράμετρος που μεταβάλλεται με υγρασία άμεσα) ενώ κατά την διάρκεια της εαρινής περιόδου λαμβανόντουσαν όχι μόνο παρατηρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας αλλά και δείγματα εδάφους για εκτίμηση της υγρασίας από κάθε περίπτωση κατεργασίας καθώς οι παρατηρήσεις άλλαζαν διαρκώς ανάλογα τις ημέρες εφαρμογής άρδευσης και μέτρησης. Ωστόσο εμάς μας ενδιαφέρει κυρίως να εξετάσουμε πώς μεταβάλλεται το φαινόμενο της συμπίεσης από κατεργασία σε κατεργασία και σε αυτή την περίπτωση οι παράμετροι ηλεκτρικής αγωγιμότητας και υγρασίας δεν διέφεραν σημαντικά όπως θα δούμε στην συνέχεια.

Επιπλέον άλλη μια κύρια παράμετρος σωστής εκτέλεσης των παρατηρήσεων αντίστασης στην διείσδυσης είναι ο σωστός σχεδιασμός και διαχωρισμός του αγρού για τον έλεγχο της χωρικής παραλλακτικότητας. Στην περίπτωση μας αυτό έγινε εξ αρχής με σχέδιο πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων. Επίσης άλλη μια παράμετρος έλεγχου της παραλλακτικότητας είναι το σύνολο των παρατηρήσεων. Έτσι στην περίπτωση μας κατά την χειμερινή περίοδο λάβαμε έξι σύνολα παρατηρήσεων από τις 11/2/2013 ως τις 2/4/2013 (11/2, 25/2, 6/3, 12/3, 19/3 και 2/4) και κατά την διάρκεια της εαρινής περιόδου λάβαμε δώδεκα σύνολα παρατηρήσεων από τις 21/6 ως 26/7/2013 (21/6, 25/6, 1/7, 3/7, 5/7, 8/7, 10/7, 12/7, 15/7, 19/7, 23/7, 26/7). Ωστόσο κάθε σύνολο παρατηρήσεων περιελάμβανε 80 μετρήσεις αντίστασης που προέρχεται από 4 επαναλήψεις/μετρήσεις σε κάθε πειραματικό τεμάχιο εφαρμογής κατεργασίας (4 x 20). Επιπλέον όπως προαναφέραμε σε βάθος λαμβάναμε μετρήσεις κάθε πέντε εκατοστά ως συνολικό βάθος ενδείξεων τα πενήντα.

Τέλος, στις χειμερινές καλλιέργειες η εκτέλεση των παρατηρήσεων έγινε στον αρδευόμενο πειραματικό αγρό στο κομμάτι των είκοσι πειραματικών τεμαχίων όπου εξετάζονταν η καλλιέργεια του μείγματος βίκου και βρώμης ενώ στις εαρινές η εκτέλεση έγινε όμοια στον ίδιο πειραματικό αγρό, στο ίδιο κομμάτι όπου όμως καλλιεργούνταν ινώδες σόργο.

3.5.5. Ηλεκτρική αγωγιμότητα με EM-38

Πέρα από τις εργαστηριακές μεθόδους μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (πχ πάστα κορεσμού) έχουν αναπτυχθεί και μέθοδοι εκτίμησης μιας φαινομενικής πλέον ηλεκτρικής αγωγιμότητας που είναι πιο πρακτικοί σε επίπεδο αγρού. Συγκεκριμένα, υπάρχουν δύο μέθοδοι εκτίμησης της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας εδάφους, η επαφής και χωρίς επαφής με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Στην περίπτωση μας θα γίνει η εφαρμογή της δεύτερης μεθόδου και πιο συγκεκριμένα με το όργανο EM-38 που διαθέτει το εργαστήριο Γεωργικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Κατά την μέθοδο αυτή ισχύει η αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής καθώς το όργανο δεν έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Η συσκευή αποτελείται από έναν πομπό που δημιουργεί μαγνητικό πεδίο που προκαλεί την ανάπτυξη ροής ηλεκτρονίων και παράγουν ένα δεύτερο μαγνητικό πεδίου που προκαλούν ροή ηλεκτρονίων σε ένα δέκτη (στην άλλη άκρη) που μετράει και δίνει την ηλεκτρική αγωγιμότητα που προκύπτει ανάλογα με την ικανότητα του εδάφους να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Έτσι, όσο μεγαλύτερη αγωγιμότητα παρουσιάζει ένα έδαφος τόσο υψηλότερο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο προκύπτει. (Grisso et al, 2009 and Eshani and Sullivan, undated). Επομένως παρόμοια και το EM-38 έχει δέκτες (δύο) και πομπό που λαμβάνει το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Η διαμόρφωση πομπού δέκτη είναι στα 0,5 και στο 1 cm έτσι ώστε να είναι εφικτές οι μετρήσεις σε βάθη 0,75 και 1,5 m. Αν περιστρέψουμε το όργανο ωστόσο σε οριζόντιο προσανατολισμό μπορεί να πάρει και επιφανειακές παρατηρήσεις 0,375 με 0,75 m. Θεωρείται πρακτικό σύστημα καθώς μπορούμε είτε να το τοποθετήσουμε στο γεωργικό ελκυστήρα είτε χειρονακτικά να πάρουμε μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας καθώς είναι ελαφρύ σύστημα και έχει την δυνατότητα λειτουργίας μπαταρίας ως 25 ώρες. Έτσι έχει γρήγορη εκτέλεση ενεργειών. Επίσης έχει κα αυτό την δυνατότητα αποθήκευσης, μεταφοράς και επεξεργασίας δεδομένων σε ολοκληρωμένο σύστημα χαρτογράφησης.

Από την άλλη καλό είναι κατά την διάρκεια των μετρήσεων να μην παρεμβάλλονται μεταλλικά αντικείμενα διότι αλλοιώνουν τις μετρήσεις. Συγκεκριμένα κατά την διάρκεια των παρατηρήσεων φροντίζαμε να διασφαλιστεί απόσταση ως και 150 εκατοστά από μεταλλικά αντικείμενα όπως άλλωστε προτείνεται (Grisso et al., 2009). Το EM-38 καταγράφει ενδείξεις διαρκώς και έτσι ο αριθμός των παρατηρήσεων ανά πειραματικό τεμάχιο εξαρτάται από την ταχύτητα

διέλευσης. Έτσι αφού λαμβάναμε παρατηρήσεις διασχίζοντας κατά μήκος κάθε πειραματικό τεμάχιο φροντίσαμε ο βηματισμός μας να είναι σταθερός για να προκύπτουν παρόμοιοι αριθμοί μετρήσεων σε κάθε τεμάχιο-κατεργασία. Επιπλέον, λόγω της συνεχούς καταγραφής ενδείξεων και της διέλευσης μας κατά μήκος των τεμαχίων περιορίζαμε και την παραλλακτικότητα του αγρού. Τέλος, φροντίσαμε το όργανο να λαμβάνει ενδείξεις τουλάχιστον σε 30 cm απόσταση από το έδαφος.

Συγκεκριμένα παρατηρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας πραγματοποιήθηκαν στις χειμερινές καλλιέργειες στον αρδευόμενο πειραματικό αγρό στο κομμάτι των είκοσι πειραματικών τεμαχίων όπου εξετάζονταν η καλλιέργεια του μείγματος βίκου και βρώμης ενώ στις εαρινές η εκτέλεση έγινε όμοια στον ίδιο πειραματικό αγρό, στο ίδιο κομμάτι όπου όμως καλλιεργούνταν ινώδες σόργο. Τελικά στην περίπτωση μας κατά την χειμερινή περίοδο λάβαμε έξι σύνολα παρατηρήσεων από τις 11/2/2013 ως τις 2/4/2013 (11/2, 25/2, 6/3, 12/3, 19/3 και 2/4) και κατά την διάρκεια της εαρινής περιόδου λάβαμε δεκατρείς σύνολα παρατηρήσεων από τις 21/6 ως 26/7/2013 (21/6, 25/6, 28/6, 1/7, 3/7, 5/7, 8/7, 10/7, 12/7, 15/7, 19/7, 23/7, 26/7).



Εικόνα 13: Μέτρηση Φαινομενικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας με EM-38.

3.5.6. Απόδοση ενεργειακών καλλιεργειών

Η συγκομιδή της βιομάζας των καλλιεργειών έγινε με θεριζοαλωνιστική μηχανή (HEGE 125) που διαθέτει το εργαστήριο Γεωργικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας η οποία τροποποιήθηκε (εξαίρεση το ινώδες σόργο, που συγκομίστηκε με σίλοκοπτικο). Συγκεκριμένα, προστέθηκε πίσω από το σύστημα αλωνισμού ένα μεταλλικό καλάθι διαστάσεων 1x2x1m το οποίο ήταν αναρτημένο από έναν ζυγό.



Εικόνα 14: Θεριζοαλωνιστική μηχανή με μετατροπή που χρησιμοποιήθηκε για τον σκοπό των πειραμάτων.

Η βιομάζα από το σύστημα αλωνισμού συγκεντρώνονταν σε αυτό το καλάθι και γινόταν ζύγιση σε κάθε τεμάχιο. Όταν ήταν απαραίτητο και η συλλογή του σπόρου όπως στην περίπτωση του ηλίανθου συγκεντρώνονταν σε προσαρμοσμένο δοχείο και ο σπόρος. Σε κάθε περίπτωση συγκομίζαμε μια σειρά όσο το πλάτος κοπής (1,4 m) επί το μήκος του αγροτεμαχίου για τις χειμερινές καλλιέργειες ενώ δύο για τις εαρινές και εν συνεχεία γινόταν αναγωγή χλωρής βιομάζας στο στρέμμα (κατά προτίμηση μεσαίες σειρές). Παράλληλα λαμβάνονταν δείγματα για προσδιορισμό της υγρασίας με ξήρανση (σε φούρνο στους 74°C για 48 ώρες) και έτσι γινόταν αναγωγή ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα. Ωστόσο στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται γίνεται λόγος και για αποδόσεις βιομάζας σε υγρασία 15% καθώς είναι ασφαλής η αποθήκευση της βιομάζας για να είμαστε πιο κοντά σε συνθήκες παραγωγού. Τέλος, όλη η υπόλοιπη βιομάζα κόπηκε με περιστροφικό χορτοκοπτικό και απομακρύνθηκε από το χωράφι.

Στην περίπτωση των χειμερινών καλλιεργειών στον έναν πειραματικό αγρό (αρδευόμενο) με συγκαλλιέργειες βίκου και βρώμης και μπιζελιού και τριτικάλε έγιναν και κοπές για την εκτίμηση της εξέλιξης της βιομάζας. Οι δειγματοληψίες ελέγχου των αποδόσεων από την κάθε επανάληψη και κάθε κατεργασία δεν μπορούσαν να ξεπεράσουν τις τρεις καθώς και από πρακτικής άποψης σε κάθε ημερομηνία λαμβάναμε δείγμα ίσο με το πλάτος της σπαρτικής (1,4 m) επί το μήκος του αγροτεμαχίου (21 m) δηλαδή ουσιαστικά από έκταση 29,4 m². Λαμβάνοντας υπόψη ότι το συνολικό μήκος του κάθε αγροτεμαχίου είναι 6 m και ότι για την σωστή εκτέλεση των μετρήσεων αποφεύγονται οι ακριανές παρατηρήσεις τότε καταλήγουμε ότι τα τρία δείγματα που επιλέξαμε ήταν ο μέγιστος αριθμός για να ελέγξουμε την

πορεία εξέλιξης της βιομάζας για συγκομιδή στον αρδευόμενο πειραματικό αγρό ($3 \times 1,4 = 4,2 \text{m} < 6 \text{m}$).

Επιπλέον ο κατάλληλος χρόνος συγκομιδής κρίθηκε και από την υγρασία της βιομάζας. Χαρακτηριστικά σύμφωνα με τον Ακριτίδη (1993) η επιθυμητή υγρασία για την ελαχιστοποίηση των απωλειών στην συγκομιδή χόρτου είναι 40-60% ενώ η μέγιστη 80%.

Ημερολογιακά στις 17/5/2013 πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή της συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης και μπιζελιού και τριτικάλε στον αρδευόμενο πειραματικό αγρό κατά την χειμερινή περίοδο. Η εξέλιξη των δύο συγκαλλιεργειών έγινε με δειγματοληψίες 19/4/2013 και στις 26/4/2013. Στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης η συγκομιδή έγινε στις 19/6/2013 ενώ στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε στον ξηρικό πειραματικό αγρό δεν πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καθώς υπήρχε έντονη προσβολή από ζιζάνια. Στις εαρινές καλλιέργειες η συγκομιδή έγινε για τον ηλιάνθο στις 15/10/2013 ενώ για το ινώδες σόργο στις 30/10/2013.

3.5.7. Επεξεργασία και στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Η επεξεργασία και η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων εκτελέστηκε με τα λογισμικά προγράμματα Excel και SPSS. Σε όλες τις περιπτώσεις μετρήσεων υπολογίζαμε τους μέσους όρους των μεταχειρίσεων/κατεργασιών αλλά και την τυπική απόκλιση των μετρήσεων. Τυπική απόκλιση είναι η διαφορά των μετρήσεων από τον μέσο όρο. Ο λόγος τυπικής απόκλισης προς μέσο όρο διαμορφώνουν και τον συντελεστή παραλλακτικότητας (Cv). Ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι μέτρο αξιολόγησης της διασποράς των μετρήσεων και εκφράζει και το σφάλμα των μετρήσεων. Γενικά σε παρατηρήσεις η τιμή του συντελεστή καλό είναι να μην ξεπερνά το 0,25. Το σχέδιο των πειραματικών αγρών είναι πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων (RCBD) και έτσι πρέπει να γίνει διαχωρισμός στον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης τόσο εντός των μεταχειρίσεων όσο και γενικότερα στο σύνολο των μετρήσεων. Συγκεκριμένα, ο συντελεστής παραλλακτικότητας εντός των κατεργασιών (λόγος τυπική απόκλισης δείγματος προς αριθμό χιλιάδων φυτρωμένων φυτών) διαφέρει από τον συντελεστή παραλλακτικότητας στο σύνολο των μετρήσεων όπου πρέπει να συμπεριλαμβάνεται όχι μόνο η παραλλακτικότητα μεταξύ των μεμονωμένων μετρήσεων αλλά και μεταξύ των μεταχειρίσεων αλλά ακόμα και

μεταξύ των επαναλήψεων (λόγος τετραγωνικής ρίζας μέσου τετραγώνου τυπικής απόκλισης προς μέσο όρο συνόλου δείγματος).

Μετά από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων και την αξιολόγηση των μέσων όρων, την τυπική απόκλιση και τον συντελεστή παραλλακτικότητας έγινε στατιστικός έλεγχος των αποτελεσμάτων. Σε κάθε περίπτωση έγινε εκτέλεση ANOVA για RCBD σχέδιο πειραματισμού. Προσοχή χρειαζόταν στην εισαγωγή δεδομένων χρειαζόταν να ορίσουμε ως συγχητικό παράγοντα (random factor) το αριθμό της επανάληψης ενώ ορίζαμε ως παράγοντα ελέγχου (fixed factor) τις κατεργασίες. Στα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης δεν μας ενδιέφερε η αλληλεπίδραση των παραγόντων ούτε η σημαντικότητα του συγχητικού παράγοντα αλλά μόνο η σημαντικότητα του παράγοντα ελέγχου. Όταν η σημαντικότητα ήταν χαμηλότερη του 0,05 τότε οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών κρίνονται στατιστικά σημαντικές.

Τέλος, για την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκαν γραφήματα, διαγράμματα και συγκεκριμένα boxplot για την ιδανική παρουσίαση της παραλλακτικότητας των παρατηρήσεων.

4. Αποτελέσματα και συζήτηση

4-A. Χειμερινές Καλλιέργειες

4.1. Φύτρωμα καλλιεργειών

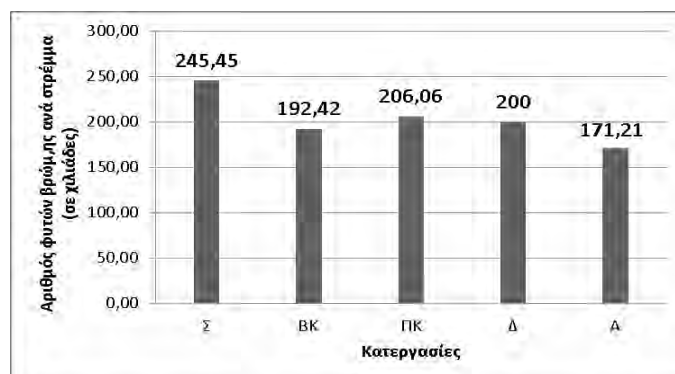
4.1.1. Αμειψισπορά Α: Συγκαλλιέργεια Βίκος και Βρώμη

4.1.1.1. Φύτρωμα της βρώμης

4.1.1.1.1. Παρουσία φυτών βρώμης στις μεταχειρίσεις της κατεργασίας εδάφους

Συγκεντρωτικά στο Διάγραμμα 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα φυτρώματος για την βρώμη στο σύστημα συγκαλλιέργειας βίκου με βρώμης ανάλογα την κατεργασία. Οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τελικό πληθυσμό των φυτών στις 17/12/2013 δηλαδή ένα μήνα μετά τη σπορά που πραγματοποιήθηκε στις 15/11/2013. Πρώτες παρατηρήσεις είναι ότι η συμβατική κατεργασία με άροτρο παρουσιάζει αρκετά μεγαλύτερο αριθμό φυτρωμένων φυτών σε σχέση με τις άλλες μεθόδους κατεργασίας ενώ τα επιφανειακά συστήματα κατεργασίας με περιστροφικό καλλιεργητή και δισκοσβάρνα παρουσιάζουν ελάχιστα υψηλότερο ποσοστό φυτρώματα σε σχέση με την βαθιά κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή. Η συμβατική κατεργασία έχει μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος βρώμης κατά 16%, 18%, 22% και

30% σε σχέση με τα συστήματα περιστροφικού καλλιεργητή, δισκοσβάρνας και της ακαλλιέργειας αντίστοιχα. Ακόμα σε αυτή την περίπτωση η ακαλλιέργεια δεν υπολείπεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στο φύτευμα σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας του εδάφους εκτός βέβαια της συμβατικής κατεργασίας.



Διάγραμμα 7: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος βρώμης στο σύστημα συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης.

4.1.1.1.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος

Σαν πρώτη εντύπωση από τα αποτελέσματα φυτρώματος από την επίδραση των κατεργασιών μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει αρκετή διαφορά της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση με τις άλλες κατεργασίες αλλά κυρίως με την ακαλλιέργεια. Ωστόσο, αν θα χαρακτηριστούν στατιστικά σημαντικές οι διαφορές φυτρώματος της βρώμης μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας δεν εξαρτάται μόνο από την αριθμητική τους διαφορά αλλά και από την παραλλακτικότητα του μετρήσεων ή το σφάλμα τους.

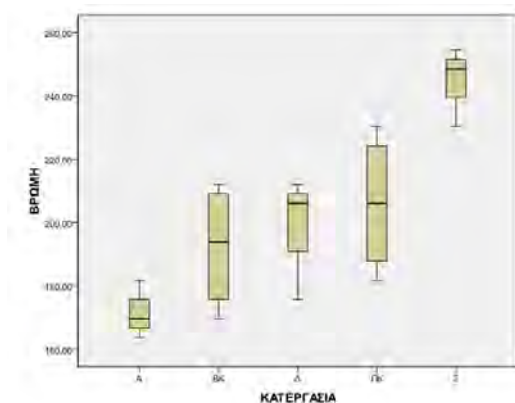
Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται ο συντελεστής παραλλακτικότητας των μετρήσεων εντός των κατεργασιών αλλά και στο σύνολο του δείγματος. Στο σημείο αυτό υπενθυμίζεται και τονίζεται ξανά ότι πρέπει να διαχωρίζουμε τον τρόπο υπολογισμού του συντελεστή παραλλακτικότητας εντός των κατεργασιών (λόγος τυπική απόκλισης δείγματος προς αριθμό χιλιάδων φυτρωμένων φυτών) με τον συντελεστή παραλλακτικότητας στο σύνολο των μετρήσεων που πρέπει να συμπεριλαμβάνεται όχι μόνο η παραλλακτικότητα μεταξύ των μεμονωμένων μετρήσεων αλλά και μεταξύ των μεταχειρίσεων αλλά ακόμα και μεταξύ των επαναλήψεων (λόγος τετραγωνικής ρίζας μέσου τετραγώνου τυπικής απόκλισης προς μέσο όρο συνόλου δείγματος). Εν τέλει, η παραλλακτικότητα των μετρήσεων εντός των κατεργασιών όσο και στο σύνολο τους δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή καθώς προέκυψε ένας συντελεστής παραλλακτικότητας 0,08 ενώ μέσα στα δείγματα

κατεργασιών τον υψηλότερο συντελεστή τον παρουσίασε το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή με 0,15. Στο Διάγραμμα 8 παρακάτω παρουσιάζεται και εικονικά το εύρος τιμών κάθε συστήματος κατεργασίας που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και το πιθανό σύνολο τιμών.

Πίνακας 4: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών βρώμης, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός χιλιάδων φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	245,4545	10,49728	0,04
ΒΚ	192,4242	20,02447	0,10
ΠΚ	206,0606	22,13020	0,11
Δ	200,0000	16,41220	0,08
Α	171,2121	7,62610	0,04
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,08	

Εν συνεχεία πραγματοποιώντας στατιστικό έλεγχο των μετρήσεων με εκτέλεση ANOVA για σχέδιο πειραματισμού τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων στο λογισμικό SPSS οι διαφορές μεταξύ του αριθμού φυτρώματος παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές (Sig. 0,01<0,05). Για να είναι πιο συγκεκριμένος ο έλεγχος με την εφαρμογή της ελάχιστης στατιστικής διαφοράς (LSD) προσπαθήσαμε να προσδιορίσουμε συγκεκριμένα τις κατεργασίες που διαφέρουν σημαντικά. Έτσι προσδιορίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας και όλων των άλλων συστημάτων κατεργασίας αλλά και μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή και την δισκοσβάρνα. Τέλος, μεταξύ των άλλων συστημάτων δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στατιστικά σημαντικές γιατί αν παρατηρήσουμε και στο **Διάγραμμα 8** παρακάτω υπάρχουν πιθανά κοινά σύνολα τιμών του φυτρώματος στην βρώμη στην σύγκριση μεταξύ των κατεργασιών.

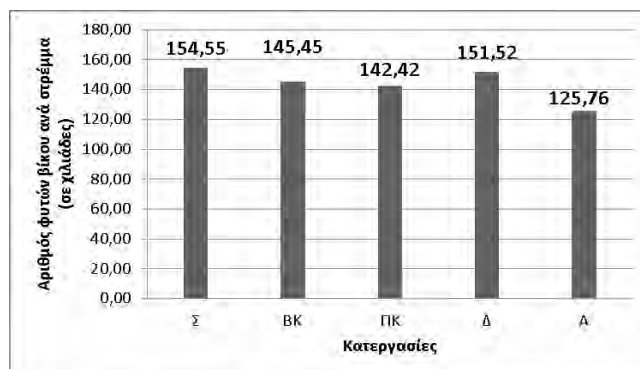


Διάγραμμα 8: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος βρώμης στα πέντε συστήματα κατεργασίας.

4.1.1.2. Φύτρωμα του βίκου

4.1.1.2.1. Παρουσία φυτών βίκου ανάλογα την κατεργασία

Όπως στην περίπτωση φυτρώματος της βρώμης έτσι και στο *Διάγραμμα 9* παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα φυτρώματος για τον βίκο στην συγκαλλιέργεια. Όμοια οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τελικό πληθυσμό των φυτών στις 17/12/2013 ενώ υπενθυμίζουμε ότι η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 15/11/2013. Κυρίως παρατηρούμε ότι και πάλι το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας έρχεται πρώτο αλλά σε γενικές γραμμές τα συστήματα παρουσιάζουν παρόμοιο αριθμό φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα. Εξαίρεση ίσως να αποτελεί το σύστημα της ακαλλιέργειας που υπολείπεται σε ποσοστό φυτρώματος από 12 ως 19% σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας. Συμπερασματικά, είναι ενθαρρυντικό που συστήματα μειωμένης κατεργασίας όπως της δισκοσβάρνας παρουσιάζει ανταγωνιστικό φύτρωμα σε σχέση με την συμβατική κατεργασία στην καλλιέργεια του βίκου.



Διάγραμμα 9: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος βίκου στο σύστημα συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης.

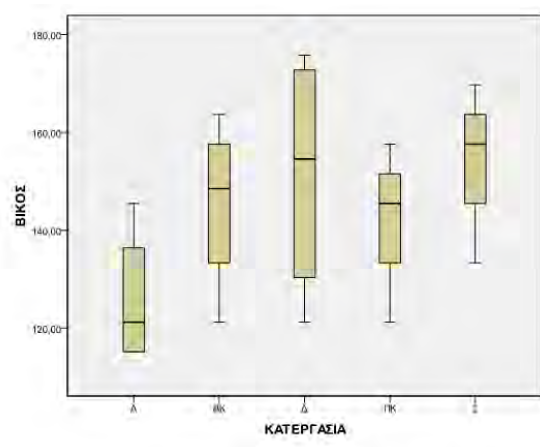
4.1.1.2.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος

Όπως προαναφέραμε οι διαφορές στο φύτευμα του βίκου δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές μεταξύ των κατεργασιών αλλά για το αν κριθούν οι διαφορές στατιστικά σημαντικές ή μη είναι απαραίτητη και η ανάλυση της παραλλακτικότητας του δείγματος. Γενικότερα η παραλλακτικότητα στο σύνολο των μετρήσεων μπορεί να χαρακτηρίζεται χαμηλή και ίση με 0,12 ενώ εντός των κατεργασιών είναι εξίσου χαμηλή και κυμαίνεται κυρίως από 0,10 ως 0,12 ο συντελεστής παραλλακτικότητας με τη δισκοσβάρνα ωστόσο να παρουσιάζει τον υψηλότερο συντελεστή και ίσο με 0,17 (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών βίκου, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός χιλιάδων φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	154,5455	15,25219	0,10
BK	145,4545	17,84194	0,12
ΠΚ	142,4242	15,25219	0,11
Δ	151,5152	25,71297	0,17
A	125,7576	14,32065	0,11
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,12	

Εν τέλει εκτελώντας στατιστικό έλεγχο με ANOVA δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Sig 0,242>0,05). Στο σημείο αυτό βοηθά και το διάγραμμα όπου είναι ορατά τα πιθανά κοινά σύνολα τιμών μεταξύ των κατεργασιών. Ωστόσο, στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι στο Διάγραμμα 10 παρουσιάζονται πολύ εκτεταμένα σύνολα τιμών και αυτό δεν σημαίνει υποχρεωτικά ότι επηρεάζεται μόνο από την παραλλακτικότητα αλλά και από το εύρος του δείγματος (διαφορά μέγιστης τιμής από ελάχιστη). Συμπερασματικά, είναι ενθαρρυντικό ότι δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς έτσι παρουσιάζεται ότι η ακαλλιέργεια αλλά και συστήματα μειωμένης κατεργασίας δεν επηρεάζουν σημαντικά το φύτευμα του βίκου.



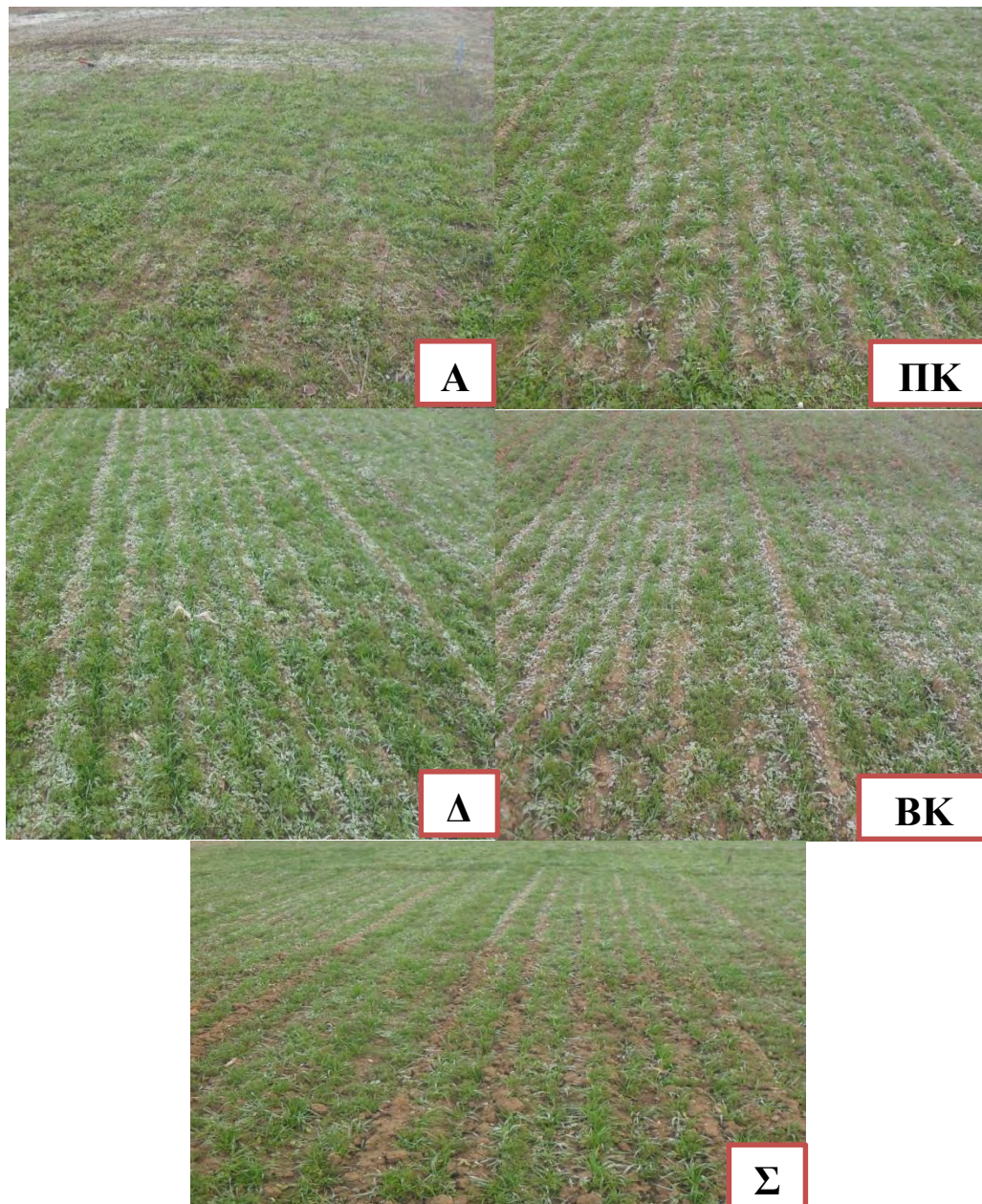
Διάγραμμα 10: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος βίκου στα πέντε συστήματα κατεργασίας.

4.1.1.3. Αξιολόγηση φυτρώματος συγκαλλιέργειας βίκου με βρώμη

Όσον αφορά τον βίκο για υψηλή απόδοση σε βιομάζα προτείνονται περίπου 200.000 σπόροι ανά στρέμμα (Aydogdu and Acikgoz, 1994). Ωστόσο με απώλειες φυτρώματος που φτάνουν τουλάχιστον 20 με 30% λόγω μη ιδανικής σποροκλίνης ή χαμηλή φυτρωτικότητα ή λόγω καιρικών συνθηκών ενδέχεται να προκύψουν 140.000 με 160.000 φυτά ανά στρέμμα. Από την άλλη όσον αφορά την βρώμη για παραγωγή βιομάζας προτείνονται 600.000 σπόροι ανά στρέμμα δηλαδή περίπου με απώλειες φυτρώματος 20-30% να διαμορφώνονται πληθυσμοί 420.000 με 480.000 φυτά ανά στρέμμα. Τα αποτελέσματα για το φύτρωμα του βίκου μπορούν να χαρακτηριστούν ιδανικά για το σύνολο των κατεργασιών ενώ ακόμα και η ακαλλιέργεια που παρουσίασε πυκνότητα φυτών λιγότερη από 140.000 φυτά ανά στρέμμα εξηγείται λόγω όχι μόνο του ανταγωνισμού λόγω της συγκαλλιέργειας αλλά και λόγω του πιο έντονου ανταγωνισμού ζιζανίων και της μη ιδανικής σποροκλίνης. Ακόμα τα αποτελέσματα αυτά φυτρώματος ήταν σε μικρότερες δόσεις σποράς από ότι προτείνονται σε μονοκαλλιέργεια βίκου καθώς στην βιβλιογραφία αναφέρονται οι παραπάνω ιδανικές παρουσίες φυτών για δόσεις σποράς 18 με 20 κιλά ανά στρέμμα ενώ στην περίπτωση μας χορηγήθηκαν 14 κιλά ανά στρέμμα. Αντίθετα τα αποτελέσματα για την βρώμη δεν ήταν ικανοποιητικά καθώς η παρουσία φυτών δεν συμβαδίζει με την βιβλιογραφία. Οποσδήποτε το χαμηλότερο ποσοστό φυτρώματος δικαιολογείται καθώς σε περίπτωση μονοκαλλιέργειας βρώμης οι δόσεις είναι υψηλότερες αλλά και λόγω του ιδανικού φυτρώματος του βίκου ο ανταγωνισμός έδρασε πιο έντονα στην περίπτωση της βρώμης. Συγκεκριμένα όσον αφορά τις δοσολογίες στην μονοκαλλιέργεια για να προκύψουν οι παραπάνω αναφερόμενες πυκνότητες φυτών στην βιβλιογραφία αναφέρονται ιδανικές δόσεις 15 με 20 κιλά ανά

στρέμμα για παραγωγή βιομάζας ενώ στην περίπτωση μας εφαρμόστηκαν μόλις 9 κιλά ανά στρέμμα.

Συμπερασματικά το σύστημα ακαλλιέργειας παρουσίασε στο σύνολο τους στην συγκαλλιέργεια βρώμης και βίκου χαμηλό ποσοστό φυτρώματος σε σχέση με την βιβλιογραφία ενώ η συμβατική κατεργασία παρουσιάστηκε ιδιαίτερα ανταγωνιστική με υψηλά ποσοστά στο φύτευμα. Τέλος, κάποια ενθαρρυντικά σημάδια αντίδρασης στο φύτευμα στην συγκαλλιέργεια παρουσίασε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας με δισκοσβάρνα ιδιαίτερα για την περίπτωση του βίκου. Τέλος στην *Εικόνα 15* παρουσιάζονται φωτογραφίες από την εποχή μέτρησης του τελικού φυτρώματος με τα περισσότερα συστήματα κατεργασίες να είναι ευδιάκριτές οι γραμμές σποράς ενώ στην περίπτωση της ακαλλιέργειας όχι τόσο καθώς έχει πληγεί από ζιζάνια.



Εικόνα 15: Άποψη αγρού στο τελικό φυτόωμα στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης στις πέντε κατεργασίες.

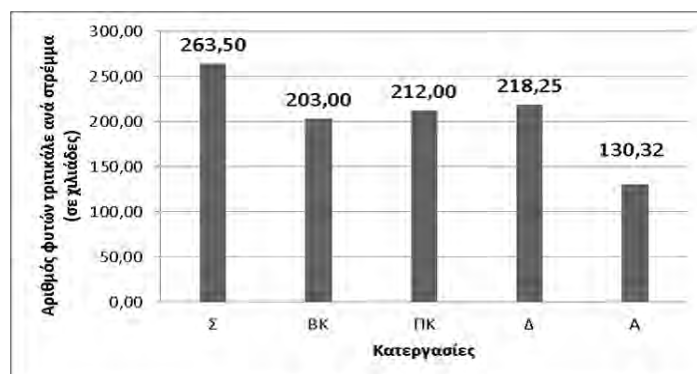
4.1.2. Αμειψισπορά Β: Συγκαλλιέργεια Μπιζέλι και Τριτικάλε

4.1.2.1. Φυτόωμα του τριτικάλε

4.1.2.1.1. Παρουσία φυτών τριτικάλε ανάλογα την κατεργασία

Στο Διάγραμμα 11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα φυτρώματος για το τριτικάλε στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού με τριτικάλε ανάλογα την κατεργασία. Οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τελικό πληθυσμό των φυτών στις 17/12/2013 ενώ υπενθυμίζουμε ότι η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 26/11/2013. Αρχικά παρατηρούμε ότι η συμβατική κατεργασία με άροτρο παρουσιάζει συγκριτικά

μεγαλύτερο αριθμό φυτών ανά μονάδα επιφάνειας σε σχέση με τις άλλες μεθόδους κατεργασίας και συγκεκριμένα αυξημένο κατά 17%, 20%, 23% και 50% σε σχέση με τα συστήματα δισκοσβάρνας, περιστροφικού καλλιεργητή, βαρύ καλλιεργητή και ακαλλιέργειας αντίστοιχα. Τα συστήματα κατεργασίας με βαρύ καλλιεργητή, περιστροφικό καλλιεργητή παρουσιάζουν παρόμοιο αριθμό φυτρώματος τριτικάλε αλλά και αυτά με την σειρά τους έχουν από 36 ως 40% περισσότερα φυτρωμένα φυτά από το σύστημα της ακαλλιέργειας.



Διάγραμμα 11: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος τριτικάλε στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτικάλε.

4.1.2.1.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος

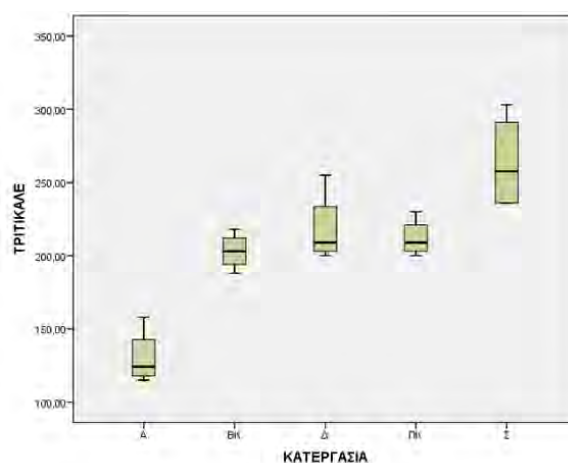
Στα αποτελέσματα φυτρώματος από την επίδραση των κατεργασιών μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση με τις άλλες κατεργασίες αλλά κυρίως με την ακαλλιέργεια ενώ το ίδιο συμβαίνει και για τις άλλες τρεις κατεργασίες (ΒΚ, Δ, ΠΚ) σε σχέση με την ακαλλιέργεια. Παρόλα αυτά για άλλη μια φορά αν θα χαρακτηριστούν στατιστικά σημαντικές οι διαφορές φυτρώματος του τριτικάλε μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας εξαρτάται και από την παραλλακτικότητα του μετρήσεων ή το σφάλμα τους.

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζεται ο συντελεστής παραλλακτικότητας των μετρήσεων εντός των κατεργασιών αλλά και στο σύνολο του δείγματος. Συγκεκριμένα η παραλλακτικότητα των μετρήσεων εντός των κατεργασιών όσο και στο σύνολο τους δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή καθώς προέκυψε ένας συντελεστής παραλλακτικότητας 0,12 ενώ μέσα στα δείγματα κατεργασιών τον υψηλότερο συντελεστή τον παρουσίασε το σύστημα της ακαλλιέργειας με 0,15. Στο Διάγραμμα 12 παρακάτω παρουσιάζεται και εικονικά το εύρος τιμών κάθε συστήματος κατεργασίας που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και το πιθανό σύνολο τιμών.

Πίνακας 6: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών τριτικάλε, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός χιλιάδων φυτρωμένων φυτών τριτικάλε ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	263,5000	33,23151	0,13
BK	203,0000	12,49000	0,06
ΠΚ	212,0000	12,96148	0,06
Δ	218,2500	24,98500	0,11
A	130,3182	19,12270	0,15
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,12	

Πραγματοποιώντας στατιστικό έλεγχο των μετρήσεων με εκτέλεση ANOVA οι διαφορές μεταξύ του αριθμού φυτρώματος παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές (Sig. 0,001<0,05). Με καθορισμένο στατιστικό ο έλεγχος με ελάχιστης στατιστικής διαφοράς προσδιορίσαμε συγκεκριμένα τις κατεργασίες που διαφέρουν σημαντικά. Επομένως προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας και όλων των άλλων συστημάτων κατεργασίας αλλά και μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας και όλων των άλλων συστημάτων. Τέλος, μεταξύ των συστημάτων βαρύ καλλιεργητή, περιστροφικού καλλιεργητή και δισκοσβάρνας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς τα σύνολα των πιθανών τιμών τους ταυτίζονται όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στο Διάγραμμα 12.



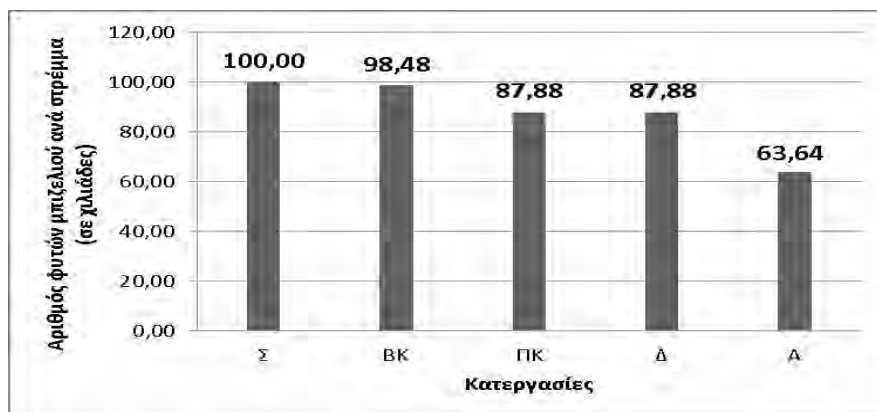
Διάγραμμα 12: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος τριτικάλε στα πέντε συστήματα κατεργασίας.

4.1.2.2. Φύτρωμα του μπιζελιού

4.1.2.2.1. Παρουσία φυτών μπιζελιού ανάλογα την κατεργασία

Αντίστοιχα με την περίπτωση του φυτρώματος του τριτικάλε στο Διάγραμμα 13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα φυτρώματος για το μπιζέλι στο σύστημα

συγκαλλιέργειας ανάλογα την κατεργασία επίδρασης. Όμοια, οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τελικό πληθυσμό των φυτών στις 17/12/2013 ενώ υπενθυμίζουμε ότι η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 26/11/2013. Το σύστημα κατεργασίας που προηγείται για άλλη μια φορά είναι της συμβατικής κατεργασίας αλλά με μικρές διαφορές σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού καλλιεργητή και της δισκοσβάρνας. Συγκεκριμένα παρουσιάζει μεγαλύτερη παρουσία φυτρώματος μόλις 2,5% από το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή και 13,12% από τα συστήματα της δισκοσβάρνας και του περιστροφικού καλλιεργητή. Αντίθετα για άλλη μια φορά το σύστημα της ακαλλιέργειας υπολείπεται φανερά σε παρουσία φυτρωμένων φυτών μπιζελιού κατά 36%, 35%, 28% και 28% σε σχέση με την συμβατικό σύστημα, τον βαρύ καλλιεργητή, το περιστροφικό καλλιεργητή και την δισκοσβάρνα αντίστοιχα.



Διάγραμμα 13: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος μπιζελιού στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτικάλε.

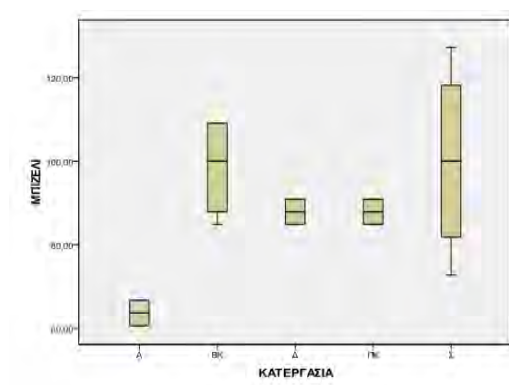
4.1.2.2.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος

Πριν προχωρήσουμε σε στατιστικό έλεγχο των διαφορών φυτρώματος του μπιζελιού υπό την επίδραση των κατεργασιών είναι σκόπιμο να δούμε πως κυμαίνεται η παραλλακτικότητα των μετρήσεων εντός των κατεργασιών αλλά και στο σύνολο του δείγματος (Πίνακας 7). Η παραλλακτικότητα στο συνολικό δείγμα παρατηρήσεων είναι σχετικά χαμηλή και ίση με 0,14. Ωστόσο παρόλο που δεν είναι υψηλή η παραλλακτικότητα εντός των κατεργασιών την υψηλότερη σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας την παρουσιάζει το σύστημα του αρότρου που παρουσιάζει επίσης και τις υψηλότερες ενδείξεις φυτρώματος. Υψηλή παραλλακτικότητα στην περίπτωση μας σημαίνει μεγάλο σφάλμα άρα και υψηλός βαθμός αστάθειας στο αριθμό φυτών που φυτρώνουν στο έδαφος

Πίνακας 7: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών μπιζελιού, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός χιλιάδων φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	100,0000	23,47263	0,23
BK	98,4848	12,49426	0,13
ΠΚ	87,8788	3,49909	0,04
Δ	87,8788	3,49909	0,04
Α	63,6364	3,49909	0,05
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,14	

Με την εκτέλεση ANOVA στην περίπτωση φυτρώματος του μπιζελιού προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεθόδων κατεργασιών καθώς προέκυψε Sig. 0,01<0,05. Έπειτα από την εκτέλεση ελάχιστης σημαντικής διαφοράς οι διαφορές που κρίνονται σημαντικές είναι του βαρύ καλλιεργητή και της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση με την ακαλλιέργεια. Αντίθετα τα άλλα συστήματα δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές και όπως παρατηρούμε και στο Διάγραμμα 14 σε μεγάλο μέρος το σύνολο τιμών τους ταυτίζεται (BK, ΠΚ, Δ, Σ).



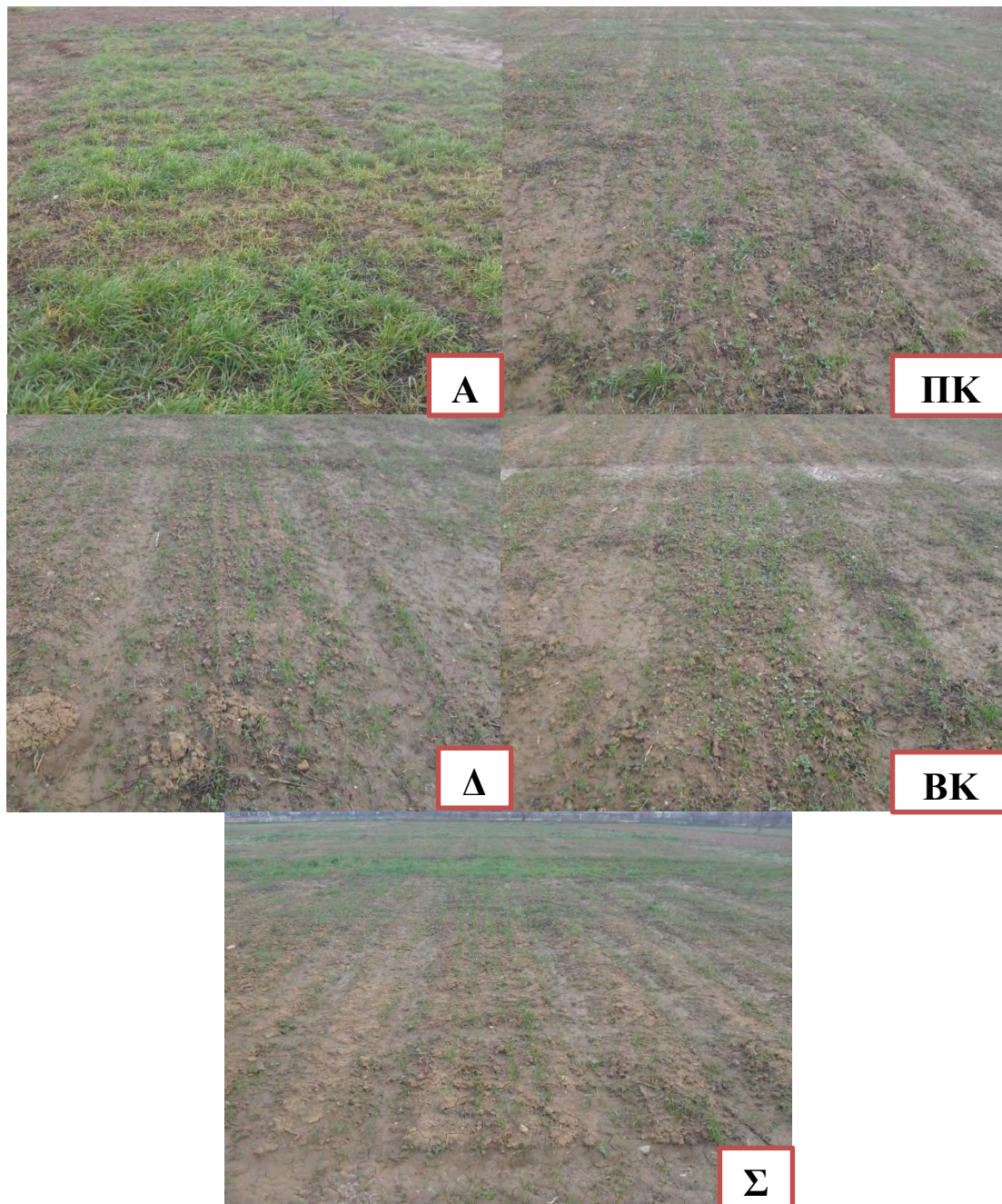
Διάγραμμα 14: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος μπιζελιού στα πέντε συστήματα κατεργασίας.

4.1.2.3. Αξιολόγηση φυτρώματος συγκαλλιέργειας μπιζελιού με τριτικάλε

Όσον αφορά το τριτικάλε αναφέρεται ότι για να υπάρχει ικανοποιητική απόδοση σε βιομάζα καλό είναι να υπάρχουν πάνω από 300 χιλιάδες φυτά ανά στρέμμα ενώ για τον μπιζέλι καλό είναι υπάρχουν περίπου 100 χιλιάδες φυτά ανά στρέμμα (Giunta and Monzo, 2004 and Uzun and Acikgoz, 2008). Ξεκινώντας από τα αποτελέσματα για το φύτεμα του μπιζελιού και αν αναλογιστούμε ότι σε ένα σύστημα συγκαλλιέργειας ότι υπάρχει μεγαλύτερος ανταγωνισμός στο φύτεμα και μικρότερη δόση σποράς από την μονοκαλλιέργεια τότε μπορούμε να πούμε ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τα συστήματα κατεργασίας εκτός της

ακαλλιέργειας ήταν ικανοποιητικά. Χαρακτηριστικά στην συγκαλλιέργεια που μελετήθηκε χρησιμοποιήθηκαν 12 κιλά σπόρου ανά στρέμμα ενώ στην μονοκαλλιέργεια προτείνονται τουλάχιστον 16 κιλά για ικανοποιητική παραγωγή βιομάζας (Ηλιάδης, 2014). Παρόλα αυτά η συμβατική κατεργασία και ο βαρύς καλλιεργητής παρουσίασαν ιδανικό φύτευμα. Η ακαλλιέργεια οπωσδήποτε παρουσίασε χαμηλότερο ποσοστό φυτρώματος γιατί ο ανταγωνισμός στην περίπτωση της ήταν ακόμα πιο έντονος λόγω και έντονης προσβολής ζιζανίων αλλά και λόγω της μη ιδανικής σποροκλίνης. Όσον αφορά γενικότερα τα αποτελέσματα για το τριτικάλε λογικό ήταν να μην κυμανθούν στα ιδανικά επίπεδα καθώς μετά από τα τόσο ικανοποιητικά αποτελέσματα φυτρώματος του μπιζελιού ο ανταγωνισμός έδρασε έντονα στο φύτευμα του αγρωστώδους ενώ και εδώ οι δόσεις σπορά ήταν χαμηλότερες από ότι σε ένα σύστημα μονοκαλλιέργειας. Συγκεκριμένα για παραγωγή βιομάζας προτείνονται σίγουρα πάνω από 10 κιλά ανά στρέμμα ενώ στην περίπτωση της συγκαλλιέργειας εφαρμόστηκαν 9 κιλά ανά στρέμμα. Παρόλα αυτά το συμβατικό σύστημα παρουσίασε ικανοποιητικό βαθμό φυτρώματος και τα άλλα συστήματα ήταν αναμενόμενα σε λογικά πλαίσια. χαμηλότερα. Αντίθετα το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσίασε ιδιαίτερα χαμηλό αριθμό φυτών τριτικάλε ανά στρέμμα.

Συμπερασματικά όσον αφορά το φύτευμα των καλλιεργειών το συμβατικό σύστημα κατεργασίας παρουσίασε σαφώς μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος σε σχέση με τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας και της ακαλλιέργειας. Σαν εναλλακτικό σύστημα ωστόσο με θετικά αποτελέσματα που προέκυψε ήταν αυτό της δισκοσβάρνας με ικανοποιητικό βαθμό φυτρώματος. Τέλος, στην Εικόνα 16 παρουσιάζονται φωτογραφίες του αγρού από την εποχή μέτρηση του τελικού φυτρώματος στις πέντε κατεργασίες και είναι εμφανέστατη η έντονη προσβολή της ακαλλιέργειας με ζιζάνια.



Εικόνα 16: Εικόνα του αγρού στο φύτευμα της συγκαλλιέργειας τριτικάλε και μπιζελιού με την περίπτωση της ακαλλιέργειας να παρουσιάζει έντονο ανταγωνισμό από ζιζάνια.

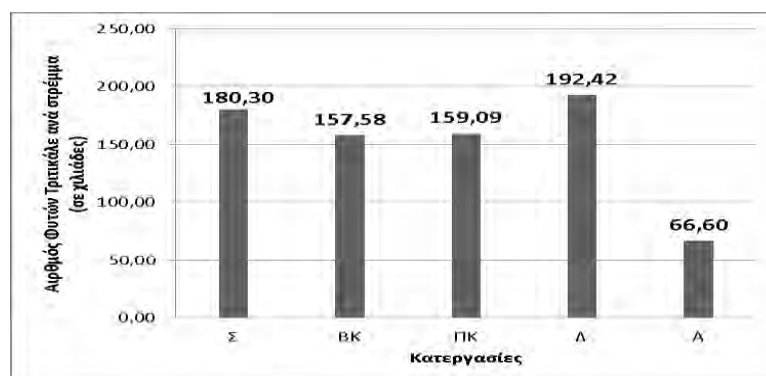
4.1.3. Αμειψισπορά Γ: Συγκαλλιέργεια Μπιζέλι και Τριτικάλε

4.1.3.1. Φύτευμα του τριτικάλε

4.1.3.1.1. Παρουσία φυτών τριτικάλε ανάλογα την κατεργασία

Στον πρώτο πειραματικό αγρό(ποτιστικό) που αξιολογήθηκαν οι πέντε κατεργασίες σε συγκαλλιέργειες βίκου και βρώμης και μπιζελιού με τριτικάλε στον δεύτερο πειραματικό αγρό (ξηρικό) αξιολογήθηκαν αντίστοιχα καλλιέργειες ελαιοκράμβης αλλά και πάλι συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε. Έτσι στο

Διάγραμμα 15 παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα φυτρώματος τριτρίκαλε στις πέντε κατεργασίες στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού με τριτρίκαλε στο δεύτερο πειραματικό αγρό. Η μέτρηση των τελικών πληθυσμών τριτρίκαλε έγινε στις 17/12/2013 ενώ η σπορά του μείγματος έγινε στις 20/11/2013. Ενθαρρυντικό στοιχείο είναι ότι ένα σύστημα μειωμένης κατεργασίας όπως η δισκοσβάρνα παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος. Γενικά και το αροτρό παρουσίασε παρόμοιο αριθμό φυτρώματος ανάλογο με εκείνο της δισκοσβάρνας ενώ στην συνέχεια ακολουθούν στο ίδιο ποσοστό φυτρώματος τα συστήματα βαρύ και περιστροφικού καλλιεργητή ενώ τελευταίο με αρκετά μεγάλη διαφορά έρχεται το σύστημα της ακαλλιέργειας. Συγκεκριμένα, το σύστημα της δισκοσβάρνας παρουσίασε μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος κατά 6%, 17%, 18% και 65% σε σχέση με τα συστήματα συμβατικής κατεργασίας με άροτρο, του περιστροφικού καλλιεργητή, του βαρύ καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας αντίστοιχα.



Διάγραμμα 15: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος τριτρίκαλε στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτρίκαλε.

4.1.3.1.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος

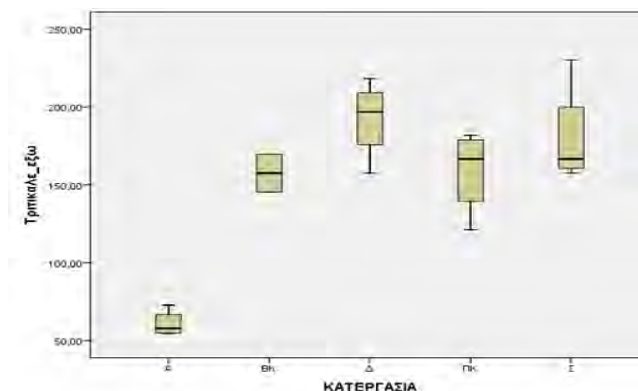
Η παραλλακτικότητα των μετρήσεων εντός των κατεργασιών μπορεί να χαρακτηριστεί χαμηλή και παρουσιάζει στο σύνολο των κατεργασιών συντελεστή παραλλακτικότητας μικρότερο του 0,20. Αντίστοιχα και η συνολική παραλλακτικότητα των μετρήσεων είναι χαμηλή και έχει συντελεστή ίσο με 0,16 (Πίνακας 8).

Πίνακας 8: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών τριτρίκαλε, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός χιλιάδων φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	180,303	33,69864	0,19

BK	157,5758	13,99637	0,09
ΠΚ	159,0909	27,27273	0,17
Δ	192,4242	25,41363	0,13
Α	66,72	8,46623	0,13
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,16	

Τέλος, εκτελώντας στατιστικό έλεγχο ANOVA προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά την παράμετρο του φυτρώματος τριτικάλε (Sig. <0,001<0,05). Εν συνεχεία με έλεγχο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς οι διαφορές που κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές είναι μεταξύ της ακαλλιέργειας και των άλλων συστημάτων κατεργασίας. Οποιοδήποτε άλλη σύγκριση μεταξύ των υπόλοιπων τεσσάρων κατεργασιών δεν προέκυψε σημαντική καθώς παρουσιάζουν μεταξύ τους πιθανά κοινά σύνολα τιμών όπως διακρίνεται και βοηθητικά στο *Διάγραμμα 16*.



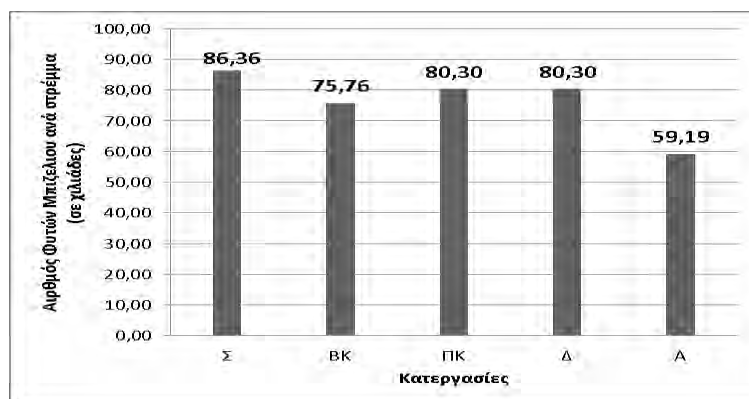
Διάγραμμα 16: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος τριτικάλε στα πέντε συστήματα κατεργασίας.

4.1.3.2. Φύτρωμα του κτηνοτροφικού μπιζελιού

4.1.3.2.1. Παρουσία φυτών κτηνοτροφικού μπιζελιού ανάλογα την κατεργασία

Όμοια με την περίπτωση του τριτικάλε στο *Διάγραμμα 17* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα φυτρώματος για το μπιζέλι στην συγκαλλιέργεια για τις πέντε κατεργασίες στον δεύτερο πειραματικό αγρό. Οι παρατηρήσεις των τελικών πληθυσμών και σε αυτή την περίπτωση έγιναν στις 17/12/2013 ενώ η σπορά όπως προαναφέραμε στις 20/11/2013. Το συμβατικό σύστημα κατεργασίας παρουσίασε τους υψηλότερους πληθυσμούς μπιζελιού αλλά ήταν περίπου στο ίδιο ποσοστό φυτρώματος με τις κατεργασίες με δισκοσβάρνα και περιστροφικό καλλιεργητή ενώ η κατεργασία με βαρύ καλλιεργητή υπολείπονταν λίγο. Αντίθετα η εφαρμογή της ακαλλιέργειας υπολείπονταν αρκετά σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας

στο τελικό φυτόμα του μπιζελιού. Συγκεκριμένα η κατεργασία με άροτρο παρουσίασε περισσότερους πληθυσμούς φυτών κατά 7%, 7%, 12% και 31% σε σχέση με την κατεργασία με περιστροφικό καλλιεργητή, δισκοσβάρνα, βαρύ καλλιεργητή και ακαλλιέργεια αντίστοιχα.



Διάγραμμα 17: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος μπιζελιού στο σύστημα συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτικάλε.

4.1.3.2.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος

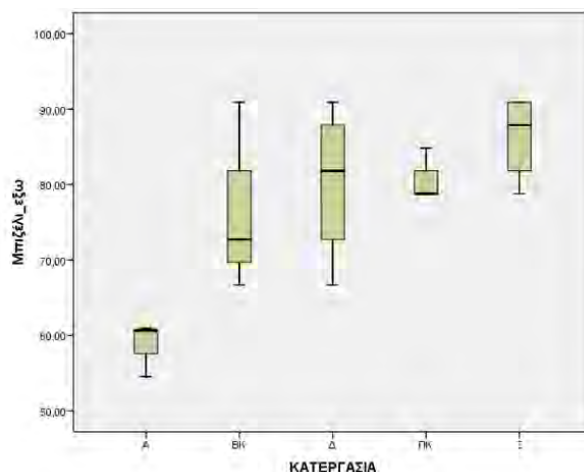
Η παραλλακτικότητα των μετρήσεων τελικού φυτρώματος τόσο εντός των κατεργασιών όσο και στο σύνολό της είναι χαμηλή (Πίνακας 9). Συγκεκριμένα εντός των κατεργασιών ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι κάτω του 0,10 με εξαίρεση να αποτελούν ο περιστροφικός και ο βαρύς καλλιεργητής που παρουσιάζουν 0,13 και 0,14 αντίστοιχα. Όσον αφορά αντίστοιχα τον συντελεστή παραλλακτικότητας του συνόλου είναι μόλις 0,09. Έτσι συμπεραίνουμε ότι οι τιμές των μετρήσεων δεν παρουσιάζουν μεγάλη αστάθεια και απόκλιση από την μέση τιμή.

Πίνακας 9: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών μπιζελιού, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός χιλιάδων φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	86,3636	5,80259	0,07
ΒΚ	75,7576	10,49728	0,14
ΠΚ	80,3030	3,03030	0,04
Δ	80,3030	10,35046	0,13
Α	63,6364	10,49728	0,05
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,09	

Εν συνεχεία εκτελώντας στατιστικό έλεγχο ANOVA εκτιμήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά τον παράγοντα του φυτρώματος του μπιζελιού ($<0,001 < 0,05$). Ακολούθησε εκτέλεση ελάχιστης σημαντικής διαφοράς και προέκυψε ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές είναι εκείνες

μεταξύ της ακαλλιέργειας και όλων των άλλων συστημάτων κατεργασίας. Σε καμία άλλη περίπτωση σύγκριση δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές και κάτι τέτοιο αποτυπώνεται ικανοποιητικά και στο *Διάγραμμα 18* όπου ταυτίζονται πιθανά κοινά σύνολα τιμών στις τέσσερις κατεργασίες (Σ, ΒΚ, ΠΚ, Δ).



Διάγραμμα 18: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος μπιζελιού στα πέντε συστήματα κατεργασίας.

4.1.3.3. Αξιολόγηση φυτρώματος συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε

Όπως προαναφέραμε ιδανικοί πληθυσμοί φυτών που αναφέρονται για το τριτκάλε είναι πάνω από 300 χιλιάδες φυτά ανά στρέμμα ενώ για το μπιζέλι περίπου 100 χιλιάδες. Επομένως οι πληθυσμοί φυτών τριτκάλε δεν είναι ικανοποιητικοί καθώς σε οποιαδήποτε κατεργασία είναι λιγότερο από 200.000 φυτά ανά στρέμμα. Μάλιστα στην περίπτωση της ακαλλιέργειας μπορεί να χαρακτηριστούν απογοητευτικοί. Ωστόσο δεν πρέπει να παραβλέπεται ο ανταγωνισμός λόγω της συγκαλλιέργειας, η έντονη παρουσία ζιζανίων σε ορισμένα τεμάχια και το γεγονός ότι στην περίπτωση μας χορηγήθηκαν 9 κιλά ανά στρέμμα στην σπορά ενώ στη μονοκαλλιέργεια προτείνονται πάνω από 10 κιλά. Όσον αφορά τους πληθυσμούς μπιζελιού τα αποτελέσματα δεν είναι τα ιδανικά αλλά σε σχέση με την περίπτωση του τριτκάλε είναι πιο ενθαρρυντικά αν συμπεριλάβουμε και εδώ τον ανταγωνισμό λόγω της συγκαλλιέργειας, την έντονη παρουσία ζιζανίων και το γεγονός ότι στην περίπτωση μας χορηγήθηκαν 12 κιλά ανά στρέμμα στην σπορά ενώ στη μονοκαλλιέργεια προτείνονται 16 κιλά. Εξαίρεση και πάλι αποτελεί το σύστημα της ακαλλιέργειας που παρουσιάζει ιδιαίτερα χαμηλούς πληθυσμούς.

Ακόμα να αναφέρουμε ότι τα αποτελέσματα φυτρώματος της αντίστοιχης συγκαλλιέργειας στον πρώτο πειραματικό αγρό ήταν πολύ καλύτερα από αυτά στο

δεύτερο. Η κύρια διαφορά των δύο περιπτώσεων ήταν ότι τα τεμάχια του δεύτερου πειραματικού αγρού είχαν εντονότερη προσβολή από ζιζάνια. Επιπλέον να αναφέρουμε ότι στο πρώτο πειραματικό αγρό στην κεντρικές εγκαταστάσεις του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας γίνονται εδώ και πολλά χρόνια πειράματα κατεργασιών από το Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας και όπως αναφέρει και η βιβλιογραφία τα συστήματα μειωμένων κατεργασιών προκειμένου να προσαρμοστούν χρειάζονται πρωτύπο χρόνο εφαρμογής (πχ μακροχρόνια οφέλη οργανικής ουσίας).

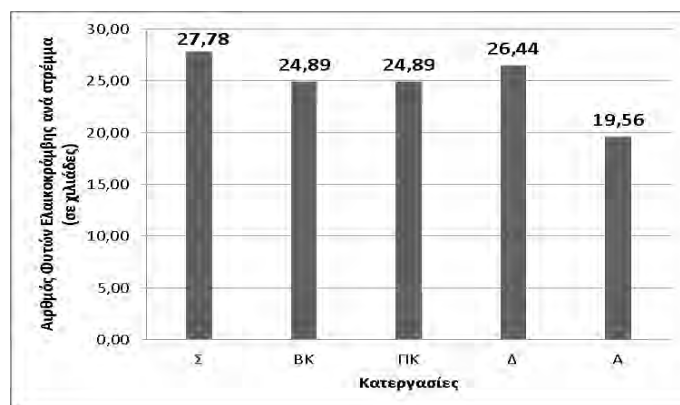
Συμπερασματικά στο σύνολο της η συγκαλλιέργεια δεν φύτρωσε ικανοποιητικά σε καμία από τις πέντε τις κατεργασίες που δοκιμάστηκαν. Ωστόσο το μόνο θετικό στοιχείο είναι ότι ένα σύστημα μειωμένης κατεργασίας όπως η δισκοσβάρνα με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας κατάφερε να είναι ανταγωνιστικό σε σχέση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της συμβατικής κατεργασίας. Από την άλλη η ακαλλιέργεια παρουσίασε απογοητευτικούς πληθυσμούς φυτρώματος και σε καμία περίπτωση η συγκαλλιέργεια δεν μπόρεσε να ανταπεξέλθει.

4.1.4. Αμειψισπορά Δ: Ελαιοκράμβη

4.1.4.1. Φύτρωμα Ελαιοκράμβης

4.1.4.1.1. Παρουσία φυτών ελαιοκράμβης ανάλογα την κατεργασία

Στο Διάγραμμα 19 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τελικού φυτρώματος ελαιοκράμβης που εγκαταστάθηκε στο δεύτερο πειραματικό αγρό που βρίσκεται εκτός των κεντρικών εγκαταστάσεων του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η μέτρηση του τελικού φυτρώματος πραγματοποιήθηκε στις 19/12/2013 ενώ η σπορά του αγρού έγινε στις 29/11/2012. Όσον αφορά τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρατηρούμε ότι προηγείται το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας σε φύτρωμα αλλά με μικρή διαφορά σε σχέση με τα συστήματα της δισκοσβάρνας, του βαρύ καλλιεργητή και του περιστροφικού καλλιεργητή τα οποία παρουσιάζουν παρόμοιο αριθμό φυτών. Από την άλλη το σύστημα της ακαλλιέργειας υπολείπεται για άλλη μια φορά στο φύτρωμα της ελαιοκράμβης σε σχέση με τα άλλα. Συγκεκριμένα η συμβατική κατεργασία με άροτρο παρουσιάζει μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος κατά 5%, 10%, 10% και 30% σε σχέση με δισκοσβάρνα, βαρύ καλλιεργητή, περιστροφικό καλλιεργητή και ακαλλιέργεια αντίστοιχα.



Διάγραμμα 19: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος ελαιοκράμβης.

4.1.4.1.2. Παραλλακτικότητα μετρήσεων και στατιστικός έλεγχος

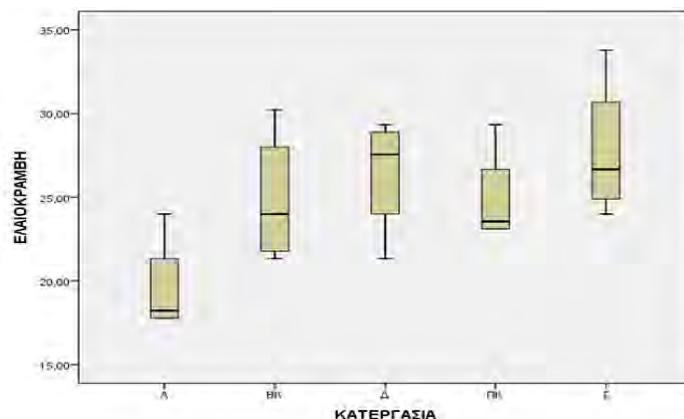
Όπως παρατηρούμε και παραπάνω οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών είναι μικρές με εξαίρεση το σύστημα της ακαλλιέργειας. Πριν προχωρήσουμε ωστόσο στο στατιστικό έλεγχο θα παρατηρήσουμε την παραλλακτικότητα των μετρήσεων τόσο εντός των κατεργασιών όσο και στο σύνολο των μετρήσεων. Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται οι συντελεστές παραλλακτικότητας και διακρίνουμε ότι η παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων εντός των κατεργασιών είναι μικρή και οι συντελεστές κυμαίνονται περίπου στο ίδιο επίπεδο από 0,12 ως 0,16. Αντίστοιχα και η παραλλακτικότητα συνολικά των μετρήσεων είναι χαμηλή και έχει συντελεστή ίσο με 0,14.

Πίνακας 10: Μέσοι όροι φυτρωμένων φυτών ελαιοκράμβης, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv).

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός χιλιάδων φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	27,7800	4,25585	0,15
BK	24,8875	4,04160	0,16
ΠΚ	24,8875	2,99124	0,12
Δ	26,4425	3,58316	0,14
Α	19,5575	2,99124	0,15
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,14	

Στην συνέχεια εκτελώντας στατιστικό έλεγχο ANOVA μεταξύ των κατεργασιών οι διαφορές στον παράγοντα του φυτρώματος που προέκυψαν δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (σε οριακό βαθμό Sig. 0,057>0,05). Παρατηρώντας μάλιστα το παρακάτω Διάγραμμα 20 είναι εμφανές ότι υπάρχουν πιθανά κοινά σύνολα τιμών μεταξύ των κατεργασιών που είναι πιο έντονα μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας,

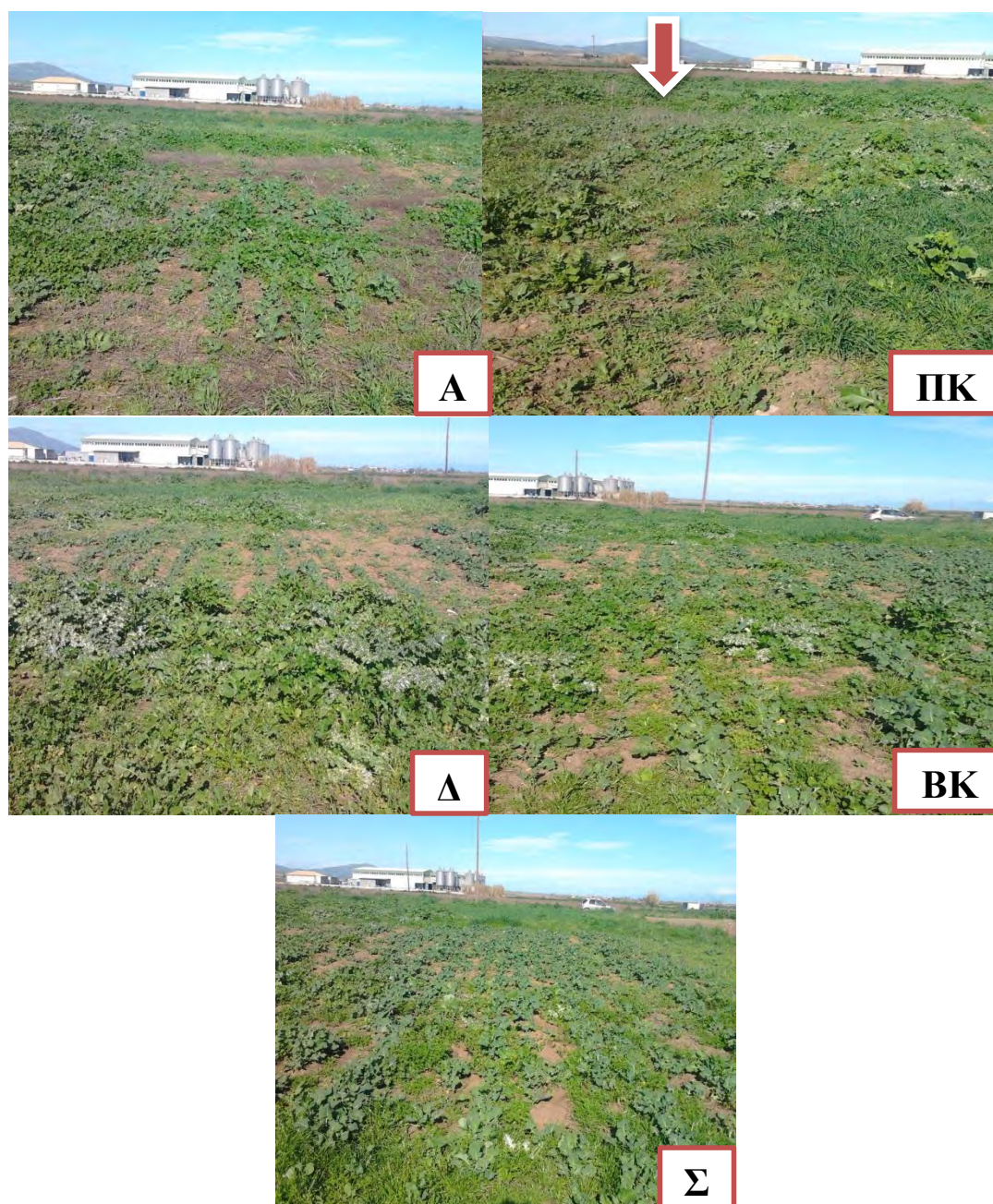
του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού καλλιεργητή και της δισκοσβάρνας και σε οριακό βαθμό μεταξύ της ακαλλιέργειας και των άλλων συστημάτων.



Διάγραμμα 20: Εικονική απεικόνιση το σύνολο τιμών φυτρώματος μπιζελιού στα πέντε συστήματα κατεργασίας.

4.1.4.2. Αξιολόγηση Φυτρώματος Ελαιοκράμβης

Για υψηλές αποδόσεις βιομάζας προτείνονται πληθυσμοί φυτών περίπου 60.000-70.000 ανά στρέμμα ενώ οι πληθυσμοί για παραγωγή σπόρου με περιορισμένη χρήση νερού είναι στα 20.000-25.000 φυτά ανά στρέμμα (Αυγουλάς κ.α., 2001 and Potter et al., 2001). Τα αποτελέσματα φυτρώματος που προέκυψαν είναι πολύ χαμηλότερα από τα αναμενόμενα για παραγωγή βιομάζας ενώ θεωρούνται σε κάθε περίπτωση ιδανικά για παραγωγή σπόρου. Ωστόσο στην περίπτωση μας χρησιμοποιήθηκαν στην σπορά περίπου 70.000 σπόροι ανά στρέμμα και έτσι από την αρχή ήταν αδύνατο να επιτευχθούν οι παραπάνω πληθυσμοί για παραγωγή βιομάζας. Συγκεκριμένα, με ένα φυσιολογικό ποσοστό απωλειών στο 20 με 30% θα προέκυπταν στην καλύτερη των περιπτώσεων 49.000-56.000 φυτά ανά στρέμμα. Παρόλα αυτά απώλειες φυτρώματος 60 με 70% που προέκυψαν στην περίπτωση μας είναι ιδιαίτερα υψηλές και έτσι το φύτεμα της ελαιοκράμβης ήταν απογοητευτικό. Κύριος λόγος ήταν αρχικά οι έλλειψη βροχοπτώσεων στην σπορά αλλά και ο έντονος ανταγωνισμός με ζιζάνια. Χαρακτηριστικά στην *Εικόνα 17* είναι ξεκάθαρος ο έντονος ανταγωνισμός ζιζανίων στις πέντε κατεργασίες την εποχή μέτρησης του τελικού φυτρώματος.



Εικόνα 17: Έντονη παρουσία ζιζανίων στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας ελαιοκράμβης στις πέντε κατεργασίες

4.2. Παρουσίαση, ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων του δείκτη NDVI

4.2.1. Παρουσία ή μη της ακαλλιέργειας στην στατιστική ανάλυση NDVI

Το Crop Circle λαμβάνει ενδείξεις για οποιαδήποτε βλάστηση υπάρχει είτε ζιζανίου είτε καλλιεργούμενου φυτού. Έτσι οι ενδείξεις στις περιπτώσεις της ακαλλιέργειας ίσως να μη αποτυπώνουν τόσο την βλάστηση των καλλιεργούμενων φυτών που είναι το ζητούμενο αλλά τον πληθυσμό των ζιζανίων. Για τον παραπάνω

λόγο υπήρχε προβληματισμός για την παρουσία ή μη της ακαλλιέργειας στην εκτέλεση της ANOVA. Η ANOVA εκτός από σύγκριση μέσων όρων είναι σύγκριση παραλλακτικότητας άρα η παρουσία της ακαλλιέργειας ενδέχεται να επηρεάσει την παραλλακτικότητα του δείγματος άρα να επηρεάσει και το επίπεδο σημαντικότητας. Για τον λόγο αυτό παράλληλα με εκτέλεση ANOVA με την παρουσία ακαλλιέργειας έγινε έλεγχος και χωρίς την παρουσία της. Και στις δύο περιπτώσεις η σημαντικότητα δεν επηρεάστηκε για αυτό επιλέχθηκε και η παρουσία της ακαλλιέργειας στους στατιστικούς ελέγχους ANOVA. Επιπλέον παρακάτω γίνεται και προσέγγιση της παρουσίας των ζιζανίων σε όλες τις περιπτώσεις ακαλλιεργειών στο σύνολο των πειραμάτων έχοντας σαν δεδομένο τον δείκτη NDVI.

4.2.2. Αμειψισπορά Α: Δείκτης NDVI για την συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης

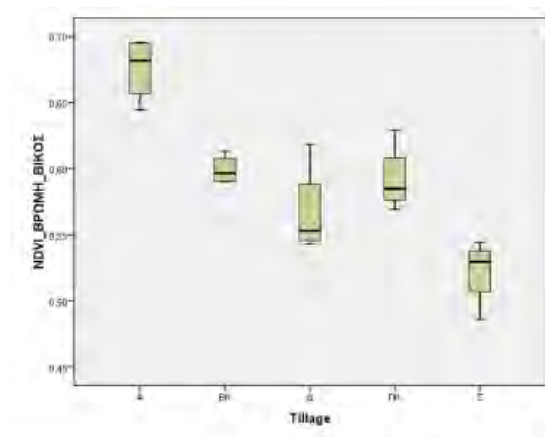
Στον Πίνακα 11 παρουσιάζεται μεταξύ άλλων παραμέτρων η μέση τιμή του δείκτη NDVI για την συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης. Η μέτρηση για τον δείκτη NDVI πάρθηκε ένα μήνα μετά την μέτρηση του τελικού φυτρώματος και συγκεκριμένα στις 18/1/2013. Στην περίπτωση του βίκου τον μεγαλύτερο δείκτη NDVI άρα και βλάστησης παρουσιάζει το σύστημα της ακαλλιέργειας όχι λόγω του μεγάλου αριθμού φυτρώματος των φυτών της καλλιέργειας αλλά λόγω κυρίως του έντονου πληθυσμού ζιζανίων που έχει. Άλλωστε ο δείκτης NDVI δεν διαχωρίζει είδη φυτών αλλά μόνο αναγνωρίζει βλάστηση. Συνεχίζοντας την ανάλυση για τις άλλες κατεργασίες παρατηρούμε ότι ο βαρύς και περιστροφικός καλλιεργητής παρουσιάζουν την μεγαλύτερη βλάστηση ενώ ακολουθεί η δισκοσβάρνα και τέλος η συμβατική κατεργασία με άροτρο. Εντυπωσιακή είναι η τελευταία θέση κατάταξης της συμβατικής κατεργασίας παρόλο που παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος. Μια ερμηνεία είναι ότι στα άλλα συστήματα στο δείκτη NDVI συμβάλουν και αυτοφυής βλάστηση πέρα από την καλλιέργεια και όπως παρατηρήθηκε στην εφαρμογή του συμβατικού συστήματος υπήρχε η μικρότερη δυνατή προσβολή ζιζανίων. Ακόμα παρόλο που το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσίασε χαμηλό ποσοστό φυτρώματος από πλευρά βλάστησης είναι σε υψηλό βαθμό. Είναι προφανές ότι αυτό που μετράμε με τη NDVI είναι η παρουσία βλάστησης και ουσιαστικά ο συνολικός πληθυσμός των φυτών ανεξάρτητα από το είναι φυτά της καλλιέργειας ή ζιζάνια.

Πίνακας 11: Τιμές NDVI, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv) για την συγκαλλιέργεια βίκου βρώμης.

Κατεργασία	NDVI	Τυπική απόκλιση	Cv
Σ	0,5224	0,02515	0,05
BK	0,599	0,01086	0,02
ΠΚ	0,592	0,02584	0,04
Δ	0,5669	0,03482	0,06
A	0,6757	0,02423	0,04
Συνολική παραλλακτικότητα(Cv)		0,05	

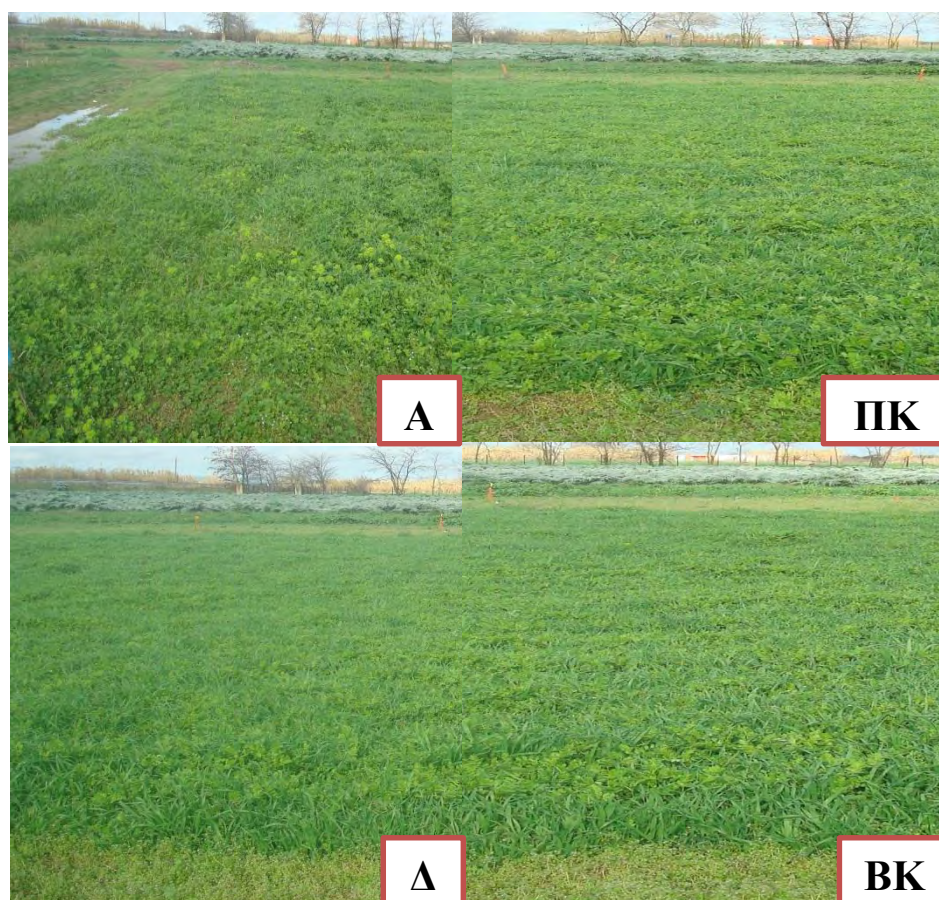
Πριν προχωρήσουμε στον στατιστικό έλεγχο των παρατηρήσεων είναι σκόπιμο να δούμε την παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων. Και σε αυτή την περίπτωση διαχωρίζεται και υπολογίζεται ξεχωριστή παραλλακτικότητα εντός των κατεργασιών και συνολική παραλλακτικό για πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο πειραματισμού. Πρακτικά έντονη παραλλακτικότητα στο δείκτη βλάστησης ίσως ερμηνευτεί και σε ανομοιομορφία στην βλάστηση στα πειραματικά τεμάχια. Ωστόσο στην παρούσα περίπτωση συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης η παραλλακτικότητα των μετρήσεων εντός των κατεργασιών είναι ιδιαίτερα χαμηλή και δεν ξερνάει ο συντελεστής παραλλακτικότητας το 0,06. Αντίστοιχα και η συνολική παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων είναι χαμηλή με συντελεστή μόλις 0,05.

Τέλος τα αποτελέσματα εκτέλεσης ANOVA έδειξαν ότι η επίδραση της κατεργασίας του εδάφους είναι στατιστικά σημαντική στην ένταση βλαστικότητας του αγρού (δείκτη NDVI) (Sig. <0.001). Για να προσδιοριστούν οι συγκεκριμένες διαφορές κατεργασιών έγινε εφαρμογή ελάχιστης σημαντικής διαφοράς και προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καταρχάς μεταξύ της ακαλλιέργειας και των άλλων κατεργασιών. Ωστόσο αυτές οι διαφορές δεν είναι ουσιαστικές καθώς συγκρίνουν άλλα είδη βλάστησης και όχι μόνο των καλλιεργούμενων φυτών. Περαιτέρω, στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ όλων των συστημάτων κατεργασίας έναντι της συμβατικής μεθόδου. Ωστόσο, αυτό από μόνο του δεν είναι ασφαλές συμπέρασμα γιατί στα αποτελέσματα φυτρώματος το συμβατικό σύστημα κατεργασίας ήταν με διαφορά το πρώτο. Σίγουρα όμως κρατάμε ότι οι μέθοδοι κατεργασίας ΠΚ, Δ, BK δεν διαφέρουν σημαντικά καθώς παρουσιάζουν πιθανά κοινά σύνολα τιμών (Διάγραμμα 21).



Διάγραμμα 21: Σύνολο τιμών των ενδείξεων NDVI στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια βίκου βρώμης.

Τέλος αφού αναφερόμαστε σε δείκτες βλάστησης θα ήταν καλό να παραθέσουμε ορισμένες φωτογραφίες στο σημείο αυτό από αναπτυγμένη πλέον συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης. Έτσι στην Εικόνα 18 παρουσιάζονται φωτογραφίες της συγκαλλιέργειας στις πέντε κατεργασίας εφαρμογής όπως παρουσιάζονται στις 11/2/2013.





Εικόνα 18: Αποψη αγρού στις πέντε κατεργασίες στις 11/2/2013 στην συγκαλλιέργεια βίκου βρώμης, 55 ημέρες από την σπορά.

4.2.3. Αμειψισπορά Β: Δείκτης NDVI για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε

Όπως και στην περίπτωση της συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης έτσι στο Πίνακα 12 παρακάτω παρουσιάζονται οι αντίστοιχες ενδείξεις του δείκτη NDVI για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε που εγκαταστάθηκε στο πρώτο πειραματικό αγρό. Η μέτρηση για τον δείκτη NDVI πάρθηκε ένα μήνα μετά την μέτρηση του τελικού φυτρώματος στις 18/1/2013. Για τους λόγους που αναφέραμε και στην περίπτωση της άλλης συγκαλλιέργειας η ακαλλιέργεια έχει τον μεγαλύτερο δείκτη NDVI και χρησιμεύει αποκλειστικά και μόνο για εκτίμηση της προσβολής από ζιζάνια καθώς η προσβολή από αυτοφυή βλάστηση ήταν έντονη και καθόριζε σε μεγάλο βαθμό τον βαθμό βλάστησης του αγροτεμαχίου.

Πίνακας 12: Τιμές NDVI, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv) για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε.

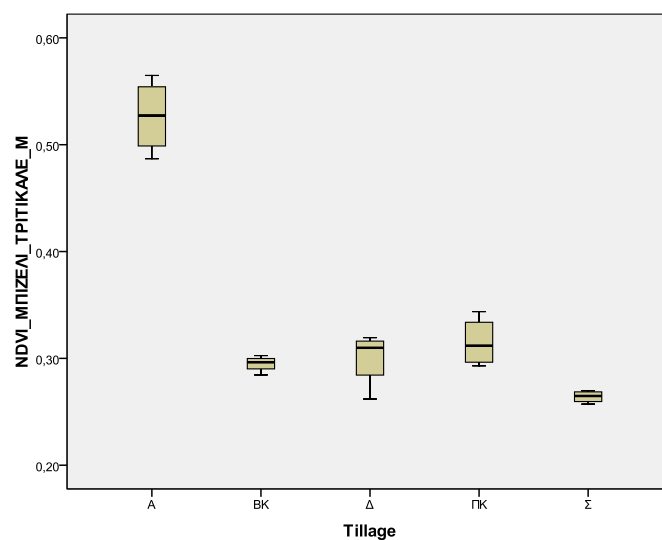
Κατεργασία	NDVI	Τυπική απόκλιση	Cv
Σ	0,2641	0,00564	0,02
ΒΚ	0,2950	0,00761	0,03
ΠΚ	0,3151	0,02324	0,07
Δ	0,3002	0,02604	0,09
Α	0,5265	0,03452	0,07
Συνολική παραλλακτικότητα(Cv)		<0,09	

Για άλλη μια φορά η συμβατική κατεργασία ήρθε τελευταίο σε δείκτη βλάστησης παρόλο που παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι και σε αυτή την περίπτωση η συμβατική κατεργασία

είχε την μικρότερη προσβολή από ζιζάνια και έτσι ο δείκτης εξαρτιόνταν αποκλειστικά από την βλάστηση της συγκαλλιέργειας ενώ στα υπόλοιπα σύστημα συνέβαλε και η βλάστηση των ζιζανίων. Στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε η κατεργασία με περιστροφικό καλλιεργητή παρουσιάζει υψηλότερη ένδειξη μεταξύ των τεσσάρων κατεργασιών παρόλο που και οι κατεργασίες με βαρύ καλλιεργητή και δισκοσβάρνα κυμαίνονται στο ίδιο περίπου επίπεδο. Ένα στοιχείο που παρατηρούμε στην προκειμένη περίπτωση είναι ότι οι τιμές έντασης βλαστικότητας (NDVI) είναι πολύ χαμηλότερες έναντι της περίπτωσης βίκου και βρώμης. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη ανάπτυξη φυτών στο τεμάχιο βίκου βρώμης λόγω της πρωιμότερης σποράς. Έτσι λόγω των μικρών τιμών NDVI κάποιες ακραίες ενδείξεις λόγω κάποιου ζιζανιού είτε λόγω εδάφους ίσως επηρεάζουν αρκετά το τελικό μέσο όρο.

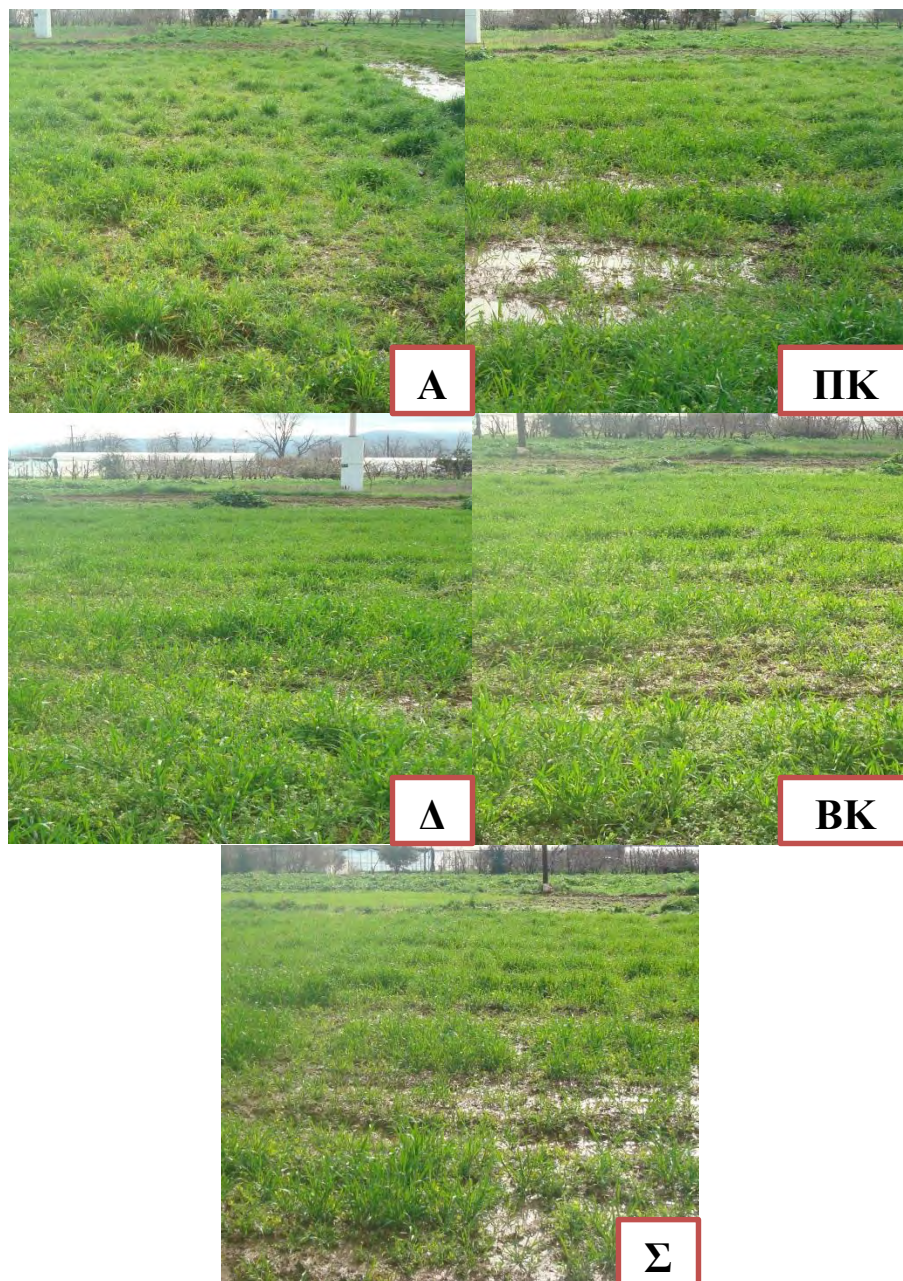
Γενικότερα η παραλλακτικότητα στο σύνολο των μετρήσεων αλλά και εντός των κατεργασιών χαρακτηρίζεται χαμηλή (Πίνακας 12). Ωστόσο παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη παραλλακτικότητα την παρουσιάζουν τα συστήματα που προηγούνται (ίσως οφείλονται στις έντονες τυπικές αποκλίσεις λόγω ακραίων ενδείξεων αυτοφυούς βλάστησης). Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι το C_v πειράματος αναφέρεται ως <0,01 καθώς το μέσο σφάλμα των ενδείξεων ήταν τόσο μικρό όπου το SPSS το παρουσίαζε ως 0,000. Ωστόσο, επειδή η τυπική απόκλιση και κατ' επέκταση το μέσο σφάλμα δεν είναι ποτέ μηδέν αλλά έστω <0,001 θεωρήθηκε τιμή προσέγγισης μέσου σφάλματος το 0,001.

Τέλος, η επίδραση των κατεργασιών στον δείκτη NDVI είναι στατιστικά σημαντικές στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε (Sig. <0,001). Με την εφαρμογή ελάχιστης σημαντικής διαφοράς προέκυψε ότι ουσιαστικά σημαντική διαφορά (πέρα από αυτή της ακαλλιέργειας με όλα τα συστήματα) είναι μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή και του αρότρου. Πρακτικά η μόνη σημασία που έχει η σημαντικότητα της ακαλλιέργειας έναντι των άλλων συστημάτων είναι μπορούμε να πούμε ότι παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερο πληθυσμό ζιζανίων έναντι των άλλων συστημάτων. Ακόμη, παρατηρούμε στο παρακάτω Διάγραμμα 22 τα πιθανά εύρη κοινών ενδείξεων μεταξύ ΒΚ, Δ και ΠΚ έτσι ώστε να μην είναι στατιστικά σημαντικές οι διαφορές τους.



Διάγραμμα 22: Σύνολο τιμών των ενδείξεων NDVI στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού τριτκάλε.

Τέλος, στην Εικόνα 19 παρουσιάζονται φωτογραφίες αναπτυγμένης βλάστησης στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 11/2/2013.



Εικόνα 19: Άποψη αγρού στις πέντε κατεργασίες στις 11/2/2013 στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού τριτικάλε, 55 ημέρες από την σπορά.

4.2.4. Αμειψισπορά Γ: Δείκτης NDVI για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται αποτελέσματα του δείκτη NDVI στις πέντε κατεργασίες που προέκυψαν στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε που εγκαταστάθηκε στον δεύτερο πειραματικό αγρό εκτός των κεντρικών εγκαταστάσεων του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Γενικότερα στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι στην προκειμένη περίπτωση το σύνολο του πειραματικού αγρού είχε έντονη προσβολή από ζιζάνια και έτσι ο δείκτης NDVI δεν εκφράζεται μόνο από την

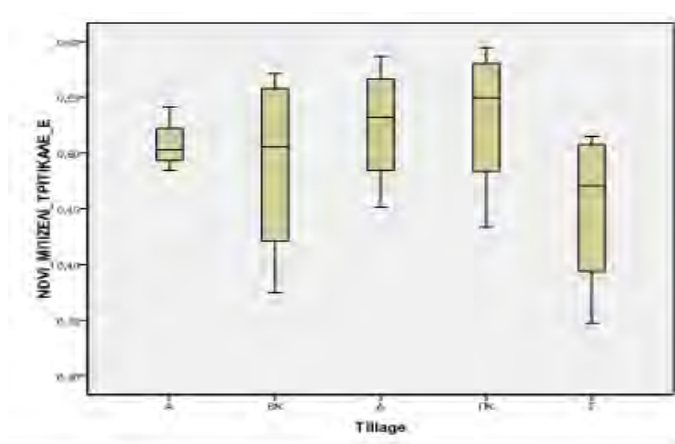
βλάστηση του μείγματος αλλά και σε μεγάλο μέρος και από την ανάκλαση της αυτοφυούς βλάστησης.

Πίνακας 13: Τιμές NDVI, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv) για την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε.

Κατεργασία	NDVI	Τυπική απόκλιση	Cv
Σ	0,4508	0,07618	0,17
ΒΚ	0,4895	0,08825	0,18
ΠΚ	0,5319	0,07010	0,13
Δ	0,5256	0,05694	0,11
Α	0,5080	0,02399	0,05
Συνολική παραλλακτικότητα(Cv)		0,14	

Το μεγαλύτερο δείκτη βλαστικότητας τον παρουσιάζουν τα συστήματα περιστροφικού καλλιεργητή και δισκοσβάρνας ενώ ακολουθεί η ακαλλιέργεια και τέλος η συμβατική κατεργασία και ο βαρύς καλλιεργητής με παρόμοιες ενδείξεις.

Η παραλλακτικότητα τόσο εντός των κατεργασιών όσο και στο σύνολο της δεν ήταν ιδιαίτερα υψηλή και κυμαίνεται έτσι ο συντελεστής από 0,11 ως 0,18. Για άλλη μια φορά παρουσιάζει το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσίασε τον χαμηλότερο συντελεστή παραλλακτικότητας μόλις στο 0,05. Στην στατιστική ανάλυση ANOVA προέκυψε ότι η επίδραση της κατεργασίας δεν είναι στατιστικά σημαντική στην ένταση βλαστικότητας των καλλιεργειών τριτικάλε και μπιζελιού (Sig. 0,510). Κοινά εύρη ενδείξεων χαρακτηριστικά παρατηρούμε μεταξύ των κατεργασιών στο παρακάτω Διάγραμμα 23.



Διάγραμμα 23: Σύνολο τιμών των ενδείξεων NDVI στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού τριτικάλε.

4.2.5. Αμειψισπορά Δ: Δείκτης NDVI για την ελαιοκράμβη

Τα αποτελέσματα της έντασης βλάστησης (NDVI) στις πέντε κατεργασίες αξιολόγησης στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης παρουσιάζονται στο Πίνακα 14. Η μέτρηση για τον δείκτη NDVI πάρθηκε ένα μήνα μετά την μέτρηση του τελικού φυτρώματος στις 18/1/2013. Στην περίπτωση της ακαλλιέργειας αυτή την φορά βλέπουμε με διαφορά την χαμηλότερη τιμή έντασης βλάστησης. Αυτό σε πρώτη εκτίμηση ίσως έρχεται σε αντίθεση με έντονη παρουσία ζιζανίων αλλά ισχύει το αντίθετο στην πραγματικότητα. Και πάλι ο πειραματικός αγρός είχε έντονη προσβολή ζιζανίων μόνο που αυτή την φορά το μεγαλύτερο μέρος αυτών ήταν πολυκόμμι (*Polygonum aviculare*) όπου ήταν αποξηραμένο σε μεγάλο βαθμό και δεν είχε έντονο πράσινο χρώμα για να έχει υψηλή ένδειξη NDVI.

Πίνακας 14: Τιμές NDVI, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας (Cv) για την ελαιοκράμβη.

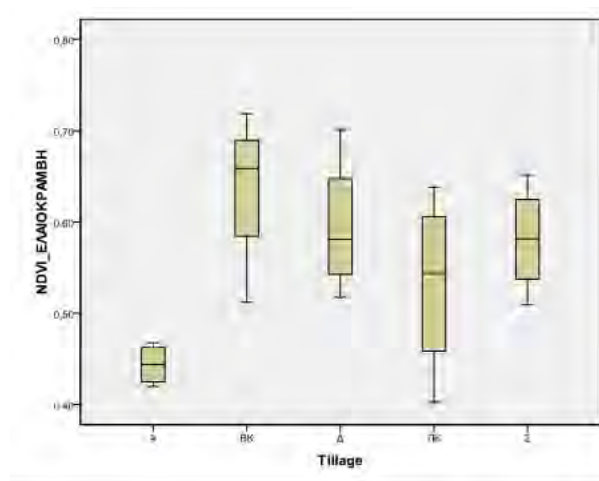
Κατεργασία	NDVI	Τυπική απόκλιση	Cv
Σ	0,5808	0,05981	0,10
BK	0,6368	0,08797	0,14
ΠΚ	0,5319	0,10020	0,19
Δ	0,5951	0,07762	0,13
A	0,4435	0,02265	0,05
Συνολική παραλλακτικότητα(Cv)		0,13	

Όσον αφορά τις υπόλοιπες κατεργασίες καταρχάς παρατηρούμε υψηλό δείκτη NDVI άνω του 0,50 για όλες τις περιπτώσεις. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με το ποσοστό φυτρώματος καθώς δεν ήταν ιδιαίτερα υψηλό λόγω της επίδρασης χαμηλών θερμοκρασιών. Ωστόσο για ασφαλείς μετρήσεις δίχως την επίδραση υψηλού σφάλματος (λόγω ζιζανίων ή εδάφους) οι μετρήσεις έγιναν προσαρμοσμένες σε γραμμές φυτρωμένης ελαιοκράμβης. Το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή έρχεται πρώτο με διαφορά και με πολύ υψηλή ένδειξη ενώ για πρώτη φορά το σύστημα του αρότρου δεν είναι ιδιαίτερα χαμηλό από πλευρά ενδείξεων. Το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή δεν απέδωσε ικανοποιητικά από πλευρά έντασης βλαστικότητας.

Γενικότερα η συνολική παραλλακτικότητα του συνόλου των μετρήσεων δεν ήταν ιδιαίτερα υψηλή και παρουσίασε συντελεστή παραλλακτικότητας ίσο με 0,13. Όσον αφορά την παραλλακτικότητα εντός των κατεργασιών εξίσου ήταν σε λογικά

πλαίσια με τον συντελεστή να κυμαίνεται από 0,10 ως 0,19 με εξαίρεση να αποτελεί στο σύστημα της ακαλλιέργειας όπου παρουσίασε ιδιαίτερα χαμηλό βαθμό παραλλακτικότητας (συντελεστής 0,05).

Τέλος με την εφαρμογή στατιστικού ελέγχου ANOVA προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Sig. 0,02<0,05). Συγκεκριμένα με την εφαρμογή ελάχιστης σημαντικής διαφοράς προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο παράγοντα NDVI μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή, του συμβατικού συστήματος και της δισκοσβάρνας σε σχέση με την ακαλλιέργεια και όχι μεταξύ των υπολοίπων τεσσάρων κατεργασιών μεταξύ τους. Μάλιστα, στο Διάγραμμα 24 επιβεβαιώνονται και τα πιθανά κοινά εύρη ενδείξεων στα συστήματα κατεργασίας μεταξύ τους.



Διάγραμμα 24: Σύνολο τιμών των ενδείξεων NDVI στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού τριτικάλε.

4.3. Αποτελέσματα Αντίστασης στην διείσδυση Χειμερινής περιόδου

Κατά την διάρκεια ανάπτυξης των χειμερινών καλλιεργειών στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής θελήσαμε να λάβουμε μετρήσεις με το διεισδυσιόμετρο στο πρώτο πειραματικό αγρό στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης. Πιο συγκεκριμένα οι μετρήσεις αυτές έγιναν προκειμένου να δούμε πως εκφράζεται το φαινόμενο της συμπίεσης από την επίδραση των κατεργασιών. Έτσι παρακάτω γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση, ερμηνεία και στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων από τις 11/2/2013 ως τις 2/4/2013 σε όλα τα βάθη ενδείξεων από 0 έως 50 cm.

4.3.1. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 11/2/2013

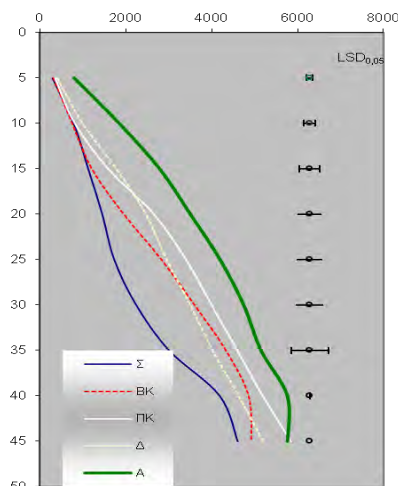
4.3.1.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 11/2/2013

Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται οι ενδείξεις της αντίστασης στην διείσδυση σε κάθε μια από τις κατεργασίες εφαρμογής στα βάθη παρατηρήσεων στις 11/2/2013. Πρώτα παρατηρούμε ότι οι ενδείξεις όσο αυξάνει το βάθος τόσο αυξάνει και η αντίσταση στην διείσδυση. Γενικότερα στο σύνολο όλων των βαθών το συμβατικό σύστημα παρουσιάζει τα λιγότερα συμπίεσμένα στρώματα εδάφους ενώ της ακαλλιέργεια τα πιο συμπίεσμένα. Συγκεκριμένα, ως τα πρώτα 15 cm το συμβατικό σύστημα κατεργασίας παρουσιάζει την μικρότερη ένδειξη αντίστασης στην διείσδυση, ακολουθεί ο βαρύς καλλιεργητής, έπειτα ο περιστροφικός, η δισκοσβάρνα ενώ τελευταίο σύστημα με την μεγαλύτερη ένδειξη αντίστασης είναι με διαφορά η ακαλλιέργεια. Στην συνέχεια από τα 20 εκατοστά και βαθύτερα το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσιάζει την δεύτερη μεγαλύτερη αντίσταση στην διείσδυση ενώ από 25 cm και έπειτα το σύστημα της δισκοσβάρνας παρουσιάζει την δεύτερη χαμηλότερη αντίσταση στην διείσδυση καθώς το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή φαίνεται να παρουσιάζει πιο συμπίεσμένο στρώμα μετά τα 25 cm. Όσον αφορά την παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων είναι σε λογικά πλαίσια και μικραίνει όσο αυξάνει το βάθος παρατηρήσεων

Πίνακας 15: Αποτελέσματα αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 11/2/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
Σ	288	784	1122	1449	1728	2240	3005	4185	4601
BK	311	749	1205	1950	2829	3599	4329	4858	4921
ΠΚ	348	809	1588	2652	3396	3996	4594	5187	5844
Δ	398	990	1776	2465	2948	3503	4018	4624	5192
Α	794	1843	2786	3501	4194	4744	5146	5760	5764
Cv	0,22	0,18	0,19	0,15	0,13	0,11	0,13	0,14	0,14

Σε τέτοιες περιπτώσεις ωστόσο η αριθμητική έκφραση των παραμέτρων μπορεί να είναι πιο ακριβής για την δυνατότητα εκτέλεσης συγκρίσεων αλλά οπωσδήποτε η γραφική απεικόνιση του φαινομένου βοηθά καλύτερα στην κατανόηση των αποτελεσμάτων (Γράφημα 14).



Γράφημα 14: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 11/2/2013.

4.3.1.2. Στατιστικός έλεγχος ANOVA για παρατηρήσεις αντίστασης στην διείσδυση στις 11/2/2013

Παραπάνω μπορεί να δίνεται μια εικόνα όσον αφορά τις ενδείξεις στην αντίσταση στην διείσδυση που συναντάμε ανάλογα το βάθος παρατηρήσεων και την κατεργασία εφαρμογής αλλά στο σημείο αυτό θα εξετάσουμε κατά πόσο οι παρατηρήσεις διαφέρουν ή όχι στατιστικά σημαντικά σε κάθε βάθος εφαρμογής ξεχωριστά.

Βάθος 0-5 cm: Σε στατιστικό έλεγχο ANOVA που πραγματοποιήθηκε προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στο παράγοντα της αντίστασης στην διείσδυση για βάθη παρατηρήσεων ως 5 cm (Sig. <0,0001). Εν συνεχεία θέλοντας να προσδιορίσουμε συγκεκριμένα τις διαφορές έγινε εφαρμογή ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) και βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας.

Βάθος 5-10 cm: Ακριβώς τα ίδια ήταν τα στατιστικά αποτελέσματα για την σειρά ενδείξεων σε βάθη 5-10 cm και έτσι προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας.

Βάθος 10-15: Στις παρατηρήσεις για βάθη 10 ως 15 cm προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όχι μόνο μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και της δισκοσβάρνας σε σχέση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας και τον βαρύ καλλιεργητή. Είναι λογικό καθώς η δισκοσβάρνα

προκαλεί συμπίεση του εδάφους κάτω από το κυρτό τμήμα της που εργάζεται στα 8-10 εκατοστά περίπου.

Βάθη 15-20 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας, ακόμα μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή και τέλος μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τη δισκοσβάρνα και τον περιστροφικό καλλιεργητή. Ο περιστροφικός καλλιεργητής λειτουργεί στα 12-15 cm, και επομένως το τμήμα κάτω από τα 15 εκ παραμένει χωρίς αναμόχλευσή και χαλάρωση.

Βάθη 20-25 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την ακαλλιέργεια και την συμβατική κατεργασία σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους.

Βάθη 25-30 cm: όμοια είναι τα στατιστικά αποτελέσματα όπως προηγουμένως με στατιστικά σημαντικές διαφορές για την ακαλλιέργεια και την συμβατική κατεργασία σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους

Βάθη 30-35 cm: Παρόμοια στατιστικά αποτελέσματα και για τις ενδείξεις σε βάθη 30-35 cm με στατιστικές σημαντικές διαφορές να προκύπτουν μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αλλά ακόμα και μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με την δισκοσβάρνα. Εδώ άλλωστε είμαστε κάτω από το βάθος οργώματος και ενδεχομένως στη ζώνη που συμπιέζεται από το κάτω μέρος του σώματος του αρότρου.

Βάθη 35-40 cm: Μεταξύ των κατεργασιών για τις ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε βάθος παρατηρήσεων 35-40 cm (Sig. 0,066).

Βάθη 40-45 cm: Όμοια είναι τα αποτελέσματα και στο τελευταίο επίπεδο παρατηρήσεων όπου δεν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Sig. 0,139> 0,05).

4.3.2. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 25/2/2013

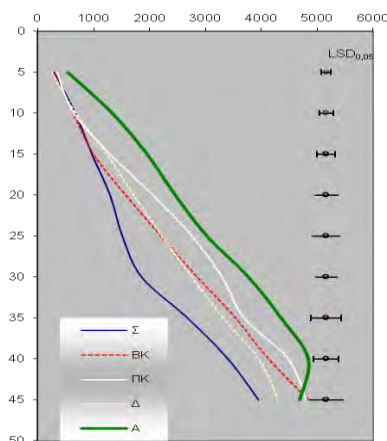
4.3.2.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 25/2/2013

Στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση που σημειώθηκαν ανάλογα την κατεργασία εφαρμογής και το βάθος στις 25/2/2013. Ως τα 15 cm διαφοροποιείται το σύστημα που παρουσιάζει την μικρότερη αντίσταση στην διείσδυση και χαρακτηριστικά ως τα 5 cm είναι η δισκοσβάρνα, 5-10 cm είναι ο βαρύς καλλιεργητής ενώ από τα 15 cm ως τα 45 cm ξεκαθαρίζει η κατάσταση και είναι το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας εκείνο με το μικρότερη αντίσταση. Γενικότερα ως τα 25 cm και πάλι το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή όπως και στην προηγούμενη μέτρηση έχει την δεύτερη μικρότερη αντίσταση στην διείσδυση ενώ σε βαθύτερες ενδείξεις παρουσιάζει προφανώς πιο συμπιεσμένα στρώματα από τα αντίστοιχα της δισκοσβάρνας. Σταθερά το σύστημα με τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση είναι η ακαλλιέργεια για σχεδόν όλα τα βάθη παρατηρήσεων ενώ σταθερά συμπιεσμένα στρώματα παρουσιάζει σε σχέση με τα άλλα συστήματα και ο περιστροφικός καλλιεργητή με δεύτερη μεγαλύτερη ένδειξη στην αντίσταση στην διείσδυση. Αν εξαιρέσουμε την υψηλή παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων στις επιφανειακές ενδείξεις 0 ως 5 cm στα υπόλοιπα βάθη ο συντελεστής παραλλακτικότητας είναι σε λογικά πλαίσια και μειώνεται όσο αυξάνεται το βάθος παρατηρήσεων.

Πίνακας 16: Αποτελέσματα αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 25/2/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
Σ	293	672	967	1293	1512	1859	2679	3403	3950
BK	279	633	996	1573	2202	2853	3539	4127	4847
ΠΚ	345	642	1293	2059	2761	3297	3692	4482	4797
Δ	252	679	1237	1715	2224	2756	3318	3949	4299
A	537	1333	1955	2460	3028	3769	4352	4839	4683
Cv	0,31	0,20	0,16	0,16	0,14	0,09	0,10	0,07	0,09

Για καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων στο Γράφημα 15 παρακάτω παρουσιάζεται η εξέλιξη της αντίστασης της διείσδυσης σε βάθος.



Γράφημα 15: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 25/2/2013.

4.3.2.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 25/2/2013

Βάθη 0-5 cm: Οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά την παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση είναι στατιστικά σημαντικές. Έτσι με την εφαρμογή ΕΣΔ καθορίστηκαν συγκεκριμένα σημαντικές οι διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας.

Βάθη 5-10 cm: Όμοια είναι τα στατιστικά αποτελέσματα με τα προηγούμενα για το συγκεκριμένο σύνολο ενδείξεων με στατιστικά σημαντικές διαφορές να προκύπτουν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας.

Βάθη 10-15 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή.

Βάθη 15-20 cm: Στις ενδείξεις σε βάθη 15-20 cm οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που προέκυψαν ήταν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή, την δισκοσβάρνα και το συμβατικό σύστημα κατεργασίας και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή και το συμβατικό σύστημα.

Βάθη 20-25 cm: Στο συγκεκριμένο σύνολο μετρήσεων προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα, ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε

σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή και την δισκοσβάρνα και τέλος μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση όμοια με τον βαρύ καλλιεργητή και την δισκοσβάρνα.

Βάθη 25-30 cm: Στην περίπτωση αυτή σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συστήματος της ακαλλιέργειας σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα συστήματα ενώ όμοια και του συμβατικού συστήματος και του περιστροφικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους.

Βάθη 30-35 cm: Παρόμοια στο συγκεκριμένο σύνολο παρατηρήσεων παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ακαλλιέργεια και στο συμβατικό σύστημα κατεργασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους.

Βάθη 35-40 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα, ακόμα μεταξύ της δισκοσβάρνας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή και την ακαλλιέργεια και τέλος μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την ακαλλιέργεια.

Βάθη 40-45 cm: Τέλος, στο βαθύτερο στρώμα παρατηρήσεων (40-45 cm) οι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με την ακαλλιέργεια, τον βαρύ και τον περιστροφικό καλλιεργητή.

4.3.3. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 6/3/2013

4.3.3.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 6/3/2013

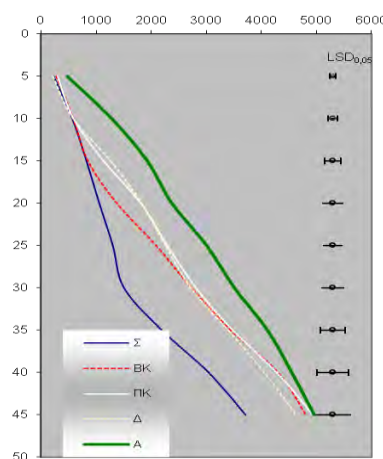
Στον Πίνακα 17 παρουσιάζονται οι ενδείξεις της αντίστασης στην διείσδυση που παρατηρήθηκαν ανά κατεργασία εφαρμογής σε διάφορα βάθη παρατηρήσεων στις 6/3/2013. Σε όλη τη διάρκεια των παρατηρήσεων με εξαίρεση τα πρώτα 5 cm του εδάφους η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης ενώ αντίθετα για άλλη μια φορά η ακαλλιέργεια παρουσιάζει με διαφορά τις υψηλότερες ενδείξεις. Εν συνεχεία ως τα 25 cm κατά κύριο λόγο το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή έρχεται δεύτερο από πλευρά μικρότερης αντίστασης με εξαίρεση ως τα βάθη 10 cm όπου το σύστημα της δισκοσβάρνας παρουσιάζει λιγότερο συμπιεσμένο επιφανειακό στρώμα εδάφους. Από τα 25 cm ως τα 45 cm το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή για άλλη μια φορά παρουσιάζει εμφανώς πιο συμπιεσμένο υπέδαφος σε σχέση με την περίπτωση της δισκοσβάρνας όπου παρουσιάζει την

δεύτερη χαμηλότερη αντίσταση από το σημείο εκείνο. Το σύστημα το περιστροφικού καλλιεργητή παρουσιάζει διαρκώς με την αύξηση του βάθους αυξημένες ενδείξεις στην αντίσταση στην διείσδυση και καθίσταται το δεύτερο σύστημα μετά την ακαλλιέργεια με τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους. Τέλος, η παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων κυμαίνεται σε λογικά πλαίσια και για άλλη μια φορά μικραίνει με την αύξηση του βάθους των παρατηρήσεων.

Πίνακας 17: Αποτελέσματα αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 6/3/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
Σ	229	567	824	1056	1302	1505	2193	3044	3712
ΒΚ	273	584	849	1375	2090	2729	3442	4303	4807
ΠΚ	300	586	1136	1813	2292	2812	3479	4278	4939
Δ	216	579	1265	1823	2258	2721	3399	4055	4626
Α	473	1283	1928	2374	3006	3510	4110	4552	4960
Cv	0,25	0,16	0,16	0,15	0,11	0,10	0,08	0,09	0,09

Στο Γράφημα 16 παρακάτω δίνεται μια εικονική αναπαράσταση της εξέλιξης της αντίστασης στην διείσδυση με τη αύξηση του βάθους στα πέντε συστήματα κατεργασίας.



Γράφημα 16: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 6/3/2013.

4.3.3.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 6/3/2013

Βάθη 0-5 cm: Με την εφαρμογή στατιστικού ελέγχου ANOVA εκτιμήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές που προσδιορίστηκαν με ΕΣΔ μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,03).

Βάθη 5-10 cm: Όμοια και στην περίπτωση παρατηρήσεων σε βάθη 5-10 cm προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και καθορίστηκαν με ΕΣΔ μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Στην περίπτωση αυτή για άλλη μια φορά προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αλλά με την χρήση ΕΣΔ προσδιορίστηκαν μεταξύ του συστήματος ακαλλιέργειας σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα συστήματα, ακόμα μεταξύ της δισκοσβάρνας σε σχέση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας και τον βαρύ καλλιεργητή και τέλος μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Όμοια στην εκτέλεση ANOVA προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές που απομονώθηκαν με εφαρμογή ΕΣΔ μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας, ακόμα μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με τον περιστροφικό και την δισκοσβάρνα και τέλος μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή και την δισκοσβάρνα (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Στην περίπτωση παρατηρήσεων αντίστασης στην διείδυση για βάθη 20-25 cm προέκυψαν για άλλη μια φορά στατιστικά σημαντικές διαφορές και καθορίστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Όμοια με την περίπτωση παρατηρήσεων για βάθη 20-25 cm με την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα (Sig. <0,001).

Βάθη 30-35 cm: Πανομοιότυπα με τα προηγούμενα δύο βάθη ενδείξεων είναι και εδώ τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης με την ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών να διακρίνεται μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα (Sig. <0,001).

Βάθη 35-40 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν και πάλι στατιστικά σημαντικές διαφορές αλλά απομονώθηκαν με χρήση ΕΣΔ μόνο μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα (Sig. <0,01).

Βάθη 40-45 cm: Στο τελευταίο εύρος ενδείξεων τα αποτελέσματα της ANOVA είναι όμοια με προηγούμενως με στατιστικά σημαντικές διαφορές να προκύπτουν μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα (Sig. <0,08).

4.3.4. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 12/3/2013

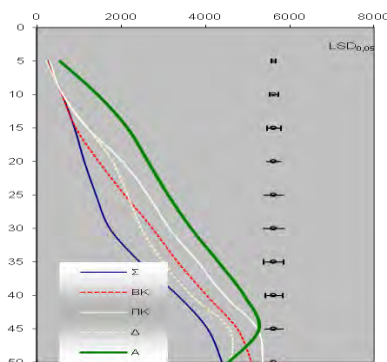
4.3.4.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 12/3/2013

Όπως και στις προηγούμενες ημερομηνίες παρατηρήσεων έτσι και τώρα στον Πίνακα 18 παρακάτω παρουσιάζονται οι ενδείξεις στην αντίσταση στην διείσδυση σε κάθε κατεργασία εφαρμογής για βάθη παρατηρήσεων ως 50 cm. Πέρα από τις επιφανειακές μετρήσεις ως τα 10 cm σε όλα τα βάθη ενδείξεων το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας παρουσιάζει την χαμηλότερη ένδειξη αντίστασης στην διείσδυση ενώ αντίθετα το σύστημα της ακαλλιέργειας σε όλες τις περιπτώσεις παρουσιάζει τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους. Ως τα 25 cm το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή παρουσιάζει την δεύτερη χαμηλότερη αντίσταση ενώ όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις όσο προχωράν οι ενδείξεις σε βάθος το έδαφος παρουσιάζεται συνεχώς όλο και πιο συμπιεσμένο. Παράλληλα από τα 25 cm και έπειτα η κατεργασία με δισκοσβάρνα παρουσιάζει από τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση μετά από το συμβατικό σύστημα κατεργασίας. Τέλος για άλλη μια φορά το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσιάζει σε όλα βάθη παρατηρήσεων τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση μετά το σύστημα της ακαλλιέργειας. Όσον αφορά της παραλλακτικότητα των ενδείξεων κυμαίνεται σε λογικά πλαίσια με εξαίρεση τα βάθη 45 ως 50 cm όπου ήταν ιδιαίτερα υψηλή.

Πίνακας 18: Αποτελέσματα αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 12/3/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	270	602	891	1122	1400	1728	2442	3343	4052	4392
BK	245	588	921	1465	2084	2742	3342	4029	4758	5091
ΠΚ	298	612	1192	2036	2631	3146	3816	4447	5234	5361
Δ	223	611	1202	1794	2146	2480	2989	3670	4572	4606
Α	544	1438	2150	2635	3113	3663	4306	4919	5267	4541
Cv	0,19	0,18	0,17	0,13	0,14	0,12	0,09	0,07	0,06	0,31

Στο Γράφημα 17 παρακάτω δίνεται μια εικονική αναπαράσταση της εξέλιξης της αντίστασης στην διείσδυση με τη αύξηση του βάθους στα πέντε συστήματα κατεργασίας.



Γράφημα 17: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 12/3/2013.

4.3.4.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 12/3/2013

Βάθη 0-5 cm: Με την εκτέλεση ANOVA προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά την παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση. Με περαιτέρω έλεγχο ΕΣΔ οι διαφορές προσδιορίστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 5-10 cm: Όμοια με το προηγούμενο βάθος παρατηρήσεων και εδώ προέκυψαν σημαντικές διαφορές και πιο συγκεκριμένα μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Ίδια ακριβώς με τα προηγούμενα είναι και εδώ τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης με στατιστικά σημαντικές διαφορές να χαρακτηρίζονται μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στην περίπτωση αυτή οι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν ήταν μόνο μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αλλά επίσης και μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή και την δισκοσβάρνα και τέλος μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με τον περιστροφικό (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Στο βάθος αυτό των παρατηρήσεων παρέμειναν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αλλά επιπρόσθετα και μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας και του

περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αντίστοιχα (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Στην περίπτωση αυτή οι στατιστικά σημαντικές διαφορές με ΕΣΔ σημειώνονται μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα, ακόμα μεταξύ της δισκοσβάρνας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή και την ακαλλιέργεια και τέλος μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας (Sig. <0,001).

Βάθη 30-35 cm: Στις ενδείξεις αντίστασης στα βάθη 30-35 cm προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και συγκεκριμένα του συμβατικού συστήματος κατεργασίας και της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους και ακόμα μεταξύ της δισκοσβάρνας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. <0,001).

Βάθη 35-40 cm: Στο σύνολο αυτών των παρατηρήσεων οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές και με ΕΣΔ καθορίστηκαν και ήταν του συμβατικού συστήματος, του περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 40-45 cm: Στην περίπτωση αυτή εκτιμήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα, ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τον βαρύ και την δισκοσβάρνα και τέλος μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση όμοια με τον βαρύ καλλιεργητή και την δισκοσβάρνα (Sig. <0,001).

Βάθη 45-50 cm: Στο τελευταίο στρώμα ενδείξεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και ίσως αυτό οφείλεται στην υψηλή παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων (Sig. 0,241).

4.3.5. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 19/3/2013

4.3.5.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 19/3/2013

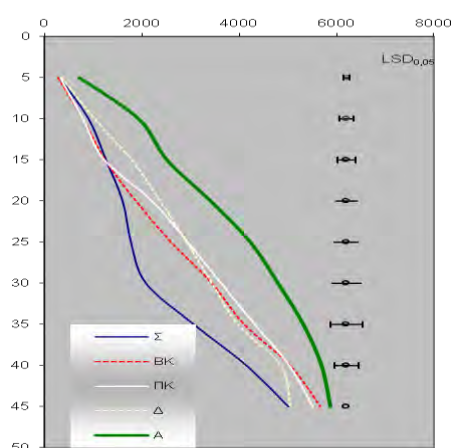
Στον Πίνακα 19 παρουσιάζονται οι ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση για κάθε βάθος στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 19/3/2013. Το συμβατικό σύστημα κατεργασία αρχικά δεν παρουσιάζει ως τα 15 cm τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης αλλά έπειτα και ως τα 45 cm παρουσίαζε τα λιγότερο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους. Από την άλλη η ακαλλιέργεια παρουσιάζει τα πιο συμπιεσμένα

στρώματα εδάφους στο σύνολο των παρατηρήσεων σε όλα τα βάθη. Τα συστήματα του βαρύ και του περιστροφικού καλλιεργητή κυμαίνονται στο ίδιο εύρος τιμών ως τα 15 πρώτα εκατοστά και παρουσιάζουν τις δύο χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση. Εν συνεχεία ο περιστροφικός και ο βαρύς καλλιεργητής πέρα από τα 15 cm παρουσιάζουν σταδιακά αυξημένες ενδείξεις και καταλήγουν ως τα 45 cm να είναι τα δύο συστήματα με την μεγαλύτερη έκφραση της συμπίεσης μετά την ακαλλιέργεια. Τέλος όσον αφορά την εφαρμογή της δισκοσβάρνας παρουσιάζει σχετικά συμπιεσμένα επιφανειακά στρώματα ως τα 20 cm σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας. Ωστόσο σε βαθύτερες μετρήσεις παρατηρούμε ότι το σύστημα της δισκοσβάρνας παρουσιάζει τις δεύτερες χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης μετά το συμβατικό σύστημα

Πίνακας 19: Αποτελέσματα αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 19/3/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
Σ	303	900	1258	1600	1771	2080	3065	4146	5010
BK	271	783	1240	1873	2598	3437	4101	5046	5668
ΠΚ	319	783	1224	2209	2938	3626	4316	5027	5509
Δ	349	1023	1787	2371	2918	3439	3972	4855	5047
A	711	1927	2512	3410	4226	4796	5316	5690	5872
Cv	0,18	0,18	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,06	0,08

Επιπλέον στο Γράφημα 18 παρακάτω δίνεται μια εικονική αναπαράσταση της εξέλιξης της αντίστασης στην διείσδυση με τη αύξηση του βάθους στα πέντε συστήματα κατεργασίας.



Γράφημα 18: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 19/3/2013.

4.3.5.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 19/3/2013

Βάθη 0-5 cm: Μεταξύ των κατεργασιών προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση και με την εφαρμογή ΕΣΔ καθορίστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 5-10 cm: Όμοια όπως και στο πρώτο βάθος παρατηρήσεων έτσι και εδώ προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Παρόμοια και στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αλλά δεν καθορίστηκαν μόνο μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αλλά επιπρόσθετα και μεταξύ της δισκοσβάρνας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στην περίπτωση αυτή οι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα, ακόμα μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή και την δισκοσβάρνα και τέλος μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την δισκοσβάρνα (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Στο σύνολο παρατηρήσεων για βάθη από 20 ως 25 cm προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο συμβατικό σύστημα κατεργασίας και στην ακαλλιέργεια σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Όμοια με το προηγούμενο βάθος παρατηρήσεων είναι τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου με στατιστικά σημαντικές διαφορές στο συμβατικό σύστημα κατεργασίας και στην ακαλλιέργεια σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 30-35 cm: Και σε αυτή την περίπτωση τα αποτελέσματα είναι ίδια με προηγουμένως με στατιστικά σημαντικές διαφορές να παρατηρούνται στο συμβατικό σύστημα κατεργασίας και στην ακαλλιέργεια σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 35-40 cm: Τα αποτελέσματα του στατιστικού παραμένουν ίδια και σε αυτό το σύνολο των παρατηρήσεων με στατιστικά σημαντικές διαφορές να καθορίζονται στο συμβατικό σύστημα κατεργασίας και στην ακαλλιέργεια σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 40-45 cm: Στο τελευταίο βάθος παρατηρήσεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι όλες οι ενδείξεις μεταξύ των κατεργασιών κυμαίνονται περίπου στο ίδιο μήκος (Sig. 0,077).

4.3.6. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 26/3/2013

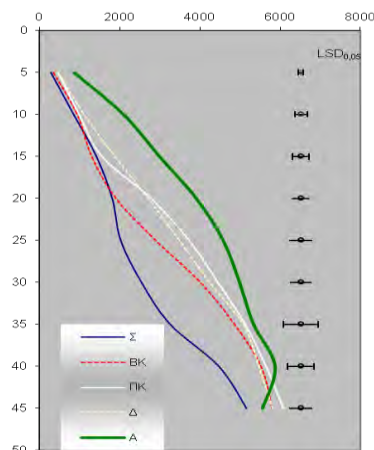
4.3.6.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 26/3/2013

Στον Πίνακα 20 παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος παρατηρήσεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 26/3/2013. Η συμβατική κατεργασία σχεδόν στο σύνολο των παρατηρήσεων σε κάθε βάθος παρουσίασε τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης. Αντίθετα η ακαλλιέργεια παρουσίασε τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους σε σχέση με τις άλλες κατεργασίες εφαρμογής. Το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή κατάφερε στο σύνολο των ενδείξεων σε όλα τα βάθη να παρουσιάσει τα λιγότερο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους μετά η συμβατική κατεργασία. Τέλος, όσον αφορά τα συστήματα του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσίασαν υψηλότερες τιμές αντίστασης στη διείσδυση με το σύστημα της δισκοσβάρνας να υπολείπεται ως τα 15 cm ενώ από τα 15 ως τα 45 cm το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή να παρουσιάζει μεγαλύτερες ενδείξεις (έτσι και μεγαλύτερη έκφραση της συμπίεσης στο υπέδαφος).

Πίνακας 20: Αποτελέσματα αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 26/3/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
Σ	280	849	1417	1811	2022	2543	3259	4472	5162
BK	341	939	1300	1905	2896	4012	4863	5523	5795
ΠΚ	456	984	1556	2784	3730	4447	5130	5645	6081
Δ	463	1106	1879	2709	3486	4241	5081	5469	5808
A	860	2093	2991	3909	4580	4986	5336	5874	5555
Cv	0,18	0,17	0,15	0,11	0,12	0,09	0,12	0,08	0,07

Στο Γράφημα 19 παρακάτω δίνεται μια εικονική αναπαράσταση της εξέλιξης της αντίστασης στην διείσδυση με τη αύξηση του βάθους στα πέντε συστήματα κατεργασίας.



Γράφημα 19: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 26/3/2013.

4.3.6.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 26/3/2013

Βάθη 0-5 cm: Με την εκτέλεση ANOVA προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και πιο συγκεκριμένα με την εφαρμογή ΕΣΔ μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας και ακόμα μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με την δισκοσβάρνα και τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. <0,001)

Βάθη 5-10 cm: Στην περίπτωση αυτή οι στατιστικά σημαντικές διαφορές απομονώνονται μόνο μεταξύ της ακαλλιέργειας και των υπόλοιπων συστημάτων κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Στο σύνολο παρατηρήσεων στα βάθη 10-15 cm καθορίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας και των υπόλοιπων συστημάτων κατεργασίας αλλά και μεταξύ της δισκοσβάρνας σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή και το συμβατικό σύστημα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Οι ενδείξεις της αντίστασης στην διείσδυση διαφέρουν στατιστικά σημαντικά και πιο συγκεκριμένα στις περιπτώσεις μεταξύ της ακαλλιέργειας και των υπόλοιπων συστημάτων κατεργασίας, ακόμα μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την δισκοσβάρνα και τον περιστροφικό καλλιεργητή και τέλος μεταξύ του

συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση όμοια με την δισκοσβάρνα και τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Στην περίπτωση αυτή οι διαφορές που χαρακτηρίστηκαν στατιστικά σημαντικά είναι της ακαλλιέργειας και του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους. Ακόμα, στατιστικά σημαντικές διαφορές είναι μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με τον περιστροφικό (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Οι διαφορές που είναι στατιστικά σημαντικές στο σύνολο παρατηρήσεων αυτό είναι της ακαλλιέργειας και του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 30-35 cm: Οι μόνες περιπτώσεις που μπορούν να χαρακτηριστούν στατιστικά σημαντικές είναι οι διαφορές είναι μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα (Sig. 0,001).

Βάθη 35-40 cm: Αντίστοιχα και στο συγκεκριμένο σύνολο παρατηρήσεων τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης είναι όμοια με προηγουμένως και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές είναι μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα (Sig. 0,007).

Βάθη 40-45 cm: Στην περίπτωση αυτή οριακά προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και συγκεκριμένα με την εφαρμογή ΕΣΔ μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με την δισκοσβάρνα και τον βαρύ καλλιεργητή (Sig. 0,049).

4.3.7. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 2/4/2013

4.3.7.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 2/4/2013

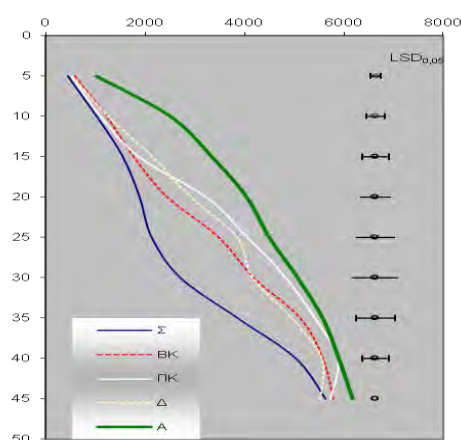
Στον Πίνακα 21 παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 2/4/2013 που προέκυψαν από την επίδραση των πέντε κατεργασιών σε βάθη παρατηρήσεων ως τα 45 cm. Για άλλη μια φορά το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας παρουσίασε στο σύνολο σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείδυση άρα δημιουργεί και τις λιγότερο συμπιεσμένες συνθήκες εδάφους. Από την άλλη σε όλα τα επίπεδα των παρατηρήσεων το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές

αντίστασης στην διείσδυση. Τα συστήματα του περιστροφικού και του βαρύ καλλιεργητή ως τα 15 cm παρουσιάζουν παρόμοιες ενδείξεις αντίστασης και είναι οι χαμηλότερες μετά από εκείνες του συμβατικού συστήματος. Στην συνέχεια ωστόσο και άνω των 15 cm για τον περιστροφικό καλλιεργητή παρουσιάζονται πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας με μοναδική εξαίρεση να αποτελεί το σύστημα της ακαλλιέργειας. Παρόμοια είναι η εξέλιξη και στο σύστημα του βαρύ καλλιεργητή με πιο ήπια πορεία ωστόσο. Τέλος όσον αφορά την εφαρμογή της δισκοσβάρνας ως τα 15 cm παρουσίαζε από τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση αλλά από τα 15 ως τα 45 cm ουσιαστικά παρουσίασε χαμηλότερες ενδείξεις από τα αντίστοιχα συστήματα του βαρύ και του περιστροφικού καλλιεργητή.

Πίνακας 21: Αποτελέσματα αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 2/4/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45
Σ	437	1021	1547	1884	2129	2706	3860	5032	5628
BK	577	1222	1764	2446	3480	4183	5122	5577	5788
ΠΚ	512	1101	1868	3219	4057	4830	5414	5879	5730
Δ	533	1246	2144	2913	3848	4161	4946	5555	5524
A	1008	2506	3340	4042	4495	5068	5572	5897	6174
Cv	0,23	0,17	0,16	0,14	0,14	0,14	0,10	0,06	0,06

Στο Γράφημα 20 παρακάτω δίνεται μια εικονική αναπαράσταση της εξέλιξης της αντίστασης στην διείσδυση με τη αύξηση του βάθους στα πέντε συστήματα κατεργασίας.



Γράφημα 20: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 2/4/2013.

4.3.7.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 2/4/2013

Βάθη 0-5 cm: Στα πρώτα βάθη παρατηρήσεων σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και συγκεκριμένα με την εφαρμογή ΕΣΔ μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,001)

Βάθη 5-10 cm: Όμοια και στην περίπτωση αυτή τα αποτελέσματα με στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Παρόμοια τα στατιστικά αποτέλεσμα αλλά οι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν παρουσιάζονται μόνο μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με την δισκοσβάρνα (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στο σύνολο παρατηρήσεων για τα βάθη 15 ως 20 cm σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας, ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με το βαρύ και το συμβατικό σύστημα κατεργασίας και τέλος μεταξύ της δισκοσβάρνας σε σχέση με το συμβατικό σύστημα (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα καθώς και μεταξύ της δισκοσβάρνας και της ακαλλιέργειας (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Για τις ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση σε βάθη 25 με 30 cm προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα (Sig. 0,001).

Βάθη 30-35 cm: Τα στατιστικά αποτελέσματα και εδώ είναι όμοια με το προηγούμενο βάθος παρατηρήσεων καθώς στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα (Sig. 0,003).

Βάθη 35-40 cm: Στο συγκεκριμένο σύνολο μετρήσεων προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή και την ακαλλιέργεια (Sig. 0,03).

Βάθη 40-45 cm: Στο τελευταίο επίπεδο παρατηρήσεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά τις ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση (Sig. 0,129).

4.8. Συμπέρασμα όλων των παρατηρήσεων αντίστασης της διείσδυσης

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια προσπάθεια να σχολιαστούν αθροιστικά όλα τα αποτελέσματα των χειμερινών μετρήσεων της αντίστασης στην διείσδυση που πάρθηκαν. Γενικά όπως προαναφέραμε όποιο σύστημα παρουσιάζει τις μεγαλύτερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση παρουσιάζει και τα πιο συμπίεσμένα στρώματα εδάφους. Στο μεγαλύτερο μέρος των παρατηρήσεων από τις 11/2/2013 ως τις 2/4/2013 το συμβατικό σύστημα κατεργασίας παρουσιάζει τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στις διείσδυση. Συγκεκριμένα, ως τα 15 εκατοστά εδάφους οι διαφορές σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες αλλά σε βαθύτερα στρώματα εδάφους οι διαφορές αυξάνονται και χαρακτηρίζονται μάλιστα και στατιστικά σημαντικές. Όμοια στις περισσότερες των περιπτώσεων ο βαρύς καλλιεργητής παρουσιάζεται ως τα 25 cm ενδείξεων ως το σύστημα που επιφέρει από τις λιγότερο συμπίεσμένες συνθήκες (μετά το συμβατικό) ενώ από τα 25 cm ως τα 45 cm οι ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση διαρκώς αυξάνονται και το σύστημα κατεργασίας παρουσιάζει από τις υψηλότερες ενδείξεις και το φαινόμενο της συμπίεσης εκφράζεται έντονα. Όσον αφορά το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή κυρίως παρουσιάζει παρόμοιο βαθμό συμπίεσης σε σχέση με το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή και λιγότερο από αυτό της δισκοσβάρνας ως τα 15 πρώτα εκατοστά ενδείξεων αλλά στην συνέχεια σε βαθύτερα στρώματα συνήθως συναντάμε τα πιο συμπίεσμένα στρώματα εδάφους μετά της ακαλλιέργεια. Η περίπτωση της δισκοσβάρνας χαρακτηρίζεται και αυτή από κατηγορίες συμπεριφοράς, ως τα 25 εκατοστά όπου συνήθως παρουσιάζει περισσότερο συμπίεσμένες συνθήκες τόσο από το συμβατικό σύστημα και από το βαρύ καλλιεργητή και παρόμοιες ενδείξεις σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή αλλά και από τα 25 cm και άνω όπου το σύστημα κατεργασίας με δίσκους παρουσιάζει τις μικρότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση μετά το συμβατικό σύστημα κατεργασίας. Τέλος, όσον αφορά την ακαλλιέργεια είναι με διαφορά σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων στο σύνολο των μετρήσεων από τις 11/2/2013 ως τις 2/4/2013 το σύστημα που δημιουργεί τις πιο συμπίεσμένες συνθήκες εδάφους και μάλιστα και στατιστικά σημαντικά.

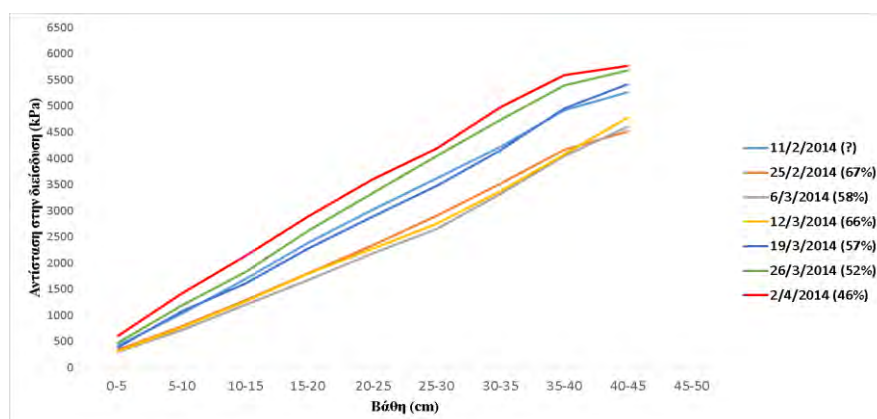
Συμπερασματικά αν θέλαμε να δώσουμε μια κατάταξη κατεργασιών από την λιγότερη ως την μεγαλύτερη έκφραση του φαινομένου της συμπίεσης στο έδαφος αρχικά θα χωρίζαμε σε δύο βάθη κατηγοριοποίησης, από 0 ως 25 cm και από 25 ως 50 cm. Από 0 ως 25 cm πρώτο και με λιγότερη έκφραση της συμπίεσης έρχεται το συμβατικό σύστημα, ακολουθεί ο βαρύς καλλιεργητής, ο περιστροφικός καλλιεργητής σε ισορροπία με το σύστημα της δισκοσβάρνας και τελευταίο σύστημα η ακαλλιέργεια. Ακόμα από 25 ως 50 cm πρώτο έρχεται το συμβατικό σύστημα, ακολουθεί η δισκοσβάρνα, ο βαρύς καλλιεργητής, ο περιστροφικός καλλιεργητής και τέλος η ακαλλιέργεια.

Γενικά τα αποτελέσματα εξαρτώνται από την ένταση και το βάθος κατεργασίας.. Η συμβατική κατεργασία καταφέρει μεν σε όλο το εύρος των μετρήσεων να παρουσιάζει χαμηλότερες ενδείξεις ωστόσο μετά από τα 25 cm όπου παρουσιάζεται το βάθος άροσης αν παρατηρήσουμε το φαινόμενο εντείνεται ενώ παρόμοια είναι τα αποτελέσματα και για τον βαρύ καλλιεργητή. Μάλιστα πολύ πιο έντονα ενδέχεται να είναι τα αποτελέσματα συμπίεσης μετά το βάθος άροσης αν επαναλαμβάνεται διαρκώς όλα τα έτη καλλιέργειες κατεργασία με αλέτρι. Αντίθετα το φαινόμενο εντείνεται πολύ πιο νωρίς για τις κατεργασίες της δισκοσβάρνας και του περιστροφικού καλλιεργητή που παρουσιάζουν βάθος κατεργασίας τα 15 cm ενώ έντονα συμπιεσμένες συνθήκες εξαρχής κυριαρχούν στην μη κατεργασμένη ακαλλιέργεια.

Εν συνεχεία πηγαίνοντας ένα βήμα παραπάνω θα προσπαθήσουμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μας με αντίστοιχα της βιβλιογραφίας. Όσον αφορά τα επιφανειακά αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με τα αντίστοιχα των Abu-Hamdeh and Al-Widyan (2000) και του PennState University (2004) καθώς όντως το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή παρουσιάζει λιγότερο συμπιεσμένες συνθήκες σε σχέση το αντίστοιχο της δισκοσβάρνας και της ακαλλιέργειας. Επίσης τα αποτελέσματα που παρουσιάζουμε έρχονται σε πλήρη συμφωνία και με τα αντίστοιχα των Καβαλάρης κ.α.(2007). Από την άλλη δεν ταιριάζουν με τα συμπεράσματα των Mulbrock et al. (1995) and Thomas et al. (1996) όπου κατέληξαν ότι η μικρότερη συμπίεση ήταν στο σύστημα της ακαλλιέργειας. Ωστόσο να αναφέρουμε ότι οι περισσότερες αναφορές που κάνουν λόγο για μικρότερες ενδείξεις συμπίεσης σε ακαλλιέργεια αναφέρονται σε εφαρμογές της πρακτικής σε βάθος χρόνου (οφέλη

λόγω οργανικής ουσίας) και όχι κατά τα πρώτα έτη εφαρμογή όπου όντως παρουσιάζει υψηλή συμπίεση στην ακαλλιέργεια (Murdock and James, 2008).

Τέλος ενδιαφέρον θα ήταν να δούμε πως μεταβάλλονται χρονικά οι ενδείξεις της αντίστασης στην διείσδυση χρονικά στο σύνολο του αγρού συγκεντρωτικά. Ουσιαστικά υπολογίστηκε η μέση αντίσταση στην διείσδυση από όλες τις εφαρμογές κατεργασιών σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm. Πριν προχωρήσουμε στην παρουσίαση του Γραφήματος 21 αξίζει να αναφέρουμε ότι σαφώς η δύναμη διείσδυσης του κώνου ενδέχεται να μεταβάλλεται ανάλογα με την υγρασία του υποστρώματος. Έτσι για να μελετήσουμε ξεκάθαρα την εξέλιξη της αντίστασης της διείσδυσης είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την υγρασία του εδάφους. Ωστόσο κατά την διάρκεια των χειμερινών ενδείξεων ήταν παράληψη του συγγράφων να λαμβάνει και εδαφικά δείγματα για προσδιορισμό υγρασίας. Παρόλα αυτά όπως προαναφέρθηκε έγιναν μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ταυτόχρονα με τις μετρήσεις διεισδυσιόμετρου (έκτος από 11/2), και ως ένδειξη η παράμετρος της αγωγιμότητας παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με την υγρασία. Προς αυτή την κατεύθυνση προκειμένου να βρεθεί μια λύση έγινε χρήση της εξίσωσης των Morgan et al. (2001) όπου: **% Υγρασία εδάφους = $0,0216 \times EC + 0,0531$ ($R^2=0,62$)**. Επομένως στο Γράφημα 21 παρουσιάζεται η εξέλιξη της αντίστασης στην διείσδυση χρονικά παρουσία της υγρασίας του εδάφους όπως υπολογίστηκε. Είναι φανερό ότι οι ενδείξεις μεταβάλλονται χρονικά και συγκεκριμένα η αντίσταση στην διείσδυση εξαρτάται κατά μεγάλο μέρος από την υγρασία του εδάφους καθώς όσο μεγαλύτερη υγρασία έχει υπολογιστεί τόσο μικρότερη και η αντίσταση σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων.



Γράφημα 21: Εξέλιξη αντίστασης στην διείσδυση στο σύνολο του αγρού χρονικά σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων παρουσία του ποσοστού υγρασίας εδάφους.

4.4.Μετρήσεις Φαινομενικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας Χειμερινής Περιόδου

Μέσω της γεωργία ακριβείας όλο αυξάνονται οι εφαρμογές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στην γεωργία ως εργαλείο διαχείρισης των εισροών αλλά και γενικής ταυτοποίησης του αγρού. Μάλιστα στο γεωργικό πειραματισμό υπάρχουν αποτελέσματα που παρουσιάζουν είτε υψηλές είτε χαμηλές συσχετίσεις της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (με όργανα όπως το EM38) σε σχέση με στοιχεία όπως η υγρασία του εδάφους, η θερμοκρασία του, το πορώδες και την υφή του εδάφους, η οξύτητα/αλκαλικότητα και η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Στην περίπτωση μας βέβαια αφού μιλάμε για παρατηρήσεις σε ενιαίο πειραματικό αγρό μια συγκεκριμένης περιοχής δεν θα αναζητήσουμε εννοείται διαφορές στην υφή, στην οξύτητα/αλατότητα και στην ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων αλλά θα ήταν ενδιαφέρον με τα αποτελέσματα της ηλεκτρικής αγωγιμότητας να αναζητήσουμε συσχετίσεις στην βιβλιογραφία με την υγρασία, την θερμοκρασία και το πορώδες (παράμετρος που μεταβάλλεται σε συμπιεσμένες συνθήκες) και να δούμε πως μεταβάλλονται αυτές οι παράμετροι από κατεργασία σε κατεργασία.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω για μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας για βάθη ως 0,75 m (οριζόντια διάταξη του οργάνου) πάρθηκαν παρατηρήσεις στις 25/2/2013, στις 5/3/2013, στις 11/3/2013, στις 19/3/2013, στις 26/3/2013 και στις 2/4/2013 και παρουσιάζονται στο Πίνακα 22.

Πίνακας 22: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ms/cm) σε παρατηρήσεις από τις 25/2 ως τα 2/4/2013 σε βάθη ως 0,75 cm.

Κατεργασία/ Ημερομηνία	25/2	5/3	11/3	19/3	26/3	2/4
Σ	28,725	23,325	27	22,675	21,1	18,025
BK	28,575	24,675	28,075	23,525	21,025	18,825
ΠΚ	28,65	24,55	27,675	24,675	21,775	18,8
Δ	28,725	24,875	27,95	24	21,175	18,825
A	29	25,45	29,825	25,575	23,55	19,975

Γενικά σε όλες τις περιπτώσεις των μετρήσεων παρατηρούμε ότι οι ενδείξεις ηλεκτρικής αγωγιμότητα μεταξύ των κατεργασιών κυμαίνονται στο ίδιο εύρος τιμών. Επιπλέον εκτελώντας και στατιστικό έλεγχο μόνο μια φορά προέκυψαν οριακά (Sig, 0,049) στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στις 26/3. Ωστόσο ακόμα και αυτή η μοναδική φορά που προέκυψαν διαφορές ίσως να οφείλεται σε τυχαίο γεγονός καθώς κατά την εκτέλεση των μετρήσεων στις 26/3 πιθανόν υπήρχε

υψηλό σφάλμα. Συγκεκριμένα αυτό προκύπτει επειδή η συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης είχε αυξηθεί σαν καλλιέργεια σε υψηλό βαθμό και οι παρατηρήσεις του οργάνου στις 26/3 λαμβανόντουσαν με αρκετή δυσκολία κοντά στο έδαφος όπως είναι απαραίτητο. Στην τελευταία μέτρηση αυτό ξεπεράστηκε πατώντας σειρές για την σωστή εκτέλεση των παρατηρήσεων κοντά στο έδαφος.

Επιπλέον τις ίδιες ημέρες καταγράφηκαν παρατηρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας και για βάθη 0,75 ως 1,5 m (κάθετη διάταξη του οργάνου) και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 23. Για άλλη μια φορά τα αποτελέσματα των ενδείξεων ηλεκτρικής αγωγιμότητας κυμαίνονται στο ίδιο μήκος κύματος και μάλιστα και με την εφαρμογή στατιστικού ελέγχου ANOVA σε καμία από τις ημερομηνίες παρατηρήσεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών.

Πίνακας 23: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ms/cm) σε παρατηρήσεις από τις 25/2 ως τα 2/4/2013 σε βάθη από 0,75 m ως 1,5 m.

Κατεργασία/ Ημερομηνία	25/2	5/3	11/3	19/3	26/3	2/4
Σ	35,95	31,85	38,925	33,775	29,3	25,9
BK	36,025	32,65	39,65	34,625	29,575	26,825
ΠΚ	36,975	32,625	39,225	34,575	30,425	27,4
Δ	37,4	32,225	39,625	34,575	30,525	27,35
A	36,4	33	41,075	36,375	32,8	29,3

Συμπερασματικά με την μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας δεν καταφέραμε να παρατηρήσουμε διαφορετική ή ιδιαίτερη έκφραση ή ακόμα και μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεταξύ των κατεργασιών. Οι ενδείξεις όπως αναφέραμε παραμένουν σταθερές και έτσι δεν θα ήταν σκόπιμο να αναζητήσουμε συσχετίσεις με άλλες παραμέτρους. Για παράδειγμα γενικά θα μπορούμε να πούμε ότι οι κατεργασίες με ενδείξεις με υψηλότερες τιμές παρουσιάζουν υψηλότερη υγρασία εδάφους καθώς το νερό είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού αλλά ένα τέτοιο συμπέρασμα θα ήταν ανασφαλές από την στιγμή που δεν προέκυψαν καν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

4.5.Αποδόσεις Βιομάζας Χειμερινών Καλλιεργειών

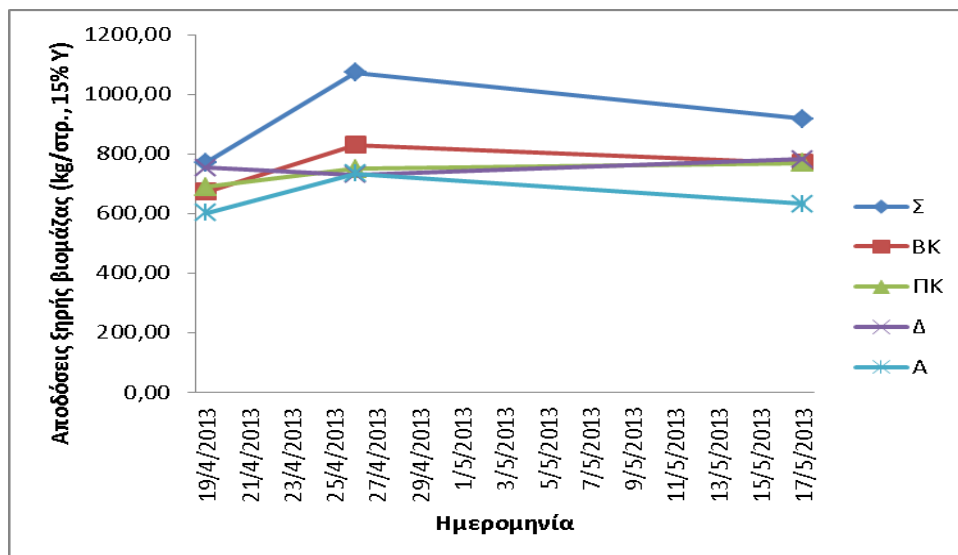
4.5.1. Αμειψισπορά Α: Συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης

4.5.1.1.Εξέλιξη βιομάζας στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης

Η ημερομηνία συγκομιδής ήταν 17 Μαΐου 2013 και καταλήξαμε στην συγκεκριμένη στιγμή έπειτα από δοκιμές κοπών που έγιναν στις 19/4/2013 και στις 26/4/2013 για να παρατηρήσουμε κατά πόσο η βιομάζα αυξάνεται ή σταθεροποιείται. Ωστόσο επιπλέον οι δειγματοληψίες ελέγχου των αποδόσεων από την κάθε επανάληψη και κάθε κατεργασία δεν μπορούσαν να ξεπεράσουν τις τρεις καθώς και από πρακτικής άποψης σε κάθε ημερομηνία λαμβάναμε δείγμα ίσο με το πλάτος της θεριζοαλωνιστικής (1,4 m) επί το συνολικό μήκος του αγροτεμαχίου (21 m) δηλαδή ουσιαστικά από έκταση 29,4 m². Λαμβάνοντας υπόψη ότι το συνολικό πλάτος του κάθε αγροτεμαχίου είναι 6 m και ότι για την σωστή εκτέλεση των μετρήσεων αποφεύγονται οι ακριανές παρατηρήσεις τότε καταλήγουμε ότι τα τρία δείγματα που επιλέξαμε ήταν ο μέγιστος αριθμός για να ελέγξουμε την πορεία εξέλιξης της βιομάζας για συγκομιδή (3x1,4=4,2m<6m). Συγκεκριμένα στο Πίνακα 24 παρουσιάζεται η εξέλιξη της βιομάζας με αναγωγή σε κιλά ανά στρέμμα με παρουσία υγρασίας 15% ενώ στο Γράφημα 22 γίνεται απεικόνιση της εξέλιξης.

Πίνακας 24: Εξέλιξη απόδοσης της βιομάζας σε κιλά ανά στρέμμα σε συγκαλλιέργεια βίκου με βρώμη με παρουσία υγρασίας 15% και εν τέλει τελική απόδοση στις 17/5/2013.

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ/ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	19/4/2013	26/4/2013	17/5/2013
Σ	770,89	1073,48	917,19
ΒΚ	672,41	830,97	768,63
ΠΚ	688,52	750,51	770,04
Δ	752,99	729,83	781,30
Α	601,67	733,27	631,37



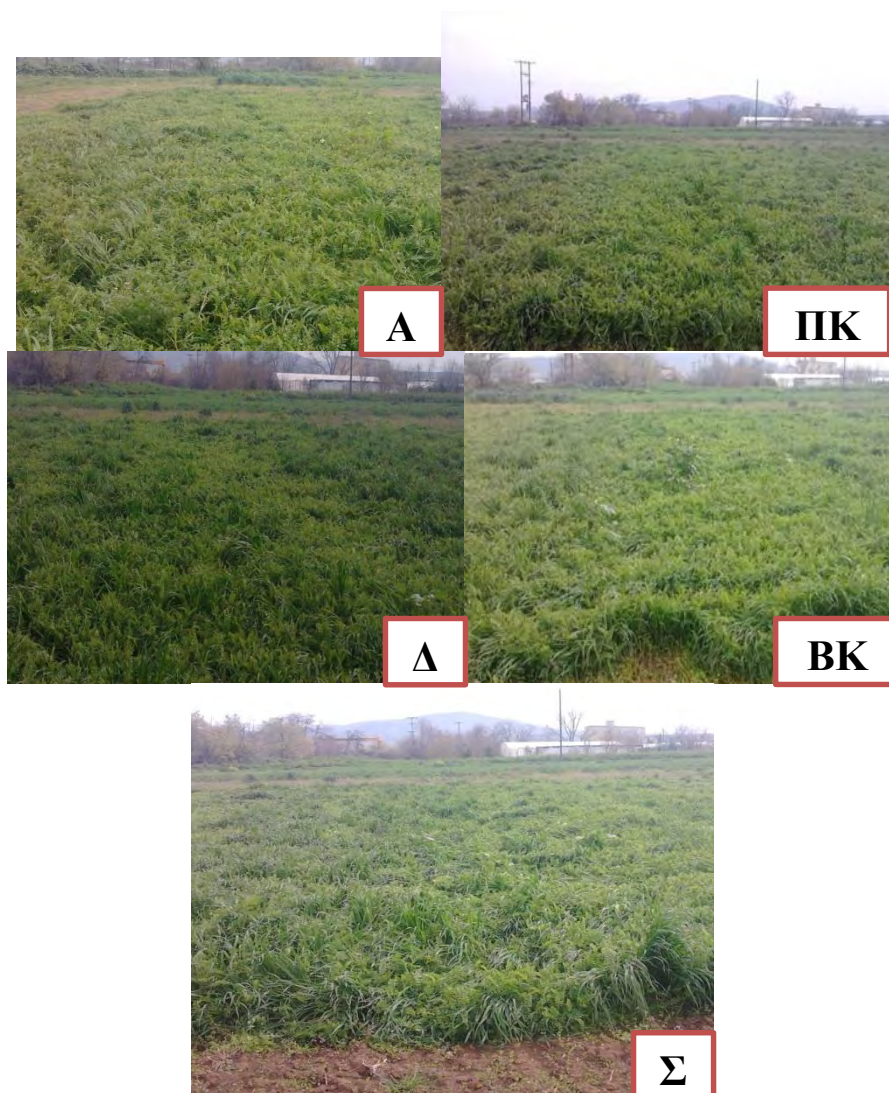
Γράφημα 22: Απεικόνιση εξέλιξης απόδοσης της βιομάζας σε κιλά ανά στρέμμα σε συγκαλλιέργεια βίκου με βρώμη με παρουσία υγρασίας 15% και εν τέλει τελική απόδοση στις 17/5/2013.

Γενικά, παρατηρούμε ότι η βιομάζα αυξάνεται από τις 19/4/2013 ως τις 26/4/2013 για όλες τις περιπτώσεις των κατεργασιών ενώ στην συνέχεια ακολουθεί μια σταθεροποίηση των αποδόσεων που συνοδεύεται σε ορισμένες όπως στην περίπτωση της συμβατικής κατεργασίας και της ακαλλιέργειας από μείωση των αποδόσεων ως τις 17/5/2013. Η μείωση ωστόσο σαν φαινόμενο μπορεί να παρουσιάζεται ως παράδοξο φαινόμενο αλλά ωστόσο είναι πιθανό να συμβεί καθώς και η παραλλακτικότητα αποδόσεων στο αγρό μπορεί να παρατηρείται ακόμα και σε γειτονικά σημεία ενώ και οι συνθήκες συγκομιδής μπορεί να διαφέρουν. Συγκεκριμένα στην περίπτωση συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης υπήρχε το πρόβλημα ότι κατά τόπους το φυτό του βίκου δεν κατάφερε να αναρριχηθεί στον στέλεχος τα βρώμης και όσο περνούσε ο καιρός βάραιναν οι λοβοί και το φυτό παρατηρούσαμε να έρπει στο έδαφος. Οποσδήποτε κάτι τέτοιο δημιούργησε προβλήματα στον τρόπο συγκομιδής καθώς η μηχανή δεν είχε την δυνατότητα να κόψει τόσο χαμηλά ενώ όταν έγινε προσπάθεια μετατροπής και ρύθμισης στην ανέμης για να είναι εφικτή η κοπή σε χαμηλό ύψος παρουσιάστηκε ζημιά στην μηχανή συγκομιδής (στράβωμα στην ανέμη). Έτσι στην περίπτωση συγκαλλιέργειας βρώμης και βίκου η μείωση των αποδόσεων της βιομάζας ίσως οφείλεται στην αύξηση των απωλειών συγκομιδής αλλά και στην παρουσία της παραλλακτικότητας στο αγρό. Ακόμα ένας άλλος λόγος μείωσης των αποδόσεων ίσως είναι η παρουσία των ζιζανίων στην περίπτωση ακαλλιέργειας και η παραλλακτικότητα εμφάνισης

τους στον αγρό καθώς όταν έχουμε να κάνουμε με βιομάζα εκτός από την βιομάζα του βίκου και της βρώμης είναι πιθανό να συγκομίζαμε και βιομάζα ζιζανίων.

Άλλο ένα κριτήριο που αξιολογήθηκε για την κατάλληλη συγκομιδή της βιομάζας ήταν η υγρασία της βιομάζας. Χαρακτηριστικά σύμφωνα με τον Ακριτίδη (1993) η επιθυμητή υγρασία για την ελαχιστοποίηση των απωλειών στην συγκομιδή χόρτου είναι 40-60% ενώ η μέγιστη 80%. Στην περίπτωση μας στις 19/4/2013 η βιομάζα συγκομιδής είχε υγρασία 77%, στις 26/4/2013 είχε 70% ενώ τέλος στις 17/5/2013 παρουσιάστηκε ιδανική υγρασία συγκομιδής στο 46%. Τέλος, η αναγωγή σε στρεμματική απόδοση έγινε για παρουσία υγρασίας στο 15% καθώς αυτή θεωρείται ασφαλής τιμή για αποθήκευση χόρτου (15-20%).

Τέλος όσον αφορά την εξέλιξη της βιομάζας στην συγκαλλιέργεια βίκου με βρώμη εκτελέστηκε και στατιστικός έλεγχος με ANOVA και δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποδόσεων στις τρεις ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες για την εξέλιξη της βιομάζας (Sig. 0,226>0,05).

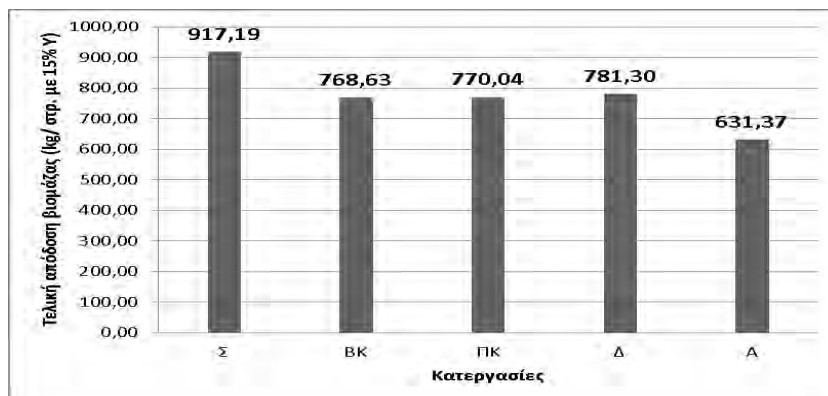


Εικόνα 20: Συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης στις 19/03/2013, 90 περίπου ημέρες από την σπορά.

4.5.1.2. Τελική απόδοση βιομάζας σε συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης

Στο Διάγραμμα 25 παρουσιάζονται οι τελικές αποδόσεις σε βιομάζα από την συγκαλλιέργεια βρώμης βίκου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών. Γενικά παρατηρούμε ότι η συμβατική κατεργασία παρουσίασε την υψηλότερη απόδοση με αρκετά μεγάλη διαφορά σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας. Συγκεκριμένα παρουσίασε 17-19% μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας όπως του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού καλλιεργητή και της δισκοσβάρνας ενώ σε σχέση με την ακαλλιέργεια παρουσίασε μεγαλύτερη απόδοση ως και 45% υψηλότερη. Δεύτερο σύστημα κατεργασίας από πλευράς αποδόσεων έρχεται η κατεργασία με δισκοσβάρνα με μικρή διαφορά σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή και του περιστροφικού αλλά παρουσιάζει αρκετά μεγαλύτερη απόδοση

σε σχέση με το σύστημα της ακαλλιέργειας. Μάλιστα η μέθοδος της ακαλλιέργειας παρουσίασε από τις μεθόδους μειωμένης κατεργασίας (BK, Δ, ΠΚ) μειωμένη απόδοση από 17 ως και 19%.



Διάγραμμα 25: Τελικές αποδόσεις σε βιομάζα από την συγκαλλιέργεια βρώμης βίκου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.

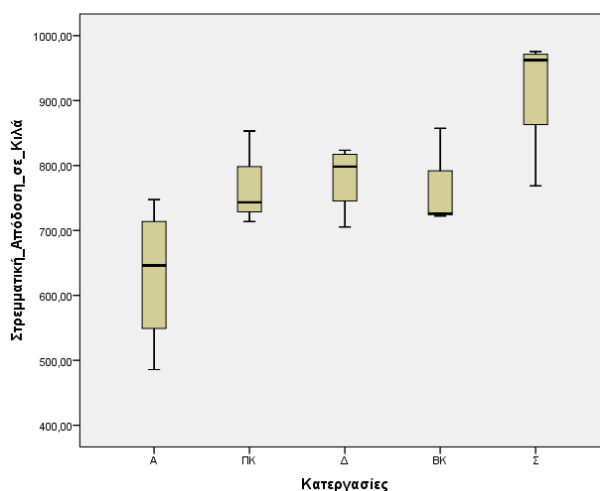
Επιπλέον εκτελώντας ANOVA για σχέδιο πειραματισμού τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων στο λογισμικό SPSS οι διαφορές μεταξύ των αποδόσεων παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές (Sig. 0,018<0,05). Βέβαια συγκρίνοντας έπειτα τις διαφορές των κατεργασιών μεταξύ τους με την εφαρμογή ελάχιστης σημαντικής διαφοράς παρατηρούμε ότι οι μόνες σχέσεις που παρουσιάστηκαν ως στατιστικά σημαντικές διαφορές είναι αυτές μεταξύ της απόδοσης με την επίδραση συμβατικής κατεργασίας και αντίστοιχα με την επίδραση δισκοσβάρνας σε σχέση με την απόδοση από τη ακαλλιέργεια (Σ-Α Sig. 0,01<0,05 και Δ-Α 0,041<0,05). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και αυτό είναι ένα ενδιαφέρον στοιχείο αν θέλουμε να υιοθετήσουμε σε πρώτη φάση αειφορικές μειωμένες κατεργασίες αντί της συμβατικής.

Αναζητώντας τώρα τις αιτίες που παρόλο παρουσιάζονται αρκετά υψηλές διαφορές στις αποδόσεις μεταξύ των κατεργασιών δεν κρίνονται στατιστικά σημαντικές θα σταθούμε κυρίως στο συντελεστή παραλλακτικότητας (Cv). Άλλωστε, εκτέλεση ANOVA σημαίνει κυρίως σύγκριση τιμών αλλά και ανάλυση της παραλλακτικότητας εντός των μεθόδων κατεργασιών αλλά και στο σύνολο του δείγματος. Συγκεκριμένα αναφερόμαστε στις μη στατιστικές διαφορές μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας και των μειωμένων κατεργασιών (Δ, BK, ΠΚ) αλλά και στις μη στατιστικά διαφορές μεταξύ των κατεργασιών βαρύ καλλιεργητή και

περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με το σύστημα της ακαλλιέργειας. Σε κάθε άλλη περίπτωση μη στατιστικών διαφορών άλλωστε όπως μεταξύ των συστημάτων μειωμένων κατεργασιών (Δ, ΒΚ, ΠΚ) δεν παρουσιάζονται μεγάλες διαφορές μεταξύ των αποδόσεων (Διάγραμμα 25). Πρακτικά στον Πίνακα 25 παρουσιάζεται ο συντελεστής παραλλακτικότητας C_v παρουσία της μέσης στρεμματικής απόδοσης και της τυπικής απόκλισης ($C_v = \text{Μέση Στρεμματική Απόδοση} / \text{Τυπική απόκλιση}$) σε κάθε μέθοδο κατεργασίας. Γενικά στις μεθόδους κατεργασίας δεν παρατηρήθηκε υψηλός συντελεστής παραλλακτικότητας. Ωστόσο, η ακαλλιέργεια παρουσίασε το υψηλότερο συντελεστή και αυτός ήταν κρίσιμος καθώς αν παρατηρήσουμε εικονικά το Διάγραμμα 26 θα δούμε ότι το εύρος τιμών των αποδόσεων της περιέχει μεγάλο μέρος από το εύρος τιμών των μεθόδων του βαρύ και του περιστροφικού καλλιεργητή. Αντίστοιχα το ίδιο παρατηρείται να συμβαίνει και στην σχέση μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας και των μεθόδων μειωμένων κατεργασιών. Άλλωστε όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής παραλλακτικότητας τόσο μεγαλύτερη αστάθεια παρουσιάζουν οι τιμές αλλά και τόσο μεγαλύτερο το εύρος των πιθανών τιμών.

Πίνακας 25: Μέση στρεμματική απόδοση, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης.

Μέθοδο κατεργασίας	Μέση Στρεμματική απόδοση σε κιλά με υγρασία 15%	Τυπική απόκλιση	C _v
Σ	917,19	99,32	0,11
ΒΚ	768,63	76,84	0,10
ΠΚ	770,04	73,43	0,10
Δ	781,30	53,09	0,07
Α	631,37	111,71	0,18



Διάγραμμα 26: Σύνολο τιμών αποδόσεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης.

4.5.1.3. Αξιολόγηση αποδόσεων βιομάζας βρώμης και βίκου

Γενικότερα όπως προαναφέραμε οι αποδόσεις ξηρής βιομάζας βίκου φτάνουν ως και 750 κιλά ανά στρέμμα (με σωστή ποικιλία και ιδανικότερες συνθήκες ως και 1000 κιλά) ενώ στην Ελλάδα η μέση στρεμματική απόδοση δεν έχει ξεπεράσει τα 500 κιλά (Lloveras, 2004 and Ποδηματάς 1984). Αντίστοιχα, όσον αφορά τις αποδόσεις σε βιομάζα βρώμης έχουν υπολογιστεί αποδόσεις και άνω των 1000 κιλών αλλά πιο ρεαλιστικές αποδόσεις είναι ως το πολύ 945 κιλά ανά στρέμμα με την Ελλάδα ωστόσο να παρουσιάζει το πολύ περίπου 352 κιλά (ΕΣΥΕ, 2006 και Fraser and McCartne, 2004). Αρχικά επειδή ως τώρα παρουσιάζαμε τα αποτελέσματα αποδόσεων για ασφαλή αποθήκευση με παρουσία 15% υγρασίας τώρα θα γίνει μετατροπή σε αποδόσεις ξηρής βιομάζας για να είναι εφικτές οι συγκρίσεις με άλλες έρευνες (Πίνακας 26).

Πίνακας 26: Αποδόσεις ξηρής βιομάζας συγκαλλιέργειας βίκου με βρώμης ανάλογα την κατεργασία επίδρασης.

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	Αποδόσεις ξηρής βιομάζας (kg/ στρ.)
Σ	797,56
ΒΚ	668,37
ΠΚ	669,60
Δ	679,39
Α	549,02

Από την άλλη οι στρεμματικές αποδόσεις σε περιπτώσεις συγκαλλιέργειας βίκου και βρώμης στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι μεταξύ 450 ως και 750 κιλά/στρέμμα στις περισσότερες των περιπτώσεων ανάλογα την αναλογία παρουσίας

βίκου και βρώμης αλλά και τις συνθήκες. Τα μόνα πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα από Ελλάδα που υπάρχουν είναι από τους Lathouridis et al. (2006) όπου βρήκαν αποδόσεις υψηλές στα 958 κιλά ανά στρέμμα.

Έτσι όσον αφορά τις αποδόσεις στην περίπτωση μας σε ξηρή βιομάζα που παρουσιάστηκαν για συνθήκες της χώρας είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικές σε σχέση είτε με μονοκαλλιέργεια βίκου είτε βρώμης. Ιδιαίτερα για την περίπτωση του βίκου η περίπτωση της ακαλλιέργειας που έχει την χαμηλότερη απόδοση ξεπερνά αντίστοιχα σχετικά υψηλές αποδόσεις στην χώρα ενώ οι αποδόσεις των μειωμένων κατεργασιών αλλά κυρίως της συμβατικής κατεργασίας προσεγγίζουν και ξεπερνάν υψηλές καταγραφόμενες αποδόσεις της βιβλιογραφίας. Από την άλλη στην περίπτωση της βρώμης μπορεί να έχουν αναφερθεί αποδόσεις πολύ υψηλότερες από αυτές που πετύχαμε αλλά μην παραβλέπουμε το γεγονός ότι στην περίπτωση μας η συγκαλλιέργεια μας απάλλαξε από την ανάγκη λίπανσης ενώ εναλλακτικά αν η εμπορία του προϊόντος δεν είναι ανταγωνιστική ενεργειακά μπορούμε να έχουμε πιο ανταγωνιστική ζωοτροφή σε σχέση με παρουσία μόνο βρώμης.

Όσον αφορά τις συγκρίσεις με τις αντίστοιχες αποδόσεις ξηρής βιομάζας σε συγκαλλιέργειας μπορούμε να πούμε ότι στην περίπτωση μας οι αποδόσεις που προέκυψαν συμβαδίζουν με το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας ακόμα και η περίπτωση της ακαλλιέργειας που παρουσίασε την χαμηλότερη απόδοση.

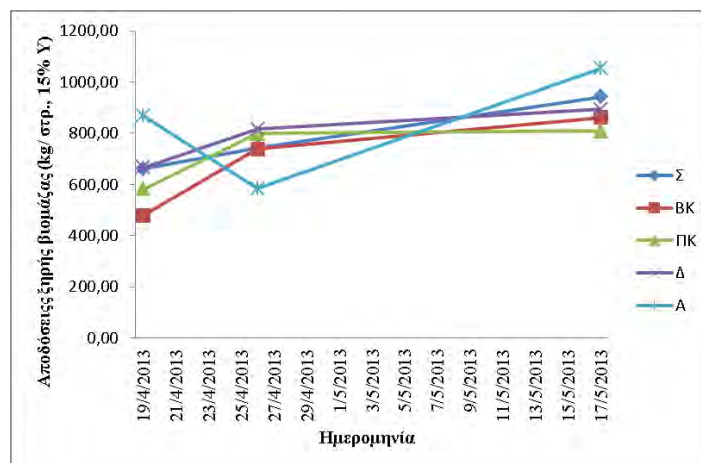
4.5.2. Αμειψισπορά Β: Συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε

4.5.2.1.Εξέλιξη βιομάζας σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε

Στην περίπτωση συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτικάλε η ημερομηνία συγκομιδής ήταν 17 Μαΐου 2013 καθώς πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες κοπών στις 19/4/2013 και στις 26/4/2013 για την πορεία εξέλιξης της βιομάζας. Όπως αναφέραμε και στην περίπτωση συγκαλλιέργειας βίκου με βρώμη έτσι και στην προκειμένη περίπτωση το σύνολο των δειγμάτων ήταν τρία τόσο για λόγους πρακτικού (έκταση κοπής δείγματος προς συνολικό μέγεθος αγροτεμαχίου) όσο και για λόγους μείωσης πειραματικού σφάλματος (αποφυγή ακραίων μετρήσεων). Εν τέλει στο Πίνακα 27 παρουσιάζεται η εξέλιξη της βιομάζας συγκαλλιέργειας μπιζελιού με τριτικάλε με αναγωγή σε κιλά ανά στρέμμα με παρουσία υγρασίας 15% ενώ στο Γράφημα 23 γίνεται απεικόνιση της εξέλιξης.

Πίνακας 27: Εξέλιξη απόδοσης της βιομάζας σε κιλά ανά στρέμμα σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε με παρουσία υγρασίας 15% και εν τέλει τελική απόδοση στις 17/5/2013.

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ/ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	19/4/2013	26/4/2013	17/5/2013
Σ	661,86	743,33	941,64
ΒΚ	480,05	739,35	861,97
ΠΚ	582,19	799,08	809,61
Δ	666,97	816,34	893,19
Α	868,79	584,05	1052,45



Γράφημα 23: Απεικόνιση εξέλιξης απόδοσης της βιομάζας σε κιλά ανά στρέμμα σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε με παρουσία υγρασίας 15% και εν τέλει τελική απόδοση στις 17/5/2013.

Γενικά, παρατηρούμε ότι η βιομάζα αυξάνεται από τις 19/4/2013 ως τις 26/4/2013 στις περισσότερες περιπτώσεις των κατεργασιών ενώ στην συνέχεια ακολουθεί μια σταθεροποίηση των αποδόσεων ενώ εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση της ακαλλιέργειας όπου παρατηρείται μια παράδοση εξέλιξη της βιομάζας. Συγκεκριμένα αρχικά παρουσιάζει αυξημένη απόδοση, έπειτα ακολουθεί μείωση ενώ έπειτα καταλήγει σε ιδιαίτερα υψηλή απόδοση βιομάζας. Η έντονη χρονική εναλλαγή των αποδόσεων στην περίπτωση εφαρμογής της ακαλλιέργειας οφείλεται στην παραλλακτικότητα στο αγρό που μπορεί να παρατηρείται ακόμα και σε γειτονικά σημεία. Πιο συγκεκριμένα στην προκειμένη περίπτωση την παραλλακτικότητα των αποδόσεων την καθορίζει η ανομοιομορφή προσβολή των ζιζανίων. Η περίπτωση της ακαλλιέργειας είχε έντονη προσβολή κατά τόπους από ζιζάνια και έτσι όταν γίνονταν συγκομιδή βιομάζας της συγκαλλιέργειας γινόταν ταυτόχρονα και συγκομιδή βιομάζας των ζιζανίων. Στην περίπτωση συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε, το ψυχανθές αναρριχάται ικανοποιητικά στο αγρωστώδες και έτσι δεν επηρεάστηκαν οι συνθήκες συγκομιδής όπως στην περίπτωση βίκου και βρώμης.

Άλλο ένα κριτήριο που αξιολογήθηκε για την κατάλληλη συγκομιδή της βιομάζας ήταν η υγρασία της βιομάζας. Στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε στις 19/4/2013 η βιομάζα συγκομιδής είχε υγρασία 74%, στις 26/4/2013 είχε 66% ενώ τέλος στις 17/5/2013 παρουσιάστηκε ιδανική υγρασία συγκομιδής στο 58%. Τέλος, η αναγωγή σε στρεμματική απόδοση έγινε για παρουσία υγρασίας στο 15% καθώς αυτή θεωρείται ασφαλής τιμή για αποθήκευση χόρτου (15-20%).

Τέλος όσον αφορά στην εξέλιξη της βιομάζας στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε εκτελέστηκε και στατιστικός έλεγχος με ANOVA και εν τέλει προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποδόσεων στις τρεις ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες (Sig. 0,009<0,05). Σε επιμέρους στατιστικούς ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν με ελάχιστη σημαντική διαφορά οι διαφορές που κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές ήταν η μετάβαση των αποδόσεων από τις 26/4/2013 στις 17/5/2013. Το συμπέρασμα είναι ότι καλό θα ήταν αν είχαμε την δυνατότητα να λαμβάναμε άλλη μια δειγματοληψία που θα παρουσίαζε πιθανόν την σταθεροποίηση των αποδόσεων και έτσι την συγκομιδή στην μέγιστη βιομάζα.

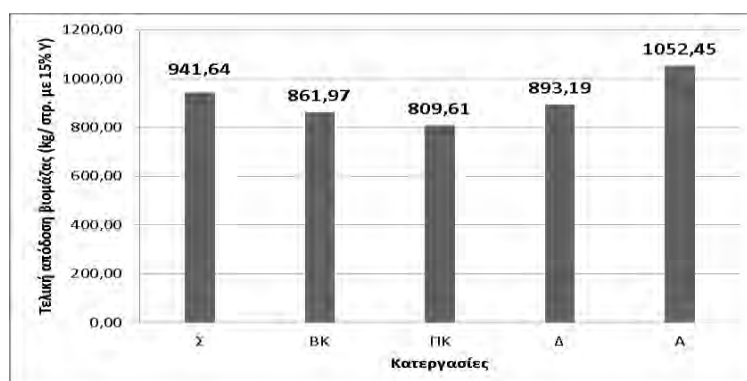


Εικόνα 21: Γενικότερη άποψη πειραματικού αγρού συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε στις 19/3/2013, 80 ημέρες περίπου από την σπορά.

4.5.2.2.Τελική απόδοση βιομάζας σε συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε

Στο Διάγραμμα 27 παρουσιάζονται οι τελικές αποδόσεις σε βιομάζα από την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε σε κάθε περίπτωση κατεργασιών. Καταρχάς παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη απόδοση σε βιομάζα την παρουσίασε το σύστημα της ακαλλιέργειας. Συγκεκριμένα η ακαλλιέργεια παρουσίασε κατά 11%, 15%, 18% και 23% υψηλότερες αποδόσεις από την συμβατική κατεργασία, την δισκοσβάρνα, τον βαρύ καλλιεργητή και τον περιστροφικό καλλιεργητή αντίστοιχα. Ωστόσο

παρόλο που είναι ενθαρρυντικό ότι η μέθοδος της ακαλλιέργειας παρουσίασε υψηλές αποδόσεις πρέπει να τονιστεί ότι μεγάλο μέρος της βιομάζας ήταν αυτοφυής βλάστηση (ζιζάνια) και κυρίως αγριοβρώμη. Πέρα της ακαλλιέργειας η συμβατική κατεργασία παρουσίασε μικρές διαφορές σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας που κυμαίνεται από 5 ως 8% υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τα συστήματα δισκοσβάρνας και βαρύ καλλιεργητή αντίστοιχα αλλά ως 14% σε σχέση με το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή. Το αισιόδοξο στοιχείο και πάλι είναι ότι συστήματα μειωμένων κατεργασιών όπως αυτό της δισκοσβάρνας με χαμηλό κόστος εφαρμογής παρουσιάζει ιδιαίτερα καλές αποδόσεις βιομάζας ενώ σημαντική παρατήρηση είναι ότι ένα σύστημα με σχετικά υψηλή κατανάλωση ενέργειας όπως ο περιστροφικός καλλιεργητής παρουσιάζει την χαμηλότερη απόδοση σε βιομάζα μπιζελιού και τριτικάλε.



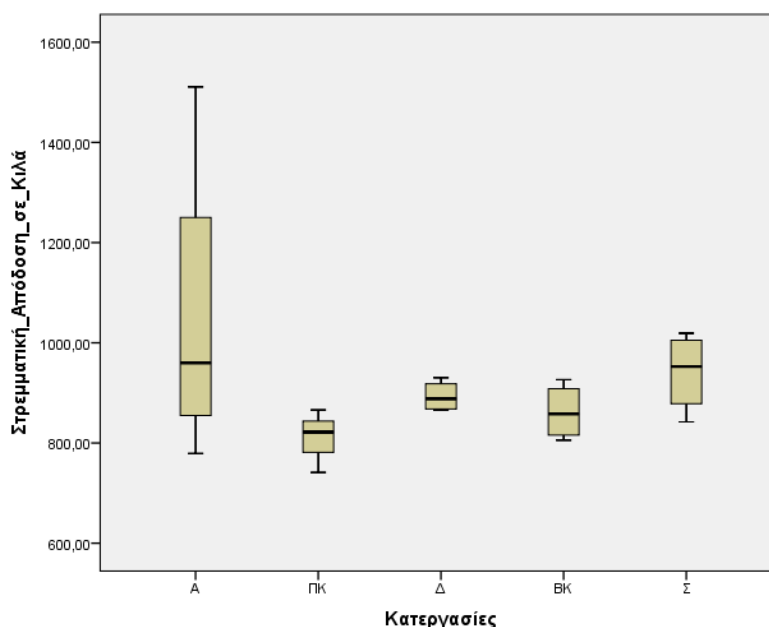
Διάγραμμα 27: Τελικές αποδόσεις σε βιομάζα από την συγκαλλιέργεια τριτικάλε και μπιζελιού σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%..

Εκτελώντας στατιστικό έλεγχο ANOVA για σχέδιο πειραματισμού τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων στο λογισμικό SPSS οι διαφορές μεταξύ των αποδόσεων υπό την επίδραση των πέντε κατεργασιών δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές (Sig. 0,438>0,05). Από μόνες τους οι διαφορές των αποδόσεων μεταξύ των κατεργασιών δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές με εξαίρεση ωστόσο ίσως να αποτελεί η διαφορά της απόδοσης υπό της επίδραση της ακαλλιέργειας σε σχέση με την επίδραση του περιστροφικού καλλιεργητή (προηγουμένως αναφέρθηκαν συγκεκριμένα και με ποσοστιαία διαφορά). Ωστόσο επειδή ANOVA δεν είναι μόνο σύγκριση τιμών αλλά και ανάλυση παραλλακτικότητας είναι απαραίτητο να δούμε και την διασπορά των τιμών των αποδόσεων υπό την επίδραση της κάθε κατεργασίας. Συγκεκριμένα στον Πίνακα 28 παρουσιάζεται ο συντελεστής παραλλακτικότητας C_v παρουσία της μέσης στρεμματικής απόδοσης και της τυπικής

απόκλισης σε κάθε μέθοδο κατεργασίας ενώ στο Διάγραμμα 28 έχουμε μια εικονική αποτύπωση του συνόλου των τιμών. Πρώτη παρατήρηση είναι ότι δεν παρατηρήθηκε στις μεθόδους κατεργασίας υψηλός συντελεστής παραλλακτικότητας με εξαίρεση να αποτελεί η εφαρμογή της ακαλλιέργειας που έχει ιδιαίτερα υψηλό συντελεστή ($Cv=0,30$). Η υψηλή παραλλακτικότητα της ακαλλιέργειας επαληθεύει και αυτό που προαναφέραμε για την ανομοιόμορφη παρουσία των ζιζανίων από αγροτεμάχιο σε αγροτεμάχιο. Τέλος, στο Διάγραμμα 28 μπορούμε να δούμε ότι τα σύνολα τιμών της κάθε κατεργασίας συμπίπτουν σε μεγάλο μέρος με τα σύνολα τιμών άλλης κατεργασίας και έτσι οι διαφορές δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 28: Μέση στρεμματική απόδοση, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε.

Μέθοδο κατεργασίας	Μέση Στρεμματική απόδοση σε κιλά με υγρασία 15%	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	941,64	79,65	0,08
ΒΚ	861,97	56,10	0,07
ΠΚ	809,61	63,30	0,08
Δ	893,19	30,74	0,03
Α	1052,45	318,10	0,30



Διάγραμμα 28: Σύνολο τιμών αποδόσεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης.

4.5.2.3. Αξιολόγηση αποδόσεων βιομάζας μπιζελιού και τριτικάλε

Οι αποδόσεις της βιομάζας μπιζελιού κυμαίνεται από 400-500 κιλά ανά στρέμμα ενώ με ικανοποιητική άρδευση οι αποδόσεις μπορεί να κυμανθούν από 800

ως 950 κιλά ανά στρέμμα (Tamsoc et al., 2009, Krall et al., 2006 and Αυγουλάς κ.α., 2001). Δυστυχώς για την Ελλάδα δεν υπάρχουν ακόμα επίσημα αποδόσεις από την ΕΣΥΕ. Από την άλλη οι αποδόσεις σε βιομάζα τριτκάλε σε ξηρή βιομάζα που έχουν καταγραφεί είναι ιδιαίτερα υψηλές και ξεπερνάνε τα 1000 κιλά ανά στρέμμα ενώ μπορεί να φτάσουν ως και 1600-1800 κιλά (Ellen, 1993, Delogu et al., 2002 and Cannas et al., 2005). Επειδή ως τώρα παρουσιάσαμε τα αποτελέσματα αποδόσεων της συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτκάλε για ασφαλή αποθήκευση με παρουσία 15% υγρασίας τώρα θα γίνει μετατροπή σε αποδόσεις ξηρής βιομάζας για να είναι εφικτές οι συγκρίσεις με άλλες έρευνες (Πίνακας 29).

Πίνακας 29: Αποδόσεις ξηρής βιομάζας συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε ανάλογα την κατεργασία επίδρασης.

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	Αποδόσεις ξηρής βιομάζας (kg/ στρ.)
Σ	818,81
ΒΚ	749,54
ΠΚ	704,01
Δ	776,69
Α	915,18

Όσον αφορά τις αποδόσεις συγκαλλιέργειας μπιζελιού και τριτκάλε με την εκλογή της κατάλληλης ποικιλίας και ανάλογα την παρουσία τριτκάλε προς μπιζέλι οι αποδόσεις κυμαίνονται 1300-1800 κιλά ανά στρέμμα. Γενικά μεγαλύτερη παρουσία στο μίγμα τριτκάλε ευνοεί την παραγωγή βιομάζας ενώ μεγάλο ρόλο στην απόδοση παίζει ρόλο η εκλογή των κατάλληλων ποικιλιών καθώς σε διαφορετικές περιπτώσεις οι αποδόσεις κυμαίνονται το πολύ 650-1000 κιλά ανά στρέμμα (Jacobs and Ward, 2012, Pereira and Crespo, 2010, Mihailovic et al., 2011 and Lithouridis et al. 2011).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα μας με τις αντίστοιχες αποδόσεις μονοκαλλιέργειας μπιζελιού που έχουν αναφερθεί παρατηρούμε ότι οι αποδόσεις ξηρής βιομάζας στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού που προέκυψαν είναι ικανοποιητικά καθώς κυμαίνονται από 700 ως 915 κιλά ανά στρέμμα. Μάλιστα ενθαρρυντικό είναι η ιδιαίτερα υψηλή απόδοση σε βιομάζα που παρουσίασε η ακαλλιέργεια αλλά και τα υπόλοιπα συστήματα μειωμένης κατεργασίας όπως η δισκοσβάρνα. Από την άλλη σε σχέση με μονοκαλλιέργεια τριτκάλε το μίγμα συγκαλλιέργειας που δοκιμάστηκε δεν είναι εξίσου αποδοτικό σε απόδοση ξηρής βιομάζας καθώς σε καμία περίπτωση

κατεργασίας δεν ξεπεράστηκαν τα 1000 κιλά ανά στρέμμα. Ωστόσο, το μίγμα τριτκάλε και μπιζέλι που δοκιμάστηκε μας δίνει και εναλλακτικές επιλογές εμπορίας πέρα από ενεργειακές καθώς παρουσιάζεται πιο ανταγωνιστική ζωοτροφή σε σχέση με την μονοκαλλιέργεια τριτκάλε.

Τέλος, συγκρίνοντας με τα αντίστοιχα αποτελέσματα συγκαλλιέργειας που έχουν αναφερθεί τα αποτελέσματα απόδοσης ξηρής βιομάζας του προγράμματος είναι ικανοποιητικά και συμβαδίζουν με την διεθνή βιβλιογραφία. Ίσως αν επιλεγόντουσαν ιδανικότερες ποικιλίες αλλά και μεγαλύτερη παρουσία στην συγκαλλιέργεια τριτκάλε τότε οι αποδόσεις να ήταν υψηλότερες. Ενθαρρυντικό για άλλη μια φορά είναι η υψηλή απόδοση σε ξηρή βιομάζα που παρουσίασε η ακαλλιέργεια αλλά και τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας όπως της δισκοσβάρνας.

4.5.3. Αμειψισπορά Γ: Συγκαλλιέργεια Μπιζελιού και Βρώμης

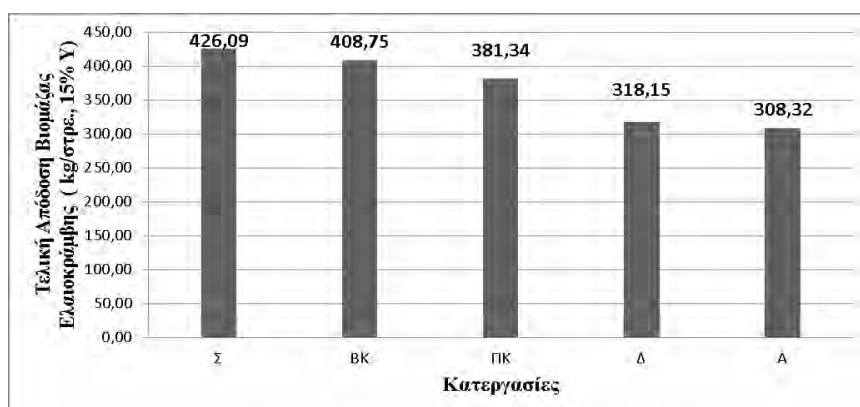
Στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού βρώμης σε αυτή την περίπτωση δεν πραγματοποιήθηκε συγκομιδή της καλλιέργειας διότι μέχρι το τέλος υπήρξε πολύ σοβαρή προσβολή από ζιζάνια. Ο δεύτερος πειραματικός αγρός στην αμειψισπορά Γ, καθότι ήτο ξηρικός, καλλιεργούνταν κάθε χρόνο με χειμερινές καλλιέργειες. Το γεγονός της έλλειψης αμειψισποράς χειμερινών – εαρινών σε συνδυασμό την εφαρμογή συστημάτων μειωμένης κατεργασίας του εδάφους οδήγησε σε μια σταδιακή όξυνση του προβλήματος με τα ζιζάνια. Τα ζιζάνια αυτά ήταν αδύνατο να καταπολεμηθούν καθώς η καλλιέργεια είναι μη σκαλιστική και επιπλέον η χρήση μείγματος αγρωστώδους (τριτκάλε) και πλατύφυλλης (μπιζέλι) καλλιέργειας αποκλείει όλο το φάσμα των διαθέσιμων ζιζανιοκτόνων από την δυνατότητα εφαρμογής. Αντίθετα στο πειραματικό αγρό που χρησιμοποιήθηκε στην αμειψισπορά Β, υπήρχε εναλλαγή χειμερινών και εαρινών καλλιεργειών και αυτό βοήθησε στον αποτελεσματικότερο έλεγχο των ζιζανίων.

4.5.4. Αμειψισπορά Δ: Καλλιέργεια Ελαιοκράμβης

4.5.4.1. Τελική απόδοση βιομάζας/στελέχη ελαιοκράμβης

Η συγκομιδή της βιομάζας της ελαιοκράμβης πραγματοποιήθηκε στις 19/6/2013 και η βιομάζα είχε υγρασία 53%. Στο Διάγραμμα 29 παρακάτω παρουσιάζονται οι τελικές αποδόσεις σε βιομάζα που προέκυψαν στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης με υγρασία 15% (ιδανική για αποθήκευση). Για άλλη μια φορά το σύστημα της

συμβατικής κατεργασίας παρουσιάζει την μεγαλύτερη απόδοση ενώ και το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή κυμαίνεται στο ίδιο περίπου μήκος κύματος. Ακολουθεί το σύστημα κατεργασίας με περιστροφικό καλλιεργητή και τελευταία με αρκετή διαφορά από πλευράς αποδόσεων έρχονται η εφαρμογή με δισκοσβάρνα και η ακαλλιέργεια. Συγκεκριμένα, η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει μεγαλύτερες αποδόσεις βιομάζας κατά 4%, 11%, 25% και 28% σε σχέση με το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού, της δισκοσβάρνας και την ακαλλιέργειας αντίστοιχα. Τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας και ακαλλιέργειας στην ελαιοκράμβη απ' ότι φαίνεται δεν παρουσιάστηκαν ανταγωνιστικά.



Διάγραμμα 29: Τελικές αποδόσεις σε βιομάζα από την καλλιέργεια ελαιοκράμβης σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.

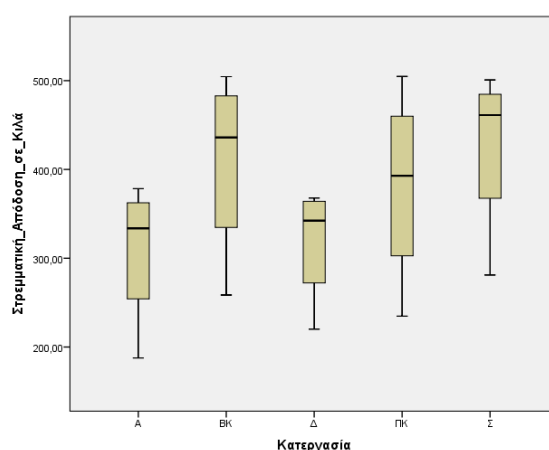
Εν συνεχεία εκτελώντας στατιστικό έλεγχο ANOVA οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στον παράγοντα απόδοσης βιομάζας ελαιοκράμβης ήταν στατιστικά σημαντικές (Sig. <0,001). Συγκεκριμένα με εφαρμογή της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς, οι διαφορές που κρίθηκαν ως σημαντικές ήταν της ακαλλιέργειας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή, τη συμβατική κατεργασία και την εφαρμογή με βαρύ καλλιεργητή, ακόμα μεταξύ της δισκοσβάρνας σε σχέση όμοια με τον περιστροφικό καλλιεργητή, τη συμβατική κατεργασία και τον βαρύ καλλιεργητή και τέλος μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τη συμβατική κατεργασία. Ουσιαστικά βλέπουμε ότι τα συστήματα επιφανειακής κατεργασίας υπολείπονται σημαντικά σε σχέση με τα συστήματα βαθιάς.

Τέλος, αναζητώντας τους στατιστικούς λόγους που προέκυψαν διαφορές ή όχι θα ανατρέξουμε στην παραλλακτικότητα των μετρήσεων της απόδοσης. Στον Πίνακα 30 παρατηρούμε ότι η παραλλακτικότητα εντός των κατεργασιών είναι σχετικά υψηλή και σε κάθε περίπτωση ο συντελεστής ξεπερνά το 0,20. Αυτό σημαίνει υψηλή αστάθεια των τιμών της απόδοσης. Μια ερμηνεία είναι ότι ο αγρός ήταν έντονα

προσβεβλημένος από ζιζάνια και ανομοιόμορφη κατανομή τους στον χώρο επηρέασε τις τελικές αποδόσεις από αγροτεμάχιο σε αγροτεμάχιο. Ωστόσο παρά το υψηλό σφάλμα και των πιθανών κοινών συνόλων τιμών μεταξύ των κατεργασιών όπως παρουσιάζεται και χαρακτηριστικά στο Διάγραμμα 30 προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Πίνακας 30: Μέση στρεμματική απόδοση βιομάζας/στελέχη, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.

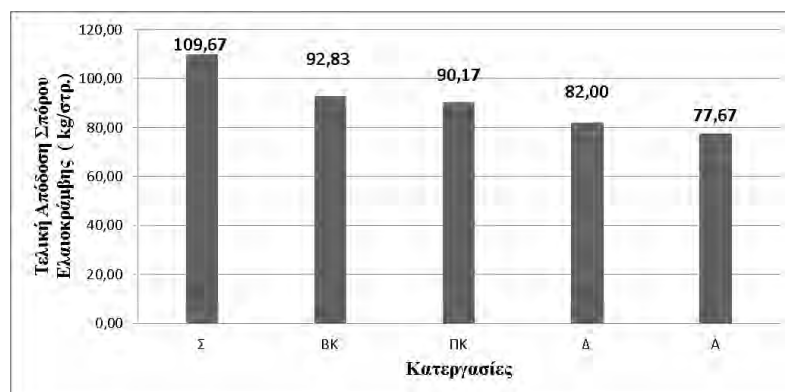
Μέθοδο κατεργασίας	Μέση Στρεμματική απόδοση σε κιλά με υγρασία 15%	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	426,09	98,65	0,23
ΒΚ	408,75	107,22	0,26
ΠΚ	381,34	112,49	0,29
Δ	318,15	68,07	0,21
Α	308,32	83,81	0,27



Διάγραμμα 30: Σύνολο τιμών αποδόσεων βιομάζας/στελέχη στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.

4.5.4.2. Τελική απόδοση σπόρου ελαιοκράμβης

Πέρα από συγκομιδή βιομάζας στην περίπτωση της ελαιοκράμβης έγινε και σπόρου στις 19/6/2013 με υγρασία συλλογής 14%. Έτσι τα αποτελέσματα απόδοσης σπόρου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 31. Πρώτο σύστημα από πλευρά αποδόσεων σπόρου έρχεται αυτό της συμβατικής κατεργασίας, ακολουθούν στο τα συστήματα του βαρύ και του περιστροφικού καλλιεργητή με την ίδια απόδοση περίπου ενώ τελευταία με αρκετή διαφορά έρχονται τα συστήματα της δισκοσβάρνας και της ακαλλιέργειας. Συγκεκριμένα η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει αυξημένες αποδόσεις κατά 15%, 18%, 25% και 29% σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού, της δισκοσβάρνας και της ακαλλιέργειας.



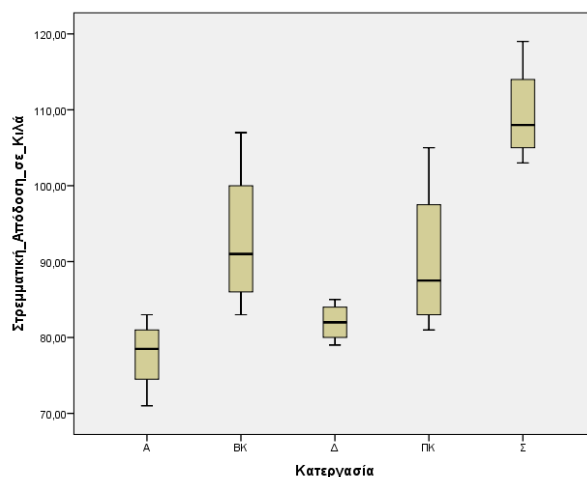
Διάγραμμα 31: Τελικές αποδόσεις σε σπόρο από την καλλιέργεια ελαιοκράμβης σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.

Εκτελώντας ANOVA προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και πιο συγκεκριμένα μετά την εφαρμογή ελάχιστης σημαντικής διαφοράς μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας, το βαρύ και τον περιστροφικό καλλιεργητή, ακόμα μεταξύ της δισκοσβάρνας και όμοια σχέση με τη συμβατική κατεργασία, το βαρύ και τον περιστροφικό καλλιεργητή και τέλος μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση με τον βαρύ και τον περιστροφικό καλλιεργητή. Συμπερασματικά η συμβατική κατεργασία υπερέχει σε αποδόσεις σημαντικά ενώ η δισκοσβάρνα και η ακαλλιέργεια υπολείπονται.

Στον Πίνακα 31 παρατηρούμε ότι οι παραλλακτικότητες των μετρήσεων της απόδοσης εντός των κατεργασιών δεν είναι υψηλές και ο συντελεστής κυμαίνεται από μόλις 0,03 ως 0,12. Έτσι όπως θα βλέπουμε στο Διάγραμμα 32 οι κατεργασίες που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά δεν παρουσιάζουν πιθανά κοινά σύνολα τιμών (ακαλλιέργεια και συμβατικό σύστημα) ενώ οι κατεργασίες που δεν διαφέρουν μεταξύ τους παρουσιάζουν πιθανά κοινά σύνολα τιμών (περιστροφικός και βαρύς καλλιεργητής).

Πίνακας 31: Μέση στρεμματική απόδοση σπόρου, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.

Μέθοδο κατεργασίας	Μέση Στρεμματική απόδοση σε κιλά	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	109,50	6,81	0,06
BK	93,00	10,20	0,11
ΠΚ	90,25	10,50	0,12
Δ	82,00	2,58	0,03
Α	77,75	4,99	0,06



Διάγραμμα 32: Σύνολο τιμών αποδόσεων σπόρου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης.

4.5.4.3. Αξιολόγηση αποδόσεων σπόρου στην καλλιέργεια ελαιοκράμβης

Κυρίως ενεργειακά η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης προορίζεται για παραγωγή ελαίου και έτσι θα αξιολογήσουμε την παραγωγή απόδοσης σπόρου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής. Βιβλιογραφικά ικανοποιητικές αποδόσεις σε σπόρο αναφέρονται 200 με 350 κιλά ανά στρέμμα (Faraji et al., 2009). Ωστόσο έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις χαμηλών αποδόσεων και κάτω των 100 κιλών ανά στρέμμα ενώ στην Ελλάδα από πειραματικά δεδομένα προέκυψε μέση παραγωγή 174 κιλά ανά στρέμμα (Γάκη, 2010 and James, 1983). Με βάση τα παραπάνω τα αποτελέσματα που προέκυψαν στην περίπτωση μας σε απόδοση σπόρου δεν είναι ικανοποιητικά σε καμία από τις κατεργασίες εφαρμογής. Κύριος λόγος είναι η έντονη προσβολή κατά το στάδιο της ωρίμανσης του σπόρου από έντομα της οικογένειας Pentatomidae. Επίσης υπήρχαν και απώλειες κατά το φύτεμα της καλλιέργειας ενώ υπήρχε και έντονος ανταγωνισμός με ζιζάνια παρά την εφαρμογή με σκευάσματα αντιμετώπισης.

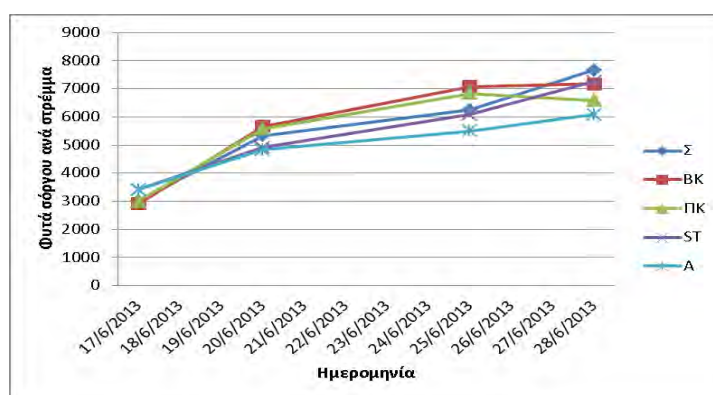
4-B. Εαρινές καλλιέργειες

4.6.Αποτελέσματα Φυτρώματος

4.6.1. Αμειψισπορά Α: Καλλιέργεια ινώδους σόργου

4.6.1.1.Εξέλιξη φυτρώματος σόργου ανάλογα την επίδραση της κατεργασίας

Από τις 17 Ιουνίου ως τις 28 Ιουνίου του 2014 έγιναν διαδοχικές μετρήσεις προκειμένου να παρακολουθήσουμε την πορεία φυτρώματος του σόργου στις πέντε διαφορετικές κατεργασίες. Συγκεκριμένα μετρήσεις φυτρώματος πραγματοποιήθηκαν στις 17/6, στις 20/6, στις 23/6 και στις 28/6 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Γράφημα 24.



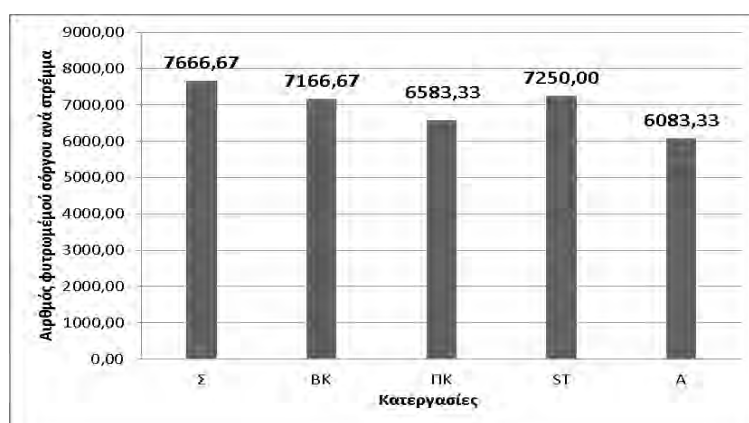
Γράφημα 24: Εξέλιξη φυτρώματος σόργου από τις 17/6 ως τις 20/6.

Γενικά παρατηρούμε ότι η ακαλλιέργεια αλλά και η κατεργασία σε λωρίδες παρουσίασαν το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος στην πρώτη μέτρηση σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας. Πιθανόν σε ορισμένες περιπτώσεις η πιο επιφανειακή εναπόθεση του σπόρου σε αυτά τα συστήματα σε συνδυασμό με την επιφανειακή παρουσία της υγρασίας βοήθησαν στο γρήγορο φύτρωμα των φυτών. Εν συνεχεία όμως το σύστημα της ακαλλιέργειας όσο περνούσε ο καιρός παρουσίασε το χαμηλότερο ρυθμό αύξησης. Τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή και περιστροφικού καλλιεργητή παρουσίασαν το υψηλότερο ρυθμό αύξησης σόργου ως τις 23/6 αλλά εν τέλει δεν παρουσίασαν τον υψηλότερο τελικό αριθμό φυτρώματος. Εν αντιθέσει τα συστήματα συμβατικής κατεργασίας αλλά και κατεργασίας σε λωρίδες είχαν χαμηλότερο ρυθμό φυτρώματος σε σχέση με τον βαρύ και περιστροφικό καλλιεργητή ως τις 23/6 αλλά εν τέλει ήταν τα δύο συστήματα που παρουσίασαν τον μεγαλύτερο τελικό αριθμό φυτρώματος στις 28/7.

Ακόμα για την κάθε κατεργασία ξεχωριστά εκτελέστηκε στατιστικός έλεγχος για να δούμε αν η εξέλιξη του φυτρώματος αυξάνει στατιστικά σημαντικά. Συγκεκριμένα όσον αφορά την ακαλλιέργεια εκτελώντας ANOVA παρατηρούμε ότι το ποσοστό φυτρώματος αυξάνεται στατιστικά σημαντικά από τις 17/6 ως τις 28/6 (Sig. 0,001<0,05). Ωστόσο εκτελώντας περαιτέρω στατιστικό έλεγχο με χρήση ελάχιστης σημαντικής διαφοράς παρατηρούμε ότι στις επιμέρους διαφορές δεν προσδιορίστηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στο φύτευμα του σόργου από τις 23/6 ως τις 28/6 και έτσι καταλήγουμε ότι όντως στις 28/6 έχουμε το τελικό φύτευμα. Εν συνεχεία όσο αφορά την κατεργασία σε λωρίδες με την εκτέλεση ANOVA παρατηρήσαμε ότι από τις 17/6 ως τις 28/6 το φύτευμα των φυτών αυξάνει στατιστικά σημαντικά ενώ το ίδιο συμβαίνει και με την χρήση περιστροφικού καλλιεργητή, βαρύ καλλιεργητή και συμβατικής κατεργασίας.

4.6.1.2.Τελικό Φύτευμα σόργου ανάλογα την επίδραση των κατεργασιών

Στο Διάγραμμα 33 παρουσιάζονται συγκεκριμένα οι τελικοί πληθυσμοί φυτών σόργου που προέκυψαν από την επίδραση των πέντε κατεργασιών. Το μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος το παρουσίασε το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας αλλά δεν διαφέρει πολύ από τα άλλα συστήματα κατεργασίας με εξαίρεση το σύστημα της ακαλλιέργειας όπου υπάρχει αρκετή διαφορά. Συγκεκριμένα παρουσίασε υψηλότερο αριθμό κατά 5%, 6, 14% και 21% σε σχέση με τα συστήματα κατεργασιών σε λωρίδες, τον βαρύ καλλιεργητή, τον περιστροφικό καλλιεργητή και την ακαλλιέργεια αντίστοιχα. Τέλος, η ακαλλιέργεια γενικά υπολείπεται αρκετά από τα άλλα συστήματα σε ποσοστό φυτρώματος.



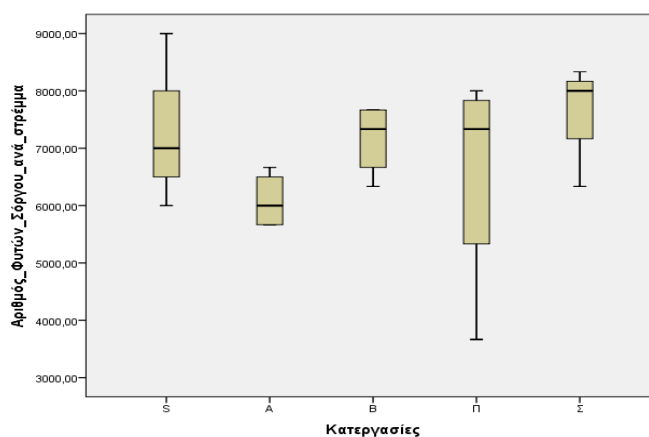
Διάγραμμα 33: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος σόργου.

Εν συνεχεία με την πραγματοποίηση στατιστικού ελέγχου ANOVA για σχέδιο πλήρων τυχαιοποιημένων ομάδων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στο φύτευμα του σόργου. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ενθαρρυντικό και αποδεικνύει ότι ίσως τα συστήματα ακαλλιέργειας και μειωμένης κατεργασίας δεν επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά το φύτευμα του σόργου.

Αναζητώντας τώρα τους στατιστικούς λόγους που δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές θα ασχοληθούμε με την παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων φυτρώματος τόσο εντός των κατεργασιών όσο και στο σύνολο του δείγματος. Στον Πίνακα 32 μπορούμε να δούμε τον συντελεστή παραλλακτικότητας και παρατηρούμε ότι στο σύνολο του δείγματος δεν χαρακτηρίζεται υψηλός ενώ εντός των κατεργασιών και πάλι είναι χαμηλός με εξαίρεση να αποτελεί η υψηλή τιμή στην περίπτωση του περιστροφικού καλλιεργητή. Ακόμα και έτσι όμως ο βαθμός παραλλακτικότητας είναι ικανός σε συνδυασμό με τα εύρη των παρατηρήσεων να καθορίσουν όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 34 πιθανά κοινά σύνολα τιμών.

Πίνακας 32: Αριθμός φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας σε καλλιέργεια σόργου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογών.

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	7666,6667	902,67093	0,12
BK	7166,67	638,28	0,09
ΠΚ	6583,33	1988,39	0,30
ST	7250	1258,31	0,17
A	6083,33	500,00	0,08
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,16	



Διάγραμμα 34: Σύνολο τιμών φυτρώματος σόργου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής.

4.6.1.3. Αξιολόγηση φυτρώματος του σόργου

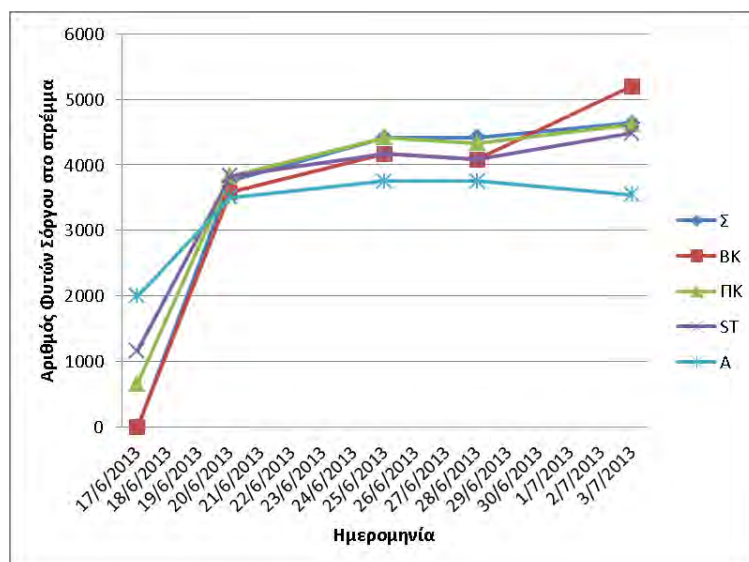
Όσον αφορά τον σόργο για παραγωγή βιομάζας προτείνονται το πολύ 11.500 σπόροι ανά στρέμμα (Snider et al., 2012). Με απώλειες φυτρώματος που κυμαίνονται στο 20-30% (70 με 80% τα παραγόμενα φυτά) μπορεί να προκύψουν περίπου 8000 με 9000 φυτά ανά στρέμμα. Στην περίπτωση μας στην καλύτερη των περιπτώσεων προέκυψαν πολύ ικανοποιητικές πυκνότητες φυτών ως 7666 φυτά ανά στρέμμα στη συμβατική κατεργασία. Σχετικά καλό χαρακτηρίζεται και το φύτευμα που παρουσίασαν τόσο η κατεργασία σε λωρίδες όσο και ο βαρύς καλλιεργητής. Ωστόσο προβληματισμό στο φύτευμα παρουσίασαν τα συστήματα περιστροφικού καλλιεργητή αλλά και της ακαλλιέργειας με παρουσία φυτών αρκετά κάτω των 7000 φυτών ανά στρέμμα.

Παρόλα αυτά ως γενικό συμπέρασμα είναι θετικό μεν που δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στο φύτευμα του σόργου έτσι ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν συστήματα ακαλλιέργειας και μειωμένων κατεργασιών αλλά οι χαμηλές πυκνότητες φυτών που παρουσιάζουν σε ορισμένες περιπτώσεις δεν ενδείκνυνται για παραγωγή βιομάζας. Τέλος, θετική συμπεριφορά στο φύτευμα γενικότερα παρουσίασε το μειωμένο σύστημα κατεργασιών σε λωρίδες με υψηλό αριθμό φυτρώματος που δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το συμβατικό σύστημα.

4.6.2. Αμειψισπορά Β: Καλλιέργεια Ηλίανθου

4.6.2.1. Εξέλιξη φυτρώματος ηλίανθου ανάλογα την επίδραση της κατεργασίας

Όπως στην περίπτωση του σόργου έτσι και στον ηλίανθου από τις 17 Ιουνίου ως τις 3 Ιουλίου του 2014 πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις εξέλιξης του φυτρώματος και στις πέντε κατεργασίες μελέτης. Συγκεκριμένα έγιναν πέντε μετρήσεις φυτρώματος στις 17/6, στις 20/6, στις 25/6, στις 28/6 και στις 3/7. Συνολικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Γράφημα 25.



Γράφημα 25: Εξέλιξη φυτρώματος ηλίανθου από τις 17/6 ως τις 20/6.

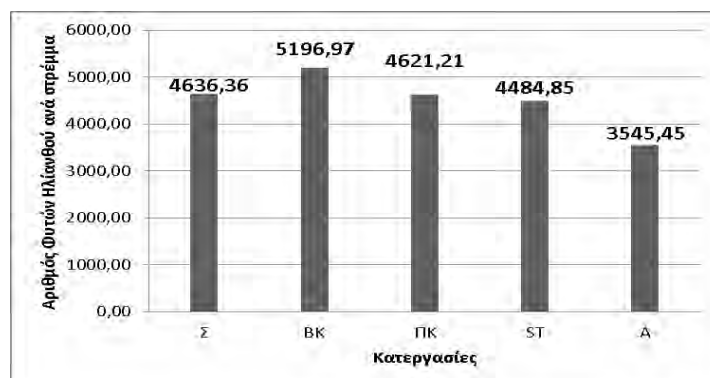
Γενικά παρατηρούμε τα συστήματα της ακαλλιέργειας και της κατεργασίας σε λωρίδες παρουσιάστηκε πολύ πιο γρήγορο φύτρωμα του ηλίανθου από τα αντίστοιχα συστήματα περιστροφικού καλλιεργητή, βαρύ καλλιεργητή και συμβατικής κατεργασίας με άροτρο. Μάλιστα στην περίπτωση της συμβατικής κατεργασίας και του βαρύ καλλιεργητή δεν παρατηρήθηκε καν φύτρωμα στην πρώτη μέτρηση στις 17/6/2013. Πιθανόν η πιο επιφανειακή εναπόθεση του σπόρου σε συνδυασμό με την επιφανειακή υγρασία να ευνόησε και στην περίπτωση του ηλίανθου το φύτρωμα. Ωστόσο στην συνέχεια στις 20/6 παρουσιάστηκε μια απότομη αύξηση στο φύτρωμα του ηλίανθου κυρίως στα συστήματα συμβατικής κατεργασίας και βαρύ καλλιεργητή έπειτα στο περιστροφικό καλλιεργητή, ακολουθεί η κατεργασία σε λωρίδες ενώ τελευταίο σύστημα σε ρυθμό αύξησης φυτρώματος είναι η ακαλλιέργεια. Έπειτα ως τις 28/6 παρουσιάζεται μια μικρή αύξηση στο φύτρωμα για τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, της συμβατικής κατεργασίας, του περιστροφικού καλλιεργητή και της κατεργασίας σε λωρίδες ενώ το σύστημα της ακαλλιέργειας παραμένει σχετικά σταθερό σε ποσοστό φυτρώματος ως και το τέλος στις 3/7. Τέλος, ο βαρύς καλλιεργητής από τις 28/6 ως τις 3/7 παρουσιάζει μια απότομη αύξηση όπου διαμορφώνει και το τελικό φύτρωμα του ενώ μικρή αύξηση παρατηρείται και στην περίπτωση της κατεργασίας σε λωρίδες ενώ τέλος ελάχιστη μπορεί να χαρακτηριστεί αυτή η αύξηση στην περίπτωση της συμβατικής κατεργασίας και της κατεργασίας με περιστροφικό καλλιεργητή.

Ακόμα, εκτελέστηκε στατιστικός έλεγχος με ANOVA για να παρατηρήσουμε αν η εξέλιξη φυτρώματος ηλίανθου είναι στατιστικά σημαντική με την πάροδο του χρόνου. Συγκεκριμένα για την περίπτωση της συμβατικής κατεργασίας παρατηρήθηκε ότι η εξέλιξη του φυτρώματος ήταν στατιστικά σημαντική. Ωστόσο μετά από καθορισμένο έλεγχο με ελάχιστη σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε ότι η αύξηση του φυτρώματος από τις 17/6 ως τις 20/6 ήταν στατιστικά σημαντική ενώ από τις 20/6 ως τις 3/7 δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στο φυτόωμα του ηλίανθου επιβεβαιώνοντας ουσιαστικά ότι οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν εν τέλει ανταποκρίνονται στο τελικό φυτόωμα. Αντίστοιχα, στην περίπτωση του βαρύ καλλιεργητή παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση του φυτρώματος αλλά στην ελάχιστη σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε ότι στατιστικά σημαντική αύξηση είχαμε ως τις 25/6 ενώ στην συνέχεια υπήρχε σταθεροποίηση του φυτρώματος και καταλήξαμε στο τελικό φυτόωμα. Και στην περίπτωση του περιστροφικού καλλιεργητή και της κατεργασίας σε λωρίδες ισχύουν ακριβώς τα ίδια όπως και με την συμβατική κατεργασία με στατιστικά σημαντική αύξηση φυτρώματος ως τις 20/6 και έπειτα σταθεροποίηση. Τέλος στην περίπτωση της ακαλλιέργειας παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική εξέλιξη του φυτρώματος αλλά σε στατιστικό έλεγχο με ελάχιστη στατιστική διαφορά προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση του φυτρώματος από τις 17/6 στις 25/6 και έπειτα σταθεροποίηση.

4.6.2.2.Τελικό Φυτόωμα Ηλίανθου ανάλογα την επίδραση των κατεργασιών

Στο Διάγραμμα 35 παρακάτω αποτυπώνονται τα αποτελέσματα τελικού φυτρώματος ηλίανθου που προέκυψαν ανάλογα την επίδραση της κάθε κατεργασίας στις 1/7/2013. Το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή παρουσιάζει τον υψηλότερο ποσοστό φυτρώματος και έχει μικρή διαφορά σε σχέση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας, τον περιστροφικό καλλιεργητή, την κατεργασία με λωρίδες αλλά από την άλλη αρκετή διαφορά από το σύστημα της ακαλλιέργειας. Συγκεκριμένα, ο βαρύς καλλιεργητής παρουσιάζει μεγαλύτερο ποσοστό φυτρώματος κατά 11%, 11%, 14%, 32% σε σχέση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας, τον περιστροφικό καλλιεργητή, την κατεργασία σε λωρίδες και την ακαλλιέργεια αντίστοιχα. Τέλος, όπως είναι φανερό ότι το συμβατικό σύστημα κατεργασίας είναι περίπου στο ίδιο ποσοστό φυτρώματος σε σχέση με ένα σύστημα μειωμένης κατεργασίας όπως είναι η κατεργασία σε λωρίδες και αυτό από μόνο του είναι ενθαρρυντικό για την περίπτωση

του ηλίανθου. Από την άλλη αρνητική παρουσία για άλλη μια φορά έχει το σύστημα της ακαλλιέργειας που υπολείπεται φανερά από τις άλλες μεθόδους κατεργασίας.



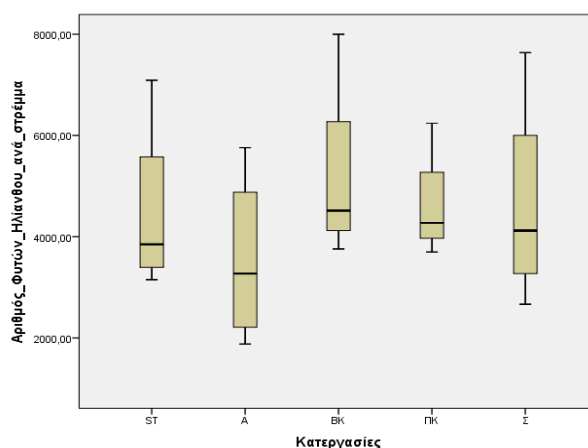
Διάγραμμα 35: Αποτελέσματα τελικού φυτρώματος ηλίανθου.

Στην συνέχεια εκτελέστηκε στατιστικός έλεγχος ANOVA για να παρατηρήσουμε αν οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στο τελικό φύτρωμα του ηλίανθου είναι στατιστικά σημαντικές ή όχι. Εν τέλει προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών ($0,044 < 0,05$). Πιο συγκεκριμένα ελέγχοντας επιμέρους διαφορές μεταξύ των κατεργασιών με ελάχιστη σημαντική διαφορά προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συστήματος ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας πέρα εκείνου της κατεργασίας με λωρίδες.

Ωστόσο, παρατηρώντας την παραλλακτικότητα εντός των κατεργασιών αλλά και στο σύνολο των κατεργασιών βλέπουμε είναι ιδιαίτερα υψηλή καθώς ο συντελεστή είναι άνω του 0,35 με εξαίρεση να αποτελεί μόνο το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή (Πίνακας 33). Αυτό από μόνο του σημαίνει αστάθεια τιμών. Από την άλλη βέβαια στο σύνολο των παρατηρήσεων η παραλλακτικότητα χαρακτηρίζεται χαμηλή και ίση με 0,14. Παρόλο όμως της υψηλής παραλλακτικότητας, των μεγάλων εύρων τιμών και των πιθανών κοινών συνόλων τιμών όπως ξεκάθαρα απεικονίζονται στο Διάγραμμα 36 οι διαφορές όπως προαναφέραμε μεταξύ ακαλλιέργειας και των άλλων συστημάτων κατεργασίας (εξαίρεση σε σχέση με το σύστημα λωρίδων) χαρακτηρίστηκαν στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 33: Αριθμός φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας σε καλλιέργεια ηλίανθου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογών.

Μέθοδο κατεργασίας	Αριθμός φυτρωμένων φυτών ανά στρέμμα (μέσος όρος)	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	4636,3636	2123,51967	0,46
BK	5196,9697	1902,66676	0,37
ΠΚ	4621,2121	1114,64086	0,24
ST	4484,8485	1776,62956	0,40
A	3545,4545	1720,25866	0,49
Συνολική παραλλακτικότητα (Cv)		0,14	



Διάγραμμα 36: Σύνολο τιμών φυτρώματος ηλίανθου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής.

4.6.2.3. Αξιολόγηση φυτρώματος του ηλίανθου

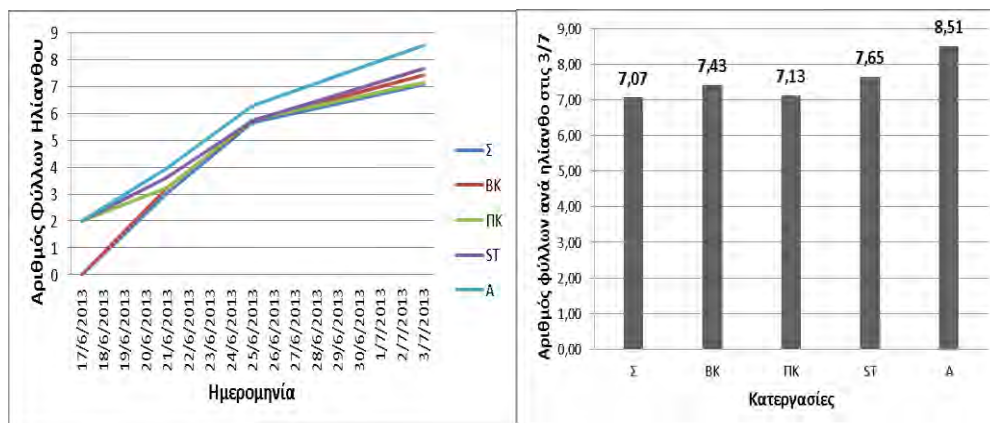
Γενικότερα όσον αφορά τον ηλίανθο παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία ιδανικές συγκεντρώσεις φυτών ανά στρέμμα που κυμαίνονται συνήθως από 5000 ως και 7000 φυτά με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις να προτείνονται όταν σκοπός είναι η παραγωγή ελαίου και τις μικρότερες για παραγωγή σπόρου (Robinson et al., 1982, Darby et al., 2012 and Thomas et al., 2003). Όμοια υπάρχουν και αναφορές που κάνουν λόγο για επαρκές στρεμματικές πυκνότητες φυτών στα 3500 με 5000 φυτά για ικανοποιητική απόδοση σε σπόρο (Gubbels and Dedio, 1989 and Popa and Berara, 1990). Όσον αφορά τη δική μας περίπτωση αν ζητούμενο ήταν απόδοση σε σπόρο τότε τα αποτελέσματα πυκνότητας φυτείας που προέκυψαν είναι τα ιδανικά για κάθε μέθοδο κατεργασίας. Ωστόσο επειδή η τελική του κατάληξη προβλέπεται να είναι ενεργειακή τότε μας ενδιαφέρει είτε η παραγωγή ελαίου είτε η παραγωγή βιομάζας και επομένως οι πυκνότητες φυτών που προέκυψαν δεν συμβαδίζουν με τις ιδανικές. Μόνο η περίπτωση του βαρύ καλλιεργητή ξεπέρασε τα 5000 φυτά ανά στρέμμα αλλά και πάλι το ποσοστό αυτό δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ικανοποιητικό. Οι κατεργασίες με άροτρο, περιστροφικό καλλιεργητή και δισκοσβάρνα όμοια δεν

κυμάνθηκαν σε ικανοποιητικά επίπεδα ενώ τα αποτελέσματα φυτρώματος της ακαλλιέργειας ήταν απογοητευτικά αν προτεραιότητα μας είναι η ενεργειακή χρήση.

4.7.Εξέλιξη αριθμών φύλλων ηλίανθου παράλληλα με την εξέλιξη φυτρώματος

Όπως παρατηρήσαμε στην πορεία φυτρώματος του ηλίανθου τα συστήματα κατεργασίας σε λωρίδες και η ακαλλιέργεια παρουσίασαν νωρίτερο φύτρωμα σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασία αλλά εν τέλει παρουσίασαν μικρότερη πυκνότητα φυτρωμένων φυτών σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας. Από την άλλη όμως νωρίτερο φύτρωμα ίσως σημαίνει πρωιμότερη ανάπτυξη της καλλιέργειας και έτσι αποφασίσαμε παράλληλα με την μέτρηση του φυτρώματος να παίρνουμε και μέτρηση φύλλων του ηλίανθου που παρουσιάζουν ανά κατεργασία. Έτσι από τις 17/6 ως τις 3/7 πάρθηκαν τέσσερις παρατηρήσεις εξέλιξης αριθμού των φύλλων ηλίανθου ως στοιχείο ανάπτυξης του φυτού.

Στο Γράφημα 26 παρουσιάζεται η εξέλιξη των φύλλων από 17/6 ως τις 3/7 σε κάθε κατεργασία εφαρμογής ενώ περιλαμβάνει και διάγραμμα που παρουσιάζει τον αριθμό φύλλων ανά ηλίανθο στην τελευταία μέτρηση στις 3/7 (στιγμή τελικού φυτρώματος). Αρχικά παρατηρούμε ότι τα συστήματα περιστροφικού καλλιεργητή, κατεργασίας σε λωρίδες και η ακαλλιέργεια στις 17/6 παρουσιάζουν ίδιο αριθμό φύλλων ανά φυτό ηλίανθου ενώ εκείνη την στιγμή στις κατεργασίες του βαρύ καλλιεργητή και η συμβατική δεν έχουν φυτρώσει ακόμα φυτά. Στην συνέχεια ως τις 3/7 τα συστήματα βαθιάς κατεργασίας παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης φύλλων αλλά και πάλι υπολείπονται σε σχέση με το σύστημα της ακαλλιέργειας που παρουσιάζει τον μεγαλύτερο αριθμό φύλλων στην εποχή του τελικού φυτρώματος. Συγκεκριμένα το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσιάζει περίπου ένα με ενάμισι φύλλο παραπάνω σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας στις 3/7/2013. Επίσης το σύστημα της κατεργασίας σε λωρίδες καταφέρνει να έρθει δεύτερο σε αριθμό φύλλων στις 3/7 στο ίδιο επίπεδο περίπου με τον βαρύ καλλιεργητή ενώ περνά το συμβατικό σύστημα κατεργασίας και το περιστροφικό καλλιεργητή κατά μισό φύλλο. Τέλος, το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσίασε τον μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης φύλλων από τις 17/6 ως τις 3/7 και εν τέλει είχε το μικρότερο αριθμό φύλλων στις 3/7 μαζί με το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας.



Γράφημα 26: Εξέλιξη αριθμών φύλλων ανά ηλιάνθο σε κάθε κατεργασία εφαρμογής από τις 17/6 ως τις 3/7/2013 και συγκεκριμένα ο αριθμός φύλλων στην τελευταία μέτρηση στις 3/7.

Στην συγκεκριμένη παράμετρο δεν ωφελεί να εφαρμόσουμε στατιστική ανάλυση γιατί τα αποτελέσματα αριθμού φύλλων δεν είναι τα τελικά και πρόκειται να μεταβληθούν σε βάθος χρόνος ως την ωρίμανση της καλλιέργειας. Από μόνη της αυτή η εξέλιξη στο αριθμό φύλλων ηλιάνθου τόσο νωρίς στο κύκλο ανάπτυξης του φυτού μπορεί να μην λέει τίποτα το ουσιαστικό και να είναι ανούσια. Ωστόσο δίνεται έμφαση στην υπόθεση ότι μπορεί μεν τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας όπως η κατεργασία σε λωρίδες και η ακαλλιέργεια να παρουσιάζουν μικρότερο αριθμό φυτών ανά στρέμμα σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (ορισμένες φορές μάλιστα ούτε καν στατιστικά σημαντικό) αλλά ίσως έχουν την δυνατότητα να παρουσιάσουν νωρίτερο φύτευμα και κατ' επέκταση πιο πρόωμη ανάπτυξη της καλλιέργειας. Αυτή η υπόθεση χρειάζεται περισσότερες μετρήσεις εξέλιξης φαινοτυπικών χαρακτηριστικών του φυτού σε βάθος χρόνου που να μη στηρίζεται μόνο στην μέτρηση φύλλων, αλλά και σε άλλες παραμέτρους όπως ύψος φυτού και αριθμός από ταξιανθίες για να προκύψουν σοβαρά συμπεράσματα.



Εικόνα 22: Φυτά ηλίανθου σε διαφορετικό στάδιο ανάπτυξης με ταυτόχρονη χρονική παρουσία στον πειραματικό αγρό.

4.8.Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση Εαρινής Περιόδου

4.8.1. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 21/6/2013

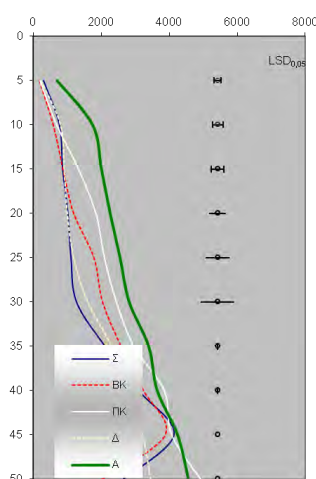
4.8.1.1.Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 21/6/2013

Στον Πίνακα 34 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις πέντε κατεργασίες στις 21/6/2013 σε διάφορα βάθη ενδείξεων ως τα 50 cm. Ως τα 10 cm το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή παρουσιάζει το λιγότερο συμπιεσμένο έδαφος ενώ μετά τα 10 σταθερά η συμβατική κατεργασία είναι εκείνη που παρουσιάζει τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση. Αντίστοιχα ως τα 10 cm το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσιάζει μαζί με τη συμβατική κατεργασία τις δεύτερα χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης ενώ μετά τα 10 cm οι ενδείξεις για το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή διαρκώς αυξάνονται και παρουσιάζει τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους μετά την εφαρμογή της ακαλλιέργειας. Όσον αφορά την κατεργασία σε λωρίδες ως τα 10 πρώτα εκατοστά παρουσιάζει από τις πιο συμπιεσμένες συνθήκες εδάφους αλλά στην συνέχεια σε βαθύτερα στρώματα οι ενδείξεις είναι οι χαμηλότερες μετά από τις αντίστοιχες του συμβατικού συστήματος κατεργασίας. Τέλος, για άλλη μια φορά η ακαλλιέργεια έχει τις πιο συμπιεσμένες συνθήκες εδάφους σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων. Όσον αφορά την παραλλακτικότητα των παρατηρήσεων αν κρίνουμε από τους συντελεστές παραλλακτικότητας σε κάποιες περιπτώσεις κινήθηκε σε λογικά πλαίσια ενώ σε άλλες όπως στα βάθη 0-5 cm, 25-30 cm και 30-35 cm ήταν ιδιαίτερα υψηλή (άρα αστάθεια μεταξύ των παρατηρήσεων).

Πίνακας 34: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 21/6/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	298	767	861	1016	1107	1269	2111	3105	4135	3518
BK	176	583	871	1185	1781	2036	2580	3243	3879	2697
ΠΚ	194	685	1328	1839	2091	2443	2956	3851	4070	4920
ST	221	798	903	998	1184	1600	2303	2790	3214	3446
A	694	1743	2002	2259	2550	2818	3393	3644	4244	4561
Cv	0,42	0,22	0,21	0,23	0,26	0,32	0,33	0,21	0,19	0,19

Στο Γράφημα 27 αποτυπώνεται επακριβώς εικονικά η πορεία της ανάστασης στην διείσδυση σε σχέση με το βάθος ενδείξεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για την πιο άμεση και καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων.



Γράφημα 27: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 21/6/2013.

4.8.1.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 21/6/2013

Βάθη 0-5 cm: Στα πρώτα βάθη ενδείξεων οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στο παράγοντα της ανάστασης στην διείσδυση κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές και με την εφαρμογή ΕΣΔ καθορίστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,001).

Βάθη 5-10 cm: Όμοια οι στατιστικά σημαντικές διαφορές καθορίστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας και του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, της κατεργασίας σε λωρίδες και της συμβατικής κατεργασίας και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή και όμοια σε σχέση συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, της κατεργασίας σε λωρίδες και της συμβατικής κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου είναι τα ίδια με προηγουμένως με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, της κατεργασίας σε λωρίδες και της συμβατικής κατεργασίας και επιπλέον μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή και όμοια σε σχέση συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, της κατεργασίας σε λωρίδες και της συμβατικής κατεργασίας (Sig. 0,004).

Βάθη 25-30 cm: Οι διαφορές που καθορίστηκαν σημαντικές με ΕΣΔ είναι μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας και την κατεργασία σε λωρίδες και επίσης μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με το συμβατικό σύστημα (Sig. 0,034).

Βάθη 30-35 cm: Στο συγκεκριμένο βάθος ενδείξεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στην παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση (Sig. 0,300).

Βάθη 35-40 cm: Όμοια με προηγουμένως καθώς δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Sig. 0,244).

Βάθη 40-45 cm: Ξανά δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Sig. 0,330).

Βάθη 45-50 cm: Στο τελευταίο βάθος ενδείξεων προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τον βαρύ, το συμβατικό σύστημα και την κατεργασία σε λωρίδες και ακόμα μεταξύ της ακαλλιέργειας και του βαρύ καλλιεργητή (Sig. 0,009).

4.8.2. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 25/6/2013

4.8.2.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 25/6/2013

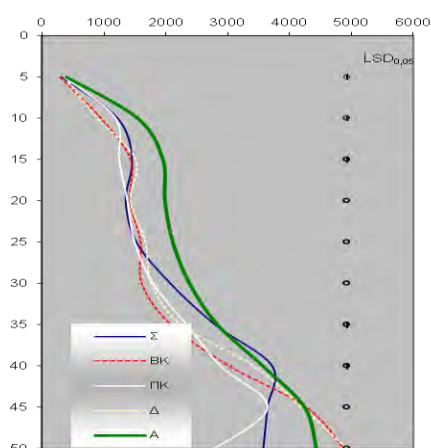
Στον Πίνακα 35 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αντίστασης στην διείσδυση έτσι όπως καταγράφηκαν στις 25/6/2013 στις πέντε κατεργασίες

εφαρμογής σε βάθη ως και 50 cm. Οι περιπτώσεις παρατηρήσεων στις 25/6/2013 όπως θα παρατηρήσουμε παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλό βαθμό παραλλακτικότητας και έτσι το σφάλμα είναι υψηλό. Πέρα από την ακαλλιέργεια όπου παρουσιάζει τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση άρα και τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους τα υπόλοιπα συστήματα παρουσιάζουν παρόμοιες ενδείξεις. Πιο συγκεκριμένα όμως αυτό συμβαίνει κυρίως για τις κατεργασίες του περιστροφικού καλλιεργητή, του βαρύ και της κατεργασίας σε λωρίδες καθώς από τα 25 ως τα 40 εκατοστά το συμβατικό σύστημα κατεργασίας να παρουσιάζει εμφανώς υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης. Γενικά αυτές οι παρατηρήσεις χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό αστάθειας.

Πίνακας 35: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 25/6/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	323	1222	1453	1350	1525	2075	2799	3720	3643	3574
BK	289	951	1432	1417	1592	1610	2084	3028	4278	4875
ΠΚ	355	1188	1245	1378	1496	1792	2340	2889	3644	2785
ST	364	897	1512	1429	1671	1766	2247	3425	4201	4928
A	392	1546	1953	1985	2113	2382	2836	3568	4245	4432
Cv	0,51	0,46	0,54	0,56	0,56	0,59	0,42	0,41	0,41	0,38

Στο Γράφημα 28 παρακάτω απεικονίζεται η παράλληλη πορεία ενδείξεων των συστημάτων του περιστροφικού καλλιεργητή, του βαρύ και της κατεργασίας σε λωρίδες, το συμπιεσμένο στρώμα εδάφους που παρουσιάζει το συμβατικό σύστημα 25 με 40 cm και σταθερά οι υψηλότερες ενδείξεις σε όλα τα βάθη της ακαλλιέργειας.



Γράφημα 28: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 25/6/2013.

4.8.2.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 25/6/2013

Για να μην επαναλαμβανόμαστε θα αναφέρουμε ότι σε κανένα από τα δέκα βάθη ενδείξεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά τον παράγοντα της αντίστασης της διείσδυσης. Ο κύριος λόγος είναι η υψηλή παραλλακτικότητα των ενδείξεων που δημιουργία υψηλό σφάλμα και μεγάλη απόκλιση γύρω από τον μέσο όρο.

4.8.3. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 1/7/2013

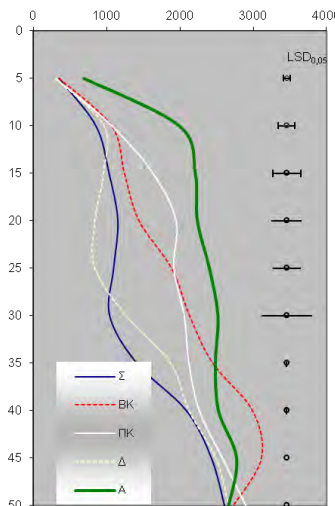
4.8.3.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 1/7/2013

Στον Πίνακα 36 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση όπως εκτιμήθηκαν στις 1/7/2013 στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής σε βάθη ενδείξεων ως 50 cm. Ως τα 25 πρώτα εκατοστά ενδείξεων το σύστημα με κατεργασία σε λωρίδες κατά βάση παρουσιάζει τα λιγότερα συμπιεσμένα στρώματα εδάφους με τις χαμηλότερες ενδείξεις ενώ από τα 25 cm είναι εκείνο της συμβατικής κατεργασίας. Επιπλέον το συμβατικό σύστημα κατεργασίας ως τα 25 cm παρουσιάζει τις δεύτερες χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση. Το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή ως τα 25 cm παρουσιάζει σε χαμηλότερη συμπίεση εδάφους σε σχέση τόσο με τον περιστροφικό καλλιεργητή όσο και με την ακαλλιέργεια ενώ πέρα από τα 25 cm οι ενδείξεις του συστήματος συνεχώς αυξάνουν και μάλιστα μετά τα 35 cm παρουσιάζει το πιο συμπιεσμένο στρώμα εδάφους (ακόμα και από την ακαλλιέργεια). Αντίστοιχα η εφαρμογή του περιστροφικού καλλιεργητή όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις μετρήσεων και είναι σταθερά από τα συστήματα με υψηλή έκφραση της συμπίεσης ενώ όπως προκύπτει το σύστημα της ακαλλιέργειας ως τα 35 cm έχει με διαφορά τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση. Γενικά η παραλλακτικότητα στα βάθη παρατηρήσεων κρίθηκε σε λογικά πλαίσια.

Πίνακας 36: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 1/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	351	851	1031	1151	1093	1039	1411	2087	2429	2607
BK	347	1067	1240	1440	1884	2130	2447	2990	3110	2726
ΠΚ	302	1070	1631	1946	1915	2056	2121	2263	2578	2898
ST	300	962	954	837	837	1265	1870	2121	2489	2667
A	687	1989	2209	2236	2400	2517	2483	2524	2772	2663
Cv	0,16	0,12	0,18	0,18	0,15	0,25	0,28	0,24	0,21	0,06

Στο Γράφημα 29 γίνεται μια πιο πρακτική αποτύπωση των όσων αναφέραμε για την εξέλιξη των παρατηρήσεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στα βάθη εκτέλεσης.



Γράφημα 29: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 1/7/2013.

4.8.3.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 1/7/2013

Βάθη 0-5 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και συγκεκριμένα μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 5-10 cm: Όμοια προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας και του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, της κατεργασίας σε λωρίδες και της συμβατικής κατεργασίας, ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή και όμοια σε σχέση συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, της κατεργασίας σε λωρίδες και της συμβατικής κατεργασίας και τέλος μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την κατεργασία σε λωρίδες (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Σε αυτά τα βάθη ενδείξεων οι στατιστικά σημαντικές διαφορές είναι μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας, ακόμα μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την κατεργασία σε λωρίδες και την

συμβατική κατεργασίας και επιπλέον μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή και όμοια σε σχέση με την κατεργασία σε λωρίδες και την συμβατική κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές με ΕΣΔ είναι μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με την ακαλλιέργεια, τον βαρύ καλλιεργητή και τον περιστροφικό και επίσης μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση όμοια με την ακαλλιέργεια, τον βαρύ καλλιεργητή και τον περιστροφικό (Sig. 0,003).

Τέλος, για τα υπόλοιπα τέσσερα βάθη (από 30 ως 50 cm) παρατηρήσεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά τον παράγοντα της αντίστασης στην διείσδυση.

4.8.4. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 3/7/2013

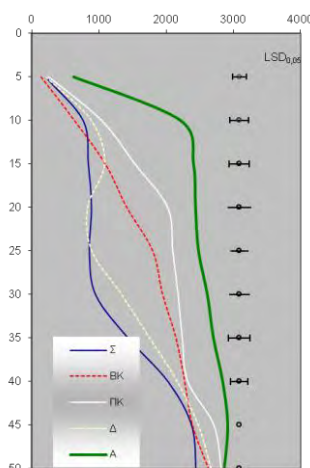
4.8.4.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 3/7/2013

Στον Πίνακα 37 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την αντίσταση στην διείσδυση όπως προέκυψαν στις 3/7/2013 στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής σε δέκα βάθη παρατηρήσεων από τα 0 ως 50 cm. Ως τα 25 cm κατά κύριο λόγο το σύστημα κατεργασίας σε λωρίδες είναι εκείνο που τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση ενώ από τα 25 cm και έπειτα τα λιγότερο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους τα δημιουργεί το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας παρόλο που και το σύστημα σε λωρίδες συνεχίζει να παρουσιάζει εξίσου χαμηλότερες ενδείξεις σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα. Το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσιάζει διαφορά ως τα 35 cm τις υψηλότερες ενδείξεις ενώ από τα 35 cm ως τα 50 cm τις παρουσιάζουν ο βαρύς κυρίως αλλά και ο περιστροφικός καλλιεργητής. Αντίστοιχα και ως τα 35 cm τα συστήματα του βαρύ και του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσιάζουν διαρκώς αυξανόμενες ενδείξεις αντίστασης και διαμορφώνουν από τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους με κύριο εκφραστή τον βαρύ καλλιεργητή. Γενικά η παραλλακτικότητα των ενδείξεων ήταν σε λογικά πλαίσια με εξαίρεση να αποτελούν τα βάθη ενδείξεων 0-5 cm όπου παρουσιάστηκε ιδιαίτερα υψηλό συντελεστής ίσος με 0,48.

Πίνακας 37: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm) από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 3/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	202	762	840	887	856	947	1432	2027	2378	2441
BK	136	632	1093	1414	1799	1947	2145	2274	2391	2629
ΠΚ	251	1036	1534	2022	2097	2176	2238	2321	2710	2818
ST	203	883	1082	828	891	1336	1754	2165	2478	2669
A	621	2212	2406	2437	2481	2612	2703	2841	2916	2864
Cv	0,48	0,16	0,14	0,15	0,11	11,12	0,10	0,07	0,10	0,10

Στο Γράφημα 30 αποτυπώνεται και εικονικά η σχέση της αντίστασης στην διείσδυση στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής ανάλογα το βάθος των ενδείξεων για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων.



Γράφημα 30: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 3/7/2013.

4.8.4.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 3/7/2013

Βάθη 0-5 cm: Στα πρώτα βάθη ενδείξεων οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στο παράγοντα της ανάρστασης στην διείσδυση κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές και με την εφαρμογή ΕΣΔ καθορίστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,002).

Βάθη 5-10 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας αλλά ακόμα και μεταξύ του βαρέως σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας και του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Παρόμοια προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας, του περιστροφικού και του βαρέως καλλιεργητή σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Τα στατιστικά αποτελέσματα είναι ίδια με προηγουμένως ώστε να παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας, του περιστροφικού και του βαρέως καλλιεργητή σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Στην περίπτωση αυτή υπήρξαν συγκεκριμένα στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας, του συμβατικού συστήματος κατεργασίας και της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 30-35 cm: Όμοια με το προηγούμενο βάθος ενδείξεων με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας, του συμβατικού συστήματος κατεργασίας και της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 35-40 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας αλλά ακόμα και μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή.

Τέλος στις δύο κατηγορίες βαθών (40-50 cm) που απέμειναν δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά την παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση.

4.8.5. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 5/7/2013

4.8.5.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 5/7/2013

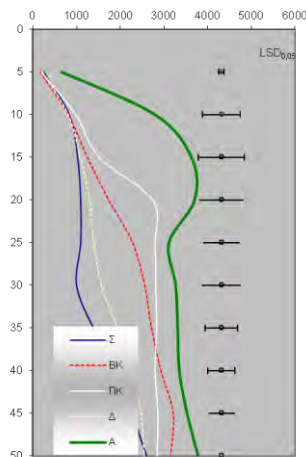
Στον Πίνακα 38 παρουσιάζονται οι ενδείξεις αντίστασης της διείσδυσης που καταγράφηκαν στις 5/7/2013 στις πέντε κατεργασίες σε δέκα επίπεδα βάθους στο έδαφος από 0 ως 50 cm. Σε γενικότερες γραμμές η συμβατική κατεργασία

παρουσίασε τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση στα βάθη των ενδείξεων (εξάιρεση τα βάθη 0-10 cm). Από την άλλη για άλλη μια φορά το σύστημα της ακαλλιέργεια παρουσίασε με διαφορά τις πιο συμπιεσμένες συνθήκες εδάφους. Η κατεργασία σε λωρίδες για άλλη μια φορά συνέβαλε λίγο στην έκφραση της συμπίεσης καθώς παρουσιάζει τις χαμηλότερες ενδείξεις μετά από την συμβατική κατεργασία. Τα συστήματα του βαρύ και του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσιάζουν από τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης και συγκεκριμένα ως τα 35 cm ο περιστροφικός καλλιεργητής παρουσιάζει τα δεύτερα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους μετά την ακαλλιέργεια ενώ μετά τα 35 cm ο βαρύς καλλιεργητής. Η παραλλακτικότητα για ενδείξεις ως και 30 cm είναι ιδιαίτερα υψηλή σύμφωνα με τους συντελεστές που προέκυψαν.

Πίνακας 38: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 5/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	245	830	1023	1092	1093	999	1389	2016	2279	2602
BK	163	809	1245	1736	2280	2558	2715	2929	3212	3149
ΠΚ	194	977	1522	2747	2797	2811	2833	2795	2858	2843
ST	217	807	1080	1294	1395	1568	1939	2248	2474	2547
A	656	2796	3630	3701	3113	3267	3313	3351	3528	3783
Cv	0,29	0,45	0,41	0,31	0,26	0,26	0,20	0,15	0,14	0,15

Αντίστοιχα όπως και προηγουμένως στο Γράφημα 31 αποτυπώνεται και εικονικά η σχέση μεταξύ αντίστασης στην διείσδυση σε σχέση με τα βάθη των ενδείξεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής.



Γράφημα 31: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 5/7/2013.

4.8.5.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 5/7/2013

Βάθη 0-5 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και συγκεκριμένα μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 5-10 cm: Όμοια στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,001).

Βάθη 10-15 cm: Όπως και στα προηγούμενα βάθη τα στατιστικά αποτελέσματα με σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή, την κατεργασία σε λωρίδες και την συμβατική κατεργασία και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με την κατεργασία σε λωρίδες και την συμβατική κατεργασία (Sig. 0,001).

Βάθη 20-25 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή, τον περιστροφικό και την ακαλλιέργεια και ακόμα μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση όμοια με τον βαρύ καλλιεργητή, τον περιστροφικό και την ακαλλιέργεια (Sig. 0,001).

Βάθη 25-30 cm: Τα στατιστικά αποτελέσματα είναι όμοια με προηγουμένως με σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή, τον περιστροφικό και την ακαλλιέργεια και ακόμα μεταξύ της

συμβατικής κατεργασίας σε σχέση όμοια με τον βαρύ καλλιεργητή, τον περιστροφικό και την ακαλλιέργεια (Sig. 0,001).

Βάθη 30-35 cm: Για άλλη μια φορά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή, τον περιστροφικό και την ακαλλιέργεια και ακόμα μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση όμοια με τον βαρύ καλλιεργητή, τον περιστροφικό και την ακαλλιέργεια (Sig. 0,001).

Βάθη 35-40 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή και την ακαλλιέργεια και ακόμα μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή, τον περιστροφικό και την ακαλλιέργεια (Sig. 0,003).

Βάθη 40-45 cm: Αυτή την φορά προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή και την ακαλλιέργεια και ακόμα μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας σε σχέση όμοια με τον βαρύ καλλιεργητή και την ακαλλιέργεια (Sig. 0,004).

Βάθη 45-50 cm: Στο τελευταίο βάθος ενδείξεων οι σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με το συμβατικό σύστημα κατεργασίας, την κατεργασία σε λωρίδες και τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. 0,021)

4.8.6. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 8/7/2013

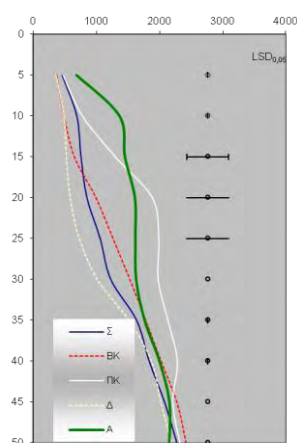
4.8.6.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 8/7/2013

Στον Πίνακα 39 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση όπως καταγράφηκαν στις 8/7/2013 στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για βάθη από 0 ως 50 cm. Γενικότερα σε όλα βάθη το σύστημα κατεργασίας σε λωρίδες παρουσίασε τις χαμηλότερες ενδείξεις και έτσι τα λιγότερο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους. Με εξαίρεση τα βάθη από 0 ως 15 όπου η ακαλλιέργεια παρουσίασε τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην συνέχεια ο περιστροφικός καλλιεργητής ήταν το σύστημα με την μεγαλύτερη έκφραση της συμπίεσης στο έδαφος από 15 ως 40 cm ενώ από 40 ως 50 cm ο βαρύς καλλιεργητής. Όσον αφορά τη συμβατική κατεργασία παρουσιάζει τις δεύτερα χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης με εξαίρεση το διάστημα από 0 ως 15 cm όπου τη μικρότερη αντίσταση παρουσιάζει ο βαρύς καλλιεργητής. Τέλος η παραλλακτικότητα των ενδείξεων είναι ιδιαίτερα υψηλή με εξαίρεση τις μετρήσεις από 30 ως 50 cm.

Πίνακας 39: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 8/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	453	687	753	847	1057	1226	1635	1834	2077	2274
ΒΚ	369	484	648	990	1262	1528	1780	2023	2272	2419
ΠΚ	470	775	1298	1883	1986	1976	2130	2280	2208	2322
ST	357	485	522	582	726	1013	1512	1871	2018	2187
A	682	1363	1450	1608	1615	1627	1761	1997	2155	2153
Cv	0,59	0,71	0,46	0,37	0,34	0,29	0,22	0,21	0,14	0,10

Αντίστοιχα στο Γράφημα 32 γίνεται μια πρακτική απεικόνιση των στοιχείων που περιγράψαμε παραπάνω στα αριθμητικά αποτελέσματα της αντίστασης στην διείσδυση.



Γράφημα 32: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 8/7/2013.

4.8.6.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 8/7/2013

Για να μην επαναλαμβανόμαστε στα βάθη ενδείξεων από 0 ως 15 cm δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών ενώ το ίδιο συμβαίνει από 30 ως 50 cm. Έτσι όσον αφορά τα υπόλοιπα ενδιάμεσα τρία εύρη παρατηρήσεων ισχύουν τα εξής:

Βάθη 10-15 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τη συμβατική, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με την κατεργασία σε λωρίδες (Sig. 0,034).

Βάθη 15-20 cm: Παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με το με τη συμβατική, την κατεργασία σε

λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας σε σχέση με την κατεργασία σε λωρίδες και το συμβατικό σύστημα (Sig. 0,002).

Βάθη 20-25 cm: Παρόμοια με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με το με τη συμβατική, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή αλλά επιπλέον και μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με την ακαλλιέργεια.

4.8.7. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 10/7/2013

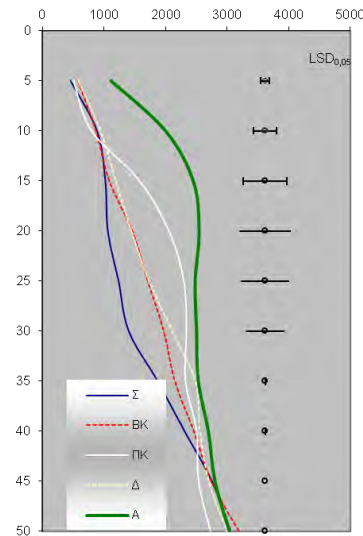
4.8.7.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 10/7/2013

Στον Πίνακα 40 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση όπως προέκυψαν στις 10/7/2013 στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm. Γενικά η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές αντίστασης σε όλα τα βάθη ενδείξεων. Αντίθετα το σύστημα της ακαλλιέργειας για άλλη μια φορά παρουσιάζει τον υψηλότερο βαθμό συμπίεσης εδάφους σε όλα τα βάθη. Εν συνεχεία κατά κύριο λόγο το σύστημα με τις δεύτερα χαμηλότερες ενδείξεις είναι αυτό του βαρύ καλλιεργητή. Το σύστημα της κατεργασίας σε λωρίδες παρουσιάζει ελαφρώς πιο συμπιεσμένες συνθήκες σε σχέση με το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή ενώ τέλος η κατεργασία με περιστροφικό καλλιεργητή είναι από τα συστήματα που παρουσιάζουν για άλλη μια φορά από τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση (μετά από εκείνες της ακαλλιέργειας). Γενικά η παραλλακτικότητα στα βάθη παρατηρήσεων είναι σε λογικά πλαίσια με εξαίρεση να αποτελούν τα βάθη από 10 ως 20 cm.

Πίνακας 40: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 10/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	454	883	1018	1058	1232	1399	1869	2306	2753	3053
BK	571	865	1083	1458	1708	1968	2147	2457	2739	3189
ΠΚ	502	795	1576	2052	2294	2332	2321	2501	2533	2727
ST	577	940	1187	1440	1729	2104	2481	2556	2699	2997
A	1112	1997	2447	2542	2477	2500	2528	2691	2799	3036
Cv	0,15	0,23	0,32	0,32	0,27	0,20	0,13	0,10	0,13	0,15

Στο Γράφημα 33 γίνεται μια εικονική αναπαράσταση των ενδείξεων της αντίστασης στην διείσδυση στα πέντε συστήματα κατεργασίας ανάλογα το βάθος παρατηρήσεων.



Γράφημα 33: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 10/7/2013.

4.8.7.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 10/7/2013

Βάθη 0-5 cm: Οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στο παράγοντα της αντίστασης στη διείσδυση κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές και με την εφαρμογή ΕΣΔ καθορίστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας (Sig.<0,001).

Βάθη 5-10 cm: Όμοια στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. <0,001).

Βάθη 10-15 cm: Όπως και στις άλλες δύο περιπτώσεις βαθών, σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,005).

Βάθη 15-20 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τον βαρύ καλλιεργητή, την κατεργασία σε λωρίδες και το συμβατικό σύστημα και επιπλέον μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. 0,019).

Βάθη 20-25 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές καθορίστηκαν μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με την ακαλλιέργεια και τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. 0,032).

Βάθη 25-30 cm: Στα βάθη ενδείξεων τα συγκεκριμένα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας σε σχέση με

την ακαλλιέργεια, τον περιστροφικό καλλιεργητή και την κατεργασία σε λωρίδες (Sig 0,024).

Τέλος για όλα τα βάθη ενδείξεων από **30 ως 50 cm** δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά τον παράγοντα της αντίστασης στην διείσδυση.

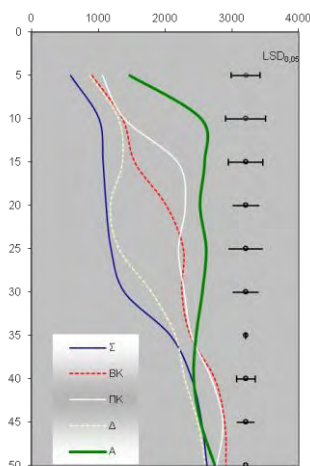
4.8.8. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 12/7/2013

4.8.8.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 12/7/2013

Στον Πίνακα 41 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση όπως προέκυψαν στα 12/7/2013 στις πέντε κατεργασίες εφαρμογή ανάλογα το βάθος ενδείξεων από 0 ως 50 cm. Για άλλη μια φορά γενικά το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας παρουσίασε τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης. Ωστόσο το σύστημα της κατεργασίας σε λωρίδες παρουσιάζει μεν τις δεύτερα χαμηλότερες ενδείξεις αλλά από 35 cm και άνω παρουσίασε λιγότερο συμπιεσμένα στρώματα ακόμα και από την συμβατική κατεργασία. Αντίθετα το σύστημα της ακαλλιέργειας παρουσιάζει τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους μεταξύ των κατεργασιών. Όσον αφορά τα συστήματα του περιστροφικού και του βαρύ καλλιεργητή για άλλη μια φορά παρουσιάζουν αυξημένες ενδείξεις αντίστασης σε σχέση με τα συστήματα της συμβατικής και της κατεργασίας με λωρίδες καθώς διαμορφώνουν πιο συμπιεσμένες συνθήκες. Γενικά η παραλλακτικότητα των μετρήσεων στα βάθη αξιολόγησης ήταν σε λογικά πλαίσια σύμφωνα με τους συντελεστές που παρουσιάζονται.

Πίνακας 41: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 12/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	584	1010	1070	1116	1189	1390	2081	2400	2547	2626
BK	902	1364	1544	2019	2272	2250	2378	2745	2893	2911
ΠΚ	1060	1388	2186	2301	2199	2288	2395	2693	2864	2772
ST	874	1302	1360	1178	1309	1797	2155	2292	2491	2605
A	1469	2540	2590	2522	2614	2556	2463	2427	2531	2747
Cv	0,28	0,25	0,19	0,14	0,18	0,12	0,09	0,07	0,07	0,09



Γράφημα 34: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 12/7/2013.

4.8.8.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείδυση στις 12/7/2013

Βάθη 0-5 cm: Στο πρώτο βάθος ενδείξεων προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και συγκεκριμένα μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας και του βαρύ καλλιεργητή (Sig. 0,01).

Βάθη 5-10 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,001).

Βάθη 10-15 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές καθορίστηκαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή και όμοια σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στην περίπτωση αυτή στατιστικά σημαντικές διαφορές υπάρχουν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή, ακόμα μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την κατεργασία σε λωρίδες και την συμβατική κατεργασία και τέλος μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση όμοια με το συμβατικό σύστημα και την κατεργασία σε λωρίδες (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Όπως και στην προηγούμενη μέτρηση, έτσι και εδώ διαφορές υπάρχουν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή, ακόμα μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την κατεργασία σε λωρίδες και την συμβατική κατεργασία και τέλος μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση όμοια με το συμβατικό σύστημα και την κατεργασία σε λωρίδες (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές καθορίστηκαν μεταξύ του συμβατικού συστήματος κατεργασίας και της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 30-35 cm: Στο συγκεκριμένο βάθος ενδείξεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών.

Βάθη 35-40 cm: Στην περίπτωση αυτή υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή και όμοια σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή (Sig. 0,015).

Βάθη 40-45 cm: Όμοια στατιστικά αποτελέσματα με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή και όμοια σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή (Sig. 0,012).

Βάθη 45-50 cm: Στο τελευταίο βάθος ενδείξεων δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά την παράμετρο αντίστασης στην διείδυση (Sig. 0,410).

4.8.9. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείδυση στις 15/7/2013

4.8.9.1.Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείδυση στις 15/7/2013

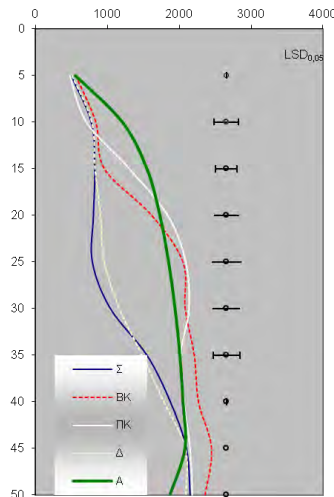
Στον Πίνακα 42 παρουσιάζονται οι μετρήσεις αντίστασης στην διείδυση όπως προέκυψαν στις 15/7/2013 στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής σε βάθη παρατηρήσεων ως 50 cm. Το συμβατικό σύστημα κατεργασίας παρουσιάζει τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείδυση με εξαίρεση τις επιφανειακές

μετρήσεις από 0 ως 10 cm όπου τις παρουσιάζει ο περιστροφικός καλλιεργητής. Για άλλη μια φορά από την άλλη το σύστημα της ακαλλιέργεια τουλάχιστον ως τα 40 cm παρουσιάζει το πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους. Όσον αφορά την κατεργασία σε λωρίδες για άλλη μια φορά παρουσιάζει τις δεύτερα χαμηλότερες ενδείξεις μετά το συμβατικό σύστημα κατεργασίας. Ο βαρύς και ο περιστροφικός καλλιεργητής ενώ ξεκινάνε με επιφανειακές χαμηλές ενδείξεις αντίστασης ως τα 10 cm στις συνέχεια αυτές διαρκώς αυξάνονται και παρουσιάζονται πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους σε σχέση με τις εφαρμογές της συμβατικής κατεργασίας και της κατεργασίας σε λωρίδες (άρα και υψηλότερες ενδείξεις). Χαρακτηριστικά στο διάστημα από 45 ως 50 cm ο βαρύς καλλιεργητής παρουσίασε με διαφορά τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση. Τέλος, η παραλλακτικότητα των μετρήσεων είναι σε λογικά πλαίσια σύμφωνα με τους συντελεστές που προέκυψαν.

Πίνακας 42: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 15/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	493	773	823	804	789	1041	1549	1875	2098	2149
BK	555	837	956	1616	2050	2082	2208	2266	2448	2356
ΠΚ	478	707	1304	1838	2090	2135	2018	2065	2149	2180
ST	503	780	826	902	954	1165	1482	1785	2087	2088
A	551	1207	1549	1729	1850	1940	2007	2051	2078	1867
Cv	0,24	0,25	0,18	0,16	0,17	0,15	0,13	0,11	0,12	0,13

Στο Γράφημα 35 παρουσιάζει η εξέλιξη των δυνάμεων της αντίστασης στην διείσδυση σε σχέση με το βάθος παρατηρήσεων στις 15/7/2013 για την καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων.



Γράφημα 35: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 15/7/2013.

4.8.9.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 15/7/2013

Βάθη 0-5 cm: Στην περίπτωση αυτή δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά την παράμετρος της αντίστασης στην διείσδυση.

Βάθη 5-10 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και συγκεκριμένα μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,048).

Βάθη 10-15 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση όμοια με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή (Sig. 0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές υπάρχουν μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού και της ακαλλιέργειας και μεταξύ του συμβατικού συστήματος και όμοια σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού και της ακαλλιέργειας (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Όμοια με προηγουμένως με στατιστικά σημαντικές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού και της ακαλλιέργειας και μεταξύ του συμβατικού συστήματος και

όμοια σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού και της ακαλλιέργειας (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και συγκεκριμένα είναι οι ίδιες όπως καθορίστηκαν στα δύο προηγούμενα βάθη ενδείξεων (Sig. <0,001).

Βάθη 30-35 cm: Όμοια στατιστικά αποτελέσματα και στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα προηγούμενα τρία βάθη μετρήσεων (Sig. 0,004).

Τέλος, για τα τρία εναπομείναντα βάθη μετρήσεων (35-50 cm) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά τον παράγοντα αντίστασης στην διείσδυση.

4.8.10. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 19/7/2013

4.8.10.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 19/7/2013

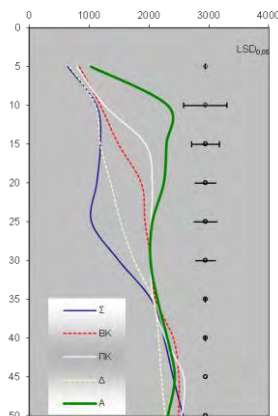
Όμοια με τις προηγούμενες περιπτώσεις στον Πίνακα 43 παρουσιάζονται μετρήσεις στην παράμετρο της αντίστασης στην διείσδυση όπως σημειώθηκαν στις 19/7/2013 σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm. Το συμβατικό σύστημα κατεργασίας ως τα 35 cm παρουσιάζει τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση ενώ από τα 35 ως τα 50 cm είναι εκείνο της κατεργασίας σε λωρίδες. Ακόμα, η κατεργασία σε λωρίδες παρουσιάζει ως τα 35 cm τις δεύτερα χαμηλότερες ενδείξεις μετά την συμβατική εφαρμογή. Για άλλη μια φορά το σύστημα της ακαλλιέργεια παρουσιάζει τις υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης ενώ και πάλι ακολουθούν τα συστήματα περιστροφικού και βαρύ καλλιεργητή που μάλιστα στα βάθη 35 ως 50 cm παρουσιάζουν τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους μεταξύ των κατεργασιών. Αν εξαιρέσουν τις μετρήσεις ως τα 10 cm η παραλλακτικότητα σύμφωνα με τους συντελεστές που προέκυψαν δεν είναι υψηλή.

Πίνακας 43: : Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 19/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	642	1121	1184	1123	1036	1495	2033	2247	2399	2569
BK	833	1185	1485	1870	1929	2033	2105	2403	2496	2491
ΠΚ	789	1255	1939	2052	2030	2027	2065	2264	2580	2544
ST	666	1108	1181	1357	1521	1749	2059	2156	2202	2267
A	1026	2309	2287	2243	2052	2020	2138	2303	2427	2309

Cv	0,32	0,34	0,18	0,14	0,15	0,12	0,08	0,11	0,13	0,11
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Στο Γράφημα 36 για την διευκόλυνση κατανόησης των αποτελεσμάτων αποτυπώνεται η σχέση μεταξύ της αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα τα βάθη παρατηρήσεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής.



Γράφημα 36: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 19/7/2013.

4.8.10.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 19/7/2013

Ξεκινώντας να αναφέρουμε ότι στα μισά βάθη ενδείξεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά την αντίσταση στην διείσδυση. Οι περιπτώσεις που προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών είναι στα βάθη παρατηρήσεων από 5 ως 30 cm.

Βάθη 5-10 cm: Με την εφαρμογή ΕΣΔ προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας (Sig. 0,015).

Βάθη 10-15 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με την συμβατική κατεργασία και την κατεργασία σε λωρίδες (Sig. 0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές καθορίστηκαν μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή σε σχέση με την ακαλλιέργεια, την συμβατική κατεργασία και την κατεργασία σε λωρίδες, ακόμα μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με την

ακαλλιέργεια και το συμβατικό σύστημα και τέλος μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με την ακαλλιέργεια και τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες και του συμβατικού συστήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αλλά και μεταξύ τους (Sig. 0,001).

Βάθη 25-30 cm: Σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με την ακαλλιέργεια, τον βαρύ και τον περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. 0,018).

4.8.11. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 23/7/2013

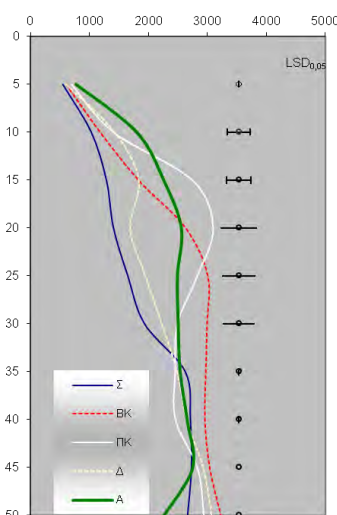
4.8.11.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 23/7/2013

Στο Πίνακα 44 όπως και προηγουμένως παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 23/7/2013. Ως τα 30 cm το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας παρουσιάζει τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης στην διείσδυση ενώ μετά τα 30 cm δεν είναι ξεκάθαρη η κατάσταση καθώς οι ενδείξεις μεταξύ των κατεργασιών είναι παρόμοιες με εξαίρεση ωστόσο το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή που από τα 15 cm ως και τα 50 cm σταθερά παρουσιάζει τις υψηλότερες ενδείξεις και έτσι τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους. Η ακαλλιέργεια αντίθετα αυτή την φορά μόνο στα 10 cm επιφάνειας παρουσιάζει το πιο συμπιεσμένο έδαφος. Όσον αφορά την κατεργασία σε λωρίδες παρουσιάζει σταθερά από τις χαμηλότερες παρατηρήσεις αντίστασης ως τα 30 cm μετά το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας. Τέλος για άλλη μια φορά η εφαρμογή του περιστροφικού καλλιεργητή παρουσίασε από τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους μετά από τα αντίστοιχα του βαρύ καλλιεργητή ενώ σε κάποια βάθη ξεπερνάει και αντίστοιχες ενδείξεις διείσδυσης της ακαλλιέργειας. Η παραλλακτικότητα των μετρήσεων είναι σε λογικά πλαίσια με το συντελεστή σε καμία περίπτωση να μην ξεπερνά το 0,20.

Πίνακας 44: : Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 23/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	543	1026	1283	1404	1646	1931	2622	2709	2726	2660
BK	600	1177	1828	2627	3004	2992	2969	2954	3035	3225
ΠΚ	692	1403	2738	3094	2826	2490	2451	2454	2828	2936
ST	594	1425	1833	1684	1944	2224	2481	2645	2926	3069
A	767	1798	2255	2554	2488	2502	2534	2653	2747	2258
Cv	0,18	0,19	0,13	0,17	0,15	0,15	0,15	0,12	0,11	0,17

Στο Γράφημα 37 παρουσιάζεται μια απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής για την καλύτερη κατανόηση των αριθμητικών αποτελεσμάτων.



Γράφημα 37: Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 23/7/2013.

4.8.11.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 23/7/2013

Για άλλη μια φορά στα μισά βάθη ενδείξεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά την αντίσταση στην διείσδυση. Οι περιπτώσεις που προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών είναι στα βάθη παρατηρήσεων από 5 ως 30 cm.

Βάθη 5-10 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές καθορίστηκαν μεταξύ ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, τον περιστροφικό και τον

βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση την κατεργασία σε λωρίδες (Sig. 0,01).

Βάθη 10-15 cm: Στην περίπτωση αυτή προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος, του περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας αλλά και μεταξύ τους (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές υπάρχουν μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού και της ακαλλιέργειας και μεταξύ του συμβατικού συστήματος και σε σχέση όμοια με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, του περιστροφικού και της ακαλλιέργειας (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με την ακαλλιέργεια, τον βαρύ και τον περιστροφικό καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με το βαρύ και το περιστροφικό καλλιεργητή (Sig. 0,001).

Βάθη 25-30 cm: Παρόμοια παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του συμβατικού συστήματος σε σχέση με την ακαλλιέργεια, τον βαρύ και τον περιστροφικό καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με το βαρύ καλλιεργητή (Sig. 0,015).

4.8.12. Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στις 26/7/2013

4.8.12.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αντίστασης στην διείσδυση στις 26/7/2013

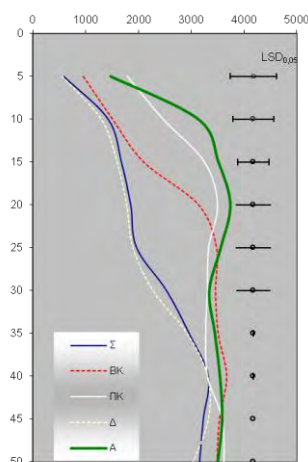
Στον Πίνακα 45 διακρίνουμε τις μετρήσεις αντίστασης στην διείσδυση που προέκυψαν στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm. Γενικά το σύστημα της κατεργασίας σε λωρίδες παρουσίασε τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης σε όλα τα βάθη και έτσι την μικρότερη έκφραση της συμπίεσης. Από την άλλη το σύστημα της ακαλλιέργειας για άλλη μια φορά παρουσίασε τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους τουλάχιστον ως τα 30 cm ενώ από κοντά ακολουθεί το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή. Όσον αφορά την συμβατική κατεργασία παρουσιάζει τις δεύτερα χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης για τα βάθη αξιολόγησης. Τέλος για ακόμα μια φορά το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή παρουσιάζει από τις

υψηλότερες ενδείξεις αντίστασης και χαρακτηριστικά από τα 30 cm ως τα 50 cm είναι από τα συστήματα μαζί με τον περιστροφικό καλλιεργητή και την ακαλλιέργεια με τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους. Γενικά αν εξαιρέσουμε τις επιφανειακές μετρήσεις 0 ως 5 cm όπου η παραλλακτικότητα είναι ιδιαίτερα υψηλή στα υπόλοιπα βάθη κυμαίνεται σε λογικά πλαίσια.

Πίνακας 45: Αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων από 0 ως 50 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στις 26/7/2013.

Κατεργασία	Αντίσταση στην διείσδυση (kPa) σε βάθη παρατηρήσεων (cm)									
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Σ	582	1422	1673	1849	1960	2529	2957	3321	3225	3154
ΒΚ	950	1504	2096	3136	3477	3457	3507	3667	3531	3483
ΠΚ	1786	2464	3248	3495	3325	3302	3271	3305	3585	3618
ST	544	1291	1591	1772	1891	2272	2919	3307	3323	3031
A	1467	3130	3512	3738	3555	3339	3444	3540	3584	3499
Cv	0,53	0,26	0,16	0,16	0,15	0,14	0,12	0,08	0,12	0,13

Στο Γράφημα 38 παρουσιάζει η εξέλιξη της αντίστασης στην διείσδυση ως πίεση με την αύξηση του βάθους ενδείξεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για την καλύτερη κατανόηση των αριθμητικών παρατηρήσεων.



Γράφημα 38 :Γραφική απεικόνιση αντίστασης στην διείσδυση ανάλογα το βάθος των ενδείξεων και την κατεργασία εφαρμογής στις 26/7/2013.

4.8.12.2. Στατιστικός έλεγχος της αντίστασης στην διείσδυση στις 26/7/2013

Βάθη 0-5 cm: Στατιστικά σημαντικές διαφορές υπάρχουν μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα συστήματα του περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας και μεταξύ του συμβατικού συστήματος και σε σχέση όμοια με τα συστήματα του περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας (Sig. <0,014).

Βάθη 5-10 cm: Προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση όμοια με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή (Sig. 0,001).

Βάθη 10-15 cm: Τα στατιστικά αποτελέσματα είναι όμοια με το παραπάνω βάθος ενδείξεων με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ακαλλιέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή και ακόμα μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση όμοια με την συμβατική κατεργασία, την κατεργασία σε λωρίδες και τον βαρύ καλλιεργητή (Sig. <0,001).

Βάθη 15-20 cm: Στην περίπτωση αυτή παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα συστήματα του περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας και μεταξύ του συμβατικού συστήματος και σε σχέση όμοια με τα συστήματα του περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας (Sig. <0,001).

Βάθη 20-25 cm: Τα στατιστικά αποτελέσματα και εδώ είναι τα ίδια με το προηγούμενα βάθη ενδείξεων με σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα συστήματα του περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας και μεταξύ του συμβατικού συστήματος και σε σχέση όμοια με τα συστήματα του περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας (Sig. <0,001).

Βάθη 25-30 cm: Τα στατιστικά αποτελέσματα είναι τα ίδια με τα δύο προηγούμενα βάθη ενδείξεων όπως και οι κατεργασίες που απέχουν σημαντικά.

Τέλος, για τα τέσσερα εναπομείναντα βάθη μετρήσεων (30-50 cm) δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά τον παράγοντα αντίστασης στην διείσδυση.

4.8.13. Συμπεράσματα όλων των παρατηρήσεων αντίστασης της διείσδυσης

Στο σημείο αυτό θα σχολιαστούν τα αποτελέσματα αντίστασης στην διείσδυση στο σύνολο τους στις πέντε κατεργασίες. Γενικά θα αναφερθούμε σε μελέτη συμπεριφορά των κατεργασιών από 0 ως 25 cm βάθη και από 25 ως 50 cm. Από 0 έως 25 cm το συμβατικό σύστημα κατεργασίας παρουσιάζει τις χαμηλότερες ενδείξεις αντίστασης κατά κύριο λόγο και έτσι και την μικρότερη έκφραση του φαινομένου της συμπίεσης. Ακολουθεί στις περισσότερες των περιπτώσεων το σύστημα της κατεργασίας σε λωρίδες και μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις ενδείξεις

ανάλογες του συμβατικού συστήματος. Το σύστημα του βαρύ καλλιεργητή έρχεται τρίτο από πλευράς έκφρασης της συμπίεσης ενώ οι ενδείξεις του περιστροφικού ως τα 25 cm το καθορίζουν ως το σύστημα με τα δεύτερα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους. Τέλος η ακαλλιέργεια παρουσιάζει τις πιο συμπιεσμένες συνθήκες και έτσι και τις υψηλότερες ενδείξεις ως τα 25 cm στο σύνολο των παρατηρήσεων.

Από 25 ως 50 cm για άλλη μια φορά το συμβατικό σύστημα κατεργασίας είναι εκείνο με την μικρότερη έκφραση της συμπίεσης εδάφους ενώ παρόμοιες ενδείξεις αντίστασης παρουσιάζει και η κατεργασία σε λωρίδες. Ακολουθούν, ο περιστροφικός καλλιεργητής με τον βαρύ καλλιεργητή παρουσιάζουν παρόμοιες ενδείξεις στο σύνολο των παρατήρησης και μάλιστα ορισμένες φορές παρουσιάζουν και πιο συμπιεσμένες συνθήκες εδάφους από την ακαλλιέργεια. Τέλος η ακαλλιέργεια για άλλη μια φορά στο μεγάλο μέρος των παρατηρήσεων από 25 ως 50 cm έχει τα πιο συμπιεσμένα στρώματα εδάφους.

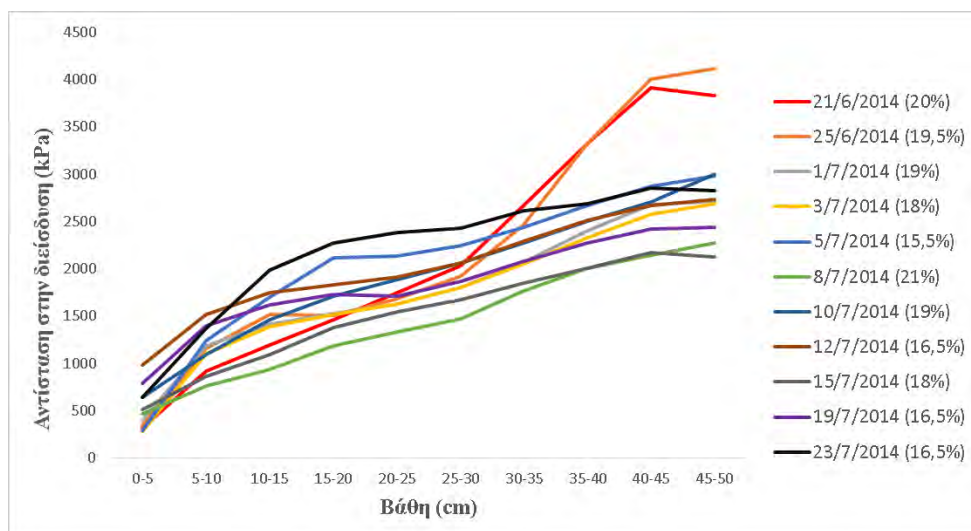
Στην εκτέλεση στατιστικών σημαντικών διαφορών κυρίως στα βάθη από 0 ως 25 cm παρουσιάζονται κυρίως στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της ακαλλιέργειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας ενώ καθώς προχωράμε σε βάθος καταγράφονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των συστημάτων συμβατικής κατεργασίας και της κατεργασίας σε λωρίδες σε σχέση με τα συστήματα του περιστροφικού και του βαρύ καλλιεργητή. Τέλος, σπάνια καταγράφονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κατεργασίας σε λωρίδες με το συμβατικό σύστημα ενώ όσο προχωράμε σε βαθύτερα στρώματα πάνω από 40 cm οι διαφορές μεταξύ των κατεργασιών είναι μικρές και δεν καθορίζονται ως σημαντικές.

Όπως και στις χειμερινές ενδείξεις έτσι και εδώ τα αποτελέσματα εξαρτούνται από την ένταση και το βάθος κατεργασίας. Η συμβατική κατεργασία καταφέρνει όμοια σε όλο το εύρος των μετρήσεων να παρουσιάζει χαμηλότερες ενδείξεις ωστόσο μετά από τα 25 cm το φαινόμενο της συμπίεσης εντείνεται ενώ παρόμοια είναι τα αποτελέσματα και για τον βαρύ καλλιεργητή. Αντίθετα το φαινόμενο ισχυρό πολύ πιο νωρίς την εφαρμογή με περιστροφικό καλλιεργητή που παρουσιάζει βάθος κατεργασίας τα 15 cm ενώ έντονα συμπιεσμένες συνθήκες εξαρχής κυριαρχούν στην μη κατεργασμένη ακαλλιέργεια. Αντίθετα εντυπωσιακή ήταν η αντίδραση του συστήματος της κατεργασίας σε λωρίδες κατά την διάρκεια της εαρινής περιόδους

καθώς τα υνιά μπροστά κατάφερνα να κατεργαστούν σε βάθος 25 cm το έδαφος (σε συνδυασμό με αβαθή υνιά που έσπαγαν το κρίσιμο βάθος) ενώ ακολούθησε και επιφανειακή κατεργασία με φρέζα.

Ως συμπέρασμα είναι ενθαρρυντική συμπεριφορά του συστήματος σε λωρίδες όσο αφορά το φαινόμενο της συμπίεσης. Εν συνεχεία αν θέλουμε να συγκρίνουμε με βιβλιογραφικά δεδομένα μπορούμε να πούμε ότι παρόμοια θετική αντίδραση στο φαινόμενο της συμπίεσης του συστήματος των κατεργασιών σε λωρίδες παρουσιάζουν και οι Licht and Al-Kaisy (2005) όπως και ο Raper et al. (1998). Όσον αφορά τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας υπάρχει εν μέρει συμφωνία με τα αποτελέσματα των Abu-Hamdeh and Al-Widyan (2000) που αναφέρουν ότι ο καλλιεργητή προκαλεί λιγότερο συμπιεσμένες συνθήκες σε σχέση με την ακαλλιέργεια. Επίσης τα αποτελέσματα ανταποκρίνονται και στα αντίστοιχα των Καβαλάρης κ.α. (2008). Αντίθετα υπάρχει σύγκρουση των αποτελεσμάτων σε σχέση με αντίστοιχα των Mulbrock et al. (1995) και Thomas et al. (1996) όπου παρουσιάζεται η ακαλλιέργεια ως το σύστημα με την λιγότερη δυνατή πρόκληση της συμπίεσης. Ωστόσο, τα προηγούμενα δύο πειράματα να αναφέρουμε ότι ήταν μακροχρόνιες εφαρμογές ακαλλιέργειας (συνεισφορά οργανικής ουσίας).

Τέλος θα ήταν ενδιαφέρον και κατά την εαρινή περίοδο πως μεταβάλλεται χρονικά το φαινόμενο της συμπίεσης στον αγρό μέσω των ενδείξεων αντίστασης στην διείσδυση. Διορθώνοντας την παράληψη των χειμερινών παρατηρήσεων στην περίπτωση των εαρινών λάβαμε και εδαφικά δείγματα για τον προσδιορισμό της υγρασίας. Όμοια με τις χειμερινές παρατηρήσεις έτσι και τώρα οι ενδείξεις ως κάποιο σημείο επηρεάζονται από την υγρασία του εδάφους καθώς χαρακτηριστικά οι μετρήσεις με 15,5 ως 16,5 % υγρασία εδάφους παρουσιάζουν την υψηλότερη αντίσταση στην διείσδυση ενώ ενδείξεις με 19 ως 21% παρουσιάζουν χαμηλότερες ενδείξεις. Βέβαια και η χωρική παραλλακτικότητα των μετρήσεων ενδέχεται να παίζει το ρόλο της καθώς σε σύνολα παρατηρήσεων που απέχουν μόλις τέσσερις ημέρες με όμοια παρουσία υγρασίας όπως στις περιπτώσεις στις 19/7 με στις 23/7 τα αποτελέσματα διαφέρουν αρκετά.



Γράφημα 39: Εξέλιξη αντίστασης στην διείσδυση στο σύνολο του αγρού χρονικά σε όλα τα βάθη παρατηρήσεων παρουσία του ποσοστού υγρασίας εδάφους.

Γενικότερα αν θέλουμε να ερμηνευτεί η εξέλιξη του φαινομένου της συμπίεσης χρονικά κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου είναι αναγκαίο να γίνει μια ανάλυση πιο εκτεταμένη που να εξετάζει την εξέλιξη των ενδείξεων σε κάθε βάθος ξεχωριστά και σε κάθε κατεργασία ξεχωριστά και έπειτα να αναζητήσουμε συσχετίσεις με διαθέσιμους παράγοντες όπως της υγρασίας του εδάφους χαρακτηριστικά ή με τον αριθμό των περασμάτων για καλλιεργητικές φροντίδες.. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας θα ήταν υπερβολή και κουραστικό να προβούμε και σε τέτοια δράση ανάλυσης και αρκούμαστε σε μια γενικότερη παρουσίαση της εξέλιξης των παρατηρήσεων του διεισδυσιόμετρου.

4.9.Αποτελέσματα Φαινομενικής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας στην Εαρινή Περίοδο

Όπως και στην περίπτωση των παρατηρήσεων στην χειμερινή περίοδο έτσι και εδώ θα προσπαθήσουμε να κάνουμε χρήση των μετρήσεων της φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας ως εργαλείο ταυτοποίησης του αγρού και στις πέντε κατεργασίες. Αν υπάρχουν διαφορές στις ενδείξεις μεταξύ των μεταχειρίσεων τότε μέλημα μας είναι να αναζητήσουμε συσχετίσεις στην βιβλιογραφία με την υγρασία, την θερμοκρασία και το πορώδες (παράμετρος που μεταβάλλεται σε συμπιεσμένες συνθήκες) και να δούμε πως ενδέχεται να μεταβάλλονται αυτές οι παράμετροι από κατεργασία σε κατεργασία.

Στον Πίνακα 46 παρουσιάζονται οι μετρήσεις της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής από 21/6/2013 ως 26/7/2013 σε 13 παρατηρήσεις

αγρού με το όργανο EM-38. Όσον αφορά τα αποτελέσματα διαφοροποιούνται από ημερομηνία σε ημερομηνία και σημαντικό ρόλο σε αυτό πέρα από την ανάπτυξη της καλλιέργειας παίζει και η υγρασία που μεταβάλλεται στο έδαφος. Γενικά στις περισσότερες των περιπτώσεων το σύστημα με τις υψηλότερες ενδείξεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι αυτό του βαρύ καλλιεργητή μεταξύ των άλλων συστημάτων κατεργασίας. Ακολουθεί το σύστημα με περιστροφικό καλλιεργητή αλλά με ενδείξεις στο ίδιο εύρος τιμών με το σύστημα της κατεργασίας σε λωρίδες. Εν συνεχεία με μικρή διαφορά ακολουθεί η συμβατική κατεργασία και τέλος η ακαλλιέργεια.

Πίνακας 46: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ms/cm) σε παρατηρήσεις από τις 21/6 ως τις 26/7/2013 σε βάθη ως 0,75 cm.

Ημερομηνία/Κατεργασία	Σ	ΒΚ	ΠΚ	ST	A
21/6/2013	34,31	37,14	37,97	36,64	38,03
25/6/2013	17,26	20,48	19,67	18,09	17,70
28/6/2013	40,16	44,99	43,18	42,65	42,71
1/7/2013	44,68	47,74	46,09	45,52	42,12
3/7/2013	45,01	47,23	46,25	44,54	38,93
6/7/2013	40,29	33,98	34,35	37,46	28,07
8/7/2013	54,50	57,61	54,99	52,70	50,21
10/7/2013	59,97	59,65	58,52	59,52	53,72
12/7/2013	44,09	43,58	43,02	43,52	37,28
15/7/2013	49,62	51,63	52,23	49,51	47,85
19/7/2013	38,40	38,46	38,97	37,85	36,53
23/7/2013	41,70	45,21	42,57	44,20	40,03
26/7/2013	34,73	34,51	33,69	34,70	33,45
M.O.	41,90	43,25	42,42	42,07	38,97

Παραπάνω μπορεί να δώσαμε μια κατάταξη των συστημάτων όσο αφορά τις ενδείξεις αντίστασης αλλά με την εκτέλεση στατιστικού ελέγχου ANOVA σε κάθε ημερομηνία παρατηρήσεων δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά την παράμετρο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Όμοια στον Πίνακα 47 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για βάθη μετρήσεων από 0,75 ως 1,5 m από τις 21/6 ως τις 26/7. Η κατάταξη μεταξύ των κατεργασιών είναι η ίδια όπως και στην περίπτωση των μετρήσεων ως 0,75 m. Τις υψηλότερες ενδείξεις τις έχει ο βαρύς καλλιεργητής, ακολουθεί ο περιστροφικός μαζί με την κατεργασία σε λωρίδες, έπειτα η συμβατική κατεργασία και τέλος η ακαλλιέργεια.

Πίνακας 47: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας (ms/cm) σε παρατηρήσεις από τις 21/6 ως τις 26/7/2013 σε βάθη 0,75-1,5 m.

Ημερομηνία/Κατεργασία	Σ	ΒΚ	ΠΚ	ST	A
21/6/2013	36,72	38,73	37,52	39,09	37,17
25/6/2013	31,77	34,61	33,83	33,44	31,15
1/7/2013	45,21	49,98	47,77	49,22	42,44
3/7/2013	46,87	49,64	47,22	47,64	40,18
6/7/2013	46,47	39,65	40,56	45,65	32,18
8/7/2013	60,64	60,94	59,90	60,09	53,53
10/7/2013	55,18	53,41	52,31	49,62	48,22
12/7/2013	54,40	53,93	53,72	53,91	48,49
15/7/2013	60,04	62,08	61,45	59,98	56,78
19/7/2013	47,68	48,94	49,15	47,76	46,48
23/7/2013	48,40	49,04	49,98	46,67	45,77
26/7/2013	41,66	42,60	43,02	41,62	39,71
M.O.	47,92	48,63	48,04	47,89	43,51

Και στην περίπτωση αυτή με την εκτέλεση ANOVA δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά την παράμετρο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε καμία περίπτωση ημερομηνίας μετρήσεων.

Συμπερασματικά και στην περίπτωση των εαρινών παρατηρήσεων με την μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας δεν καταφέραμε να παρατηρήσουμε διαφορετική ή ιδιαίτερη έκφραση ή ακόμα και μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μεταξύ των κατεργασιών και έτσι δεν θα ήταν σκόπιμο να αναζητήσουμε συσχετίσεις με άλλες παραμέτρους.

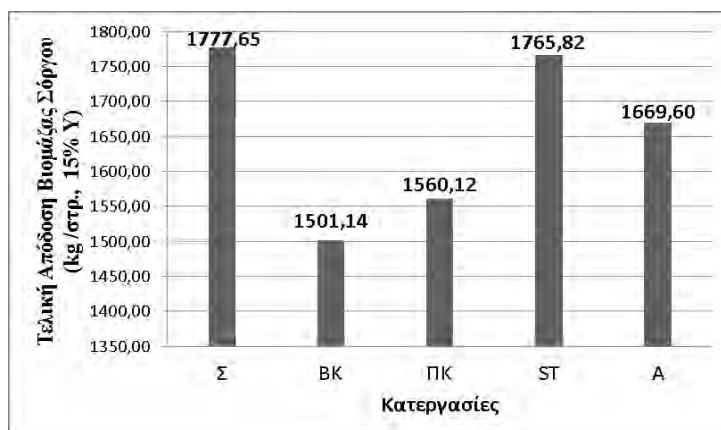
4.10. Αποτελέσματα Αποδόσεων Εαρινών Καλλιεργειών

4.10.1. Αμειψισπορά Α: Καλλιέργεια Σόργου

4.10.1.1. Αποτελέσματα Απόδοσης Βιομάζας Σόργου

Η τελική απόδοση βιομάζας σόργου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 37 με παρουσία υγρασίας 15% (ασφαλής αποθήκευση). Το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας παρουσιάζει την υψηλότερη απόδοση βιομάζας αλλά και το σύστημα κατεργασίας σε λωρίδες κυμαίνεται στο ίδιο επίπεδο αποδόσεων. Ακολουθεί με περίπου 100 κιλά ανά στρέμμα λιγότερη βιομάζα το σύστημα της ακαλλιέργειας ενώ με αρκετή διαφορά τελευταία έρχονται τα συστήματα του περιστροφικού και του βαρύ καλλιεργητή που παρουσιάζουν παρόμοιες αποδόσεις μεταξύ τους. Συγκεκριμένα το συμβατικό σύστημα κατεργασίας παρουσιάζει υψηλότερες αποδόσεις κατά 0,6%, 6%, 12% και 16% σε σχέση με τα

συστήματα της κατεργασίας σε λωρίδες, της ακαλλιέργειας, του περιστροφικού και του βαρύ καλλιεργητή αντίστοιχα. Είναι ενθαρρυντικό που συστήματα μειωμένης κατεργασίας όπως η κατεργασία σε λωρίδες αλλά και η ακαλλιέργεια για την περίπτωση του σόργου παρουσιάζουν από τις υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο. Αντίθετα προβληματισμό πρέπει να προκαλεί το γεγονός ότι οι κατεργασίες με βαρύ και περιστροφικό καλλιεργητή υπολείπονται αρκετά σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασιών.



Διάγραμμα 37: Τελικές αποδόσεις βιομάζας από την καλλιέργεια σόργου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών με παρουσία υγρασίας 15%.

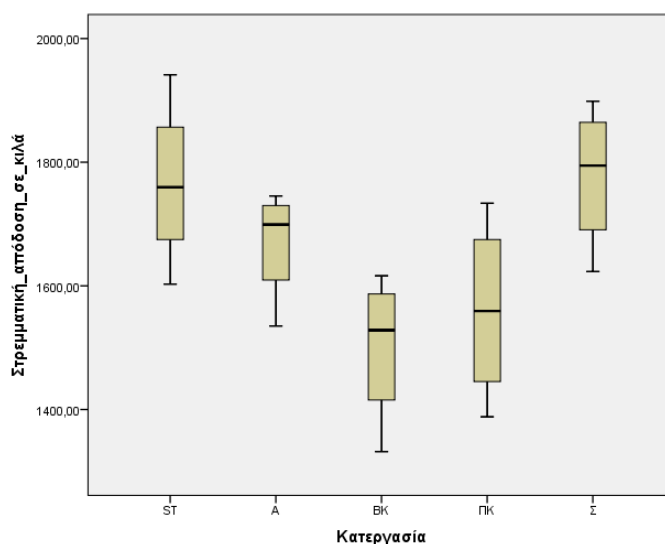
Εν συνεχεία εφαρμόζοντας στατιστική ανάλυση ANOVA προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσο αφορά τις αποδόσεις βιομάζας σόργου (Sig. 0,044). Συγκεκριμένα με την εφαρμογή ελάχιστης σημαντικής διαφοράς προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του περιστροφικού καλλιεργητή σε σχέση με τη συμβατική κατεργασία και της κατεργασίας σε λωρίδες και ακόμα μεταξύ του βαρύ καλλιεργητή και όμοια σε σχέση με τη συμβατική κατεργασία και της κατεργασίας σε λωρίδες. Τα συστήματα επομένως του βαρύ και του περιστροφικού καλλιεργητή υπολείπονται σημαντικά ενώ είναι θετικό που τα άλλα τρία συστήματα δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές.

Στο Πίνακα 48 παρατηρούμε ότι η παραλλακτικότητα των αποδόσεων εντός των κατεργασιών είναι χαμηλή και ο συντελεστής κυμαίνεται μόλις από το 0,06 ως το 0,10. Έτσι στις ενδείξεις των αποδόσεων βιομάζας παρουσιάζεται σχετική σταθερότητα. Η παραλλακτικότητα σε συνδυασμό με το σύνολο των τιμών όπως χαρακτηριστικά αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 38 διαμορφώνει πιθανά κοινά εύρη τιμών στις κατεργασίες που δεν διαφέρουν μεταξύ τους (πχ Σ-ST-A) ενώ δεν

συμβαίνει το ίδιο μεταξύ των κατεργασιών που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά αν παρατηρήσουμε προσεκτικά.

Πίνακας 48: Μέση στρεμματική απόδοση, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλακτικότητας στην καλλιέργεια σόργου.

Μέθοδο κατεργασίας	Μέση Στρεμματική απόδοση σε κιλά με υγρασία 15%	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	1777,65	117,80	0,07
BK	1501,14	122,62	0,08
ΠΚ	1560,12	148,48	0,10
ST	1765,82	138,79	0,08
A	1669,60	93,17	0,06



Διάγραμμα 38: Σύνολο τιμών αποδόσεων βιομάζας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια σόργου.

4.10.1.2. Αξιολόγηση αποδόσεων βιομάζας σόργου

Έχει εκτιμηθεί από διάφορες βιβλιογραφικές πηγές ένα δυναμικό παραγωγής του ινώδους σόργου που μπορεί να κυμαίνεται από 3 ως και 5 τόνους ανά στρέμμα ξηρής βιομάζας (Δαναλάτος και Αρχοντούλης, 2008 and Snider et al., 2012). Ωστόσο οι παραπάνω τιμές μπορεί να χαρακτηριστούν και ακραίες και για να χαρακτηριστεί μια απόδοση ξηρής βιομάζας ως ιδιαίτερα ικανοποιητική σύμφωνα με τις περισσότερες βιβλιογραφικές αναφορές αποδόσεις ξηρής βιομάζας να κυμαίνεται 1500 ως 2500 κιλά ανά στρέμμα (Amosen et al., 2011, Rocatelli et al., 2011, Mahmood et al., 2013, Turhollow et al., 2010). Ακόμα υπάρχουν αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές που αναφέρουν αποδόσεις χλωρής βιομάζας αλλά τέτοια αποτελέσματα εκτός από την μη πρακτική τους χρήση δεν πρέπει να

χρησιμοποιούνται για συγκρίσεις καθώς η υγρασία στους φυτικούς ιστούς μεταβάλλεται από πείραμα σε πείραμα και τις περισσότερες φορές λανθασμένα δεν ορίζεται κιόλας. Έτσι πριν προχωρήσουμε σε αξιολόγηση των αποτελεσμάτων καλό θα ήταν να προχωρήσουμε στην μετατροπή των αποδόσεων βιομάζας σόργου με υγρασία 15% που παρουσιάζαμε ως τώρα σε ξηρή βιομάζα ώστε να είναι εφικτές οι συγκρίσεις (Πίνακας 49).

Πίνακας 49: Αποτελέσματα ξηρής βιομάζας ινώδης σόργου στις 5 κατεργασίες εφαρμογής.

Μέθοδο κατεργασίας	Ξηρή Βιομάζα Σόργου
Σ	1545,78
BK	1305,34
ΠΚ	1356,62
ST	1535,49
A	1451,83

Τα αποτελέσματα ξηρής βιομάζας που προέκυψαν όσον αφορά τις μεθόδους συμβατικής κατεργασίας, κατεργασίας σε λωρίδες και ακαλλιέργεια είναι μέσα στα όρια της διεθνούς βιβλιογραφίας ώστε οι αποδόσεις να χαρακτηριστούν ικανοποιητικές. Αντίστοιχα ωστόσο και στις περιπτώσεις του βαρύ και του περιστροφικού καλλιεργητή οι αποδόσεις ξηρής βιομάζας και πάλι δεν είναι ιδιαίτερα χαμηλές.

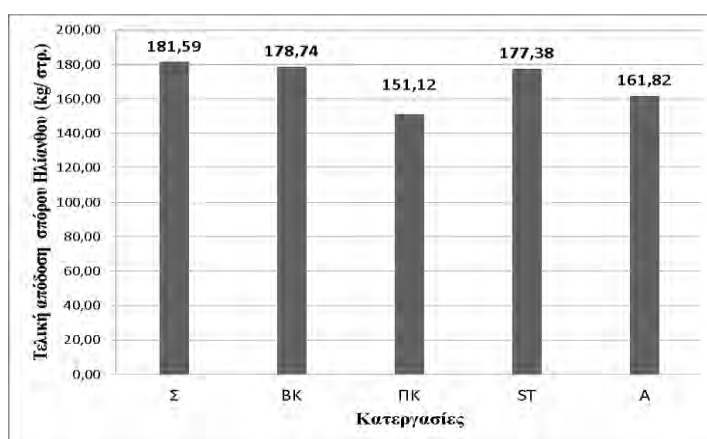
Συμπερασματικά, το θετικό των αποτελεσμάτων είναι ότι το σύστημα της μειωμένης κατεργασίας με λωρίδες και της ακαλλιέργειας κατάφεραν να παρουσιάσουν αποδόσεις αντίστοιχες που έχουν καταγραφεί σε συμβατικά συστήματα κατεργασίας και δείχνουν ότι μπορούν να υιοθετηθούν σε καλλιέργεια σόργου. Αν λάβουμε υπόψη και το χαμηλότερο κόστος χρήσης τους τότε τα οφέλη είναι σημαντικά.

4.10.2. Αμειψισπορά Β: Καλλιέργεια Ηλίανθου

4.10.2.1. Αποτελέσματα Απόδοσης Σπόρου Ηλίανθου

Στο Διάγραμμα 39 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τελικής απόδοσης σπόρου που προέκυψαν στην καλλιέργεια του ηλίανθου στις πέντε κατεργασίες που εξετάστηκαν. Τα συστήματα της συμβατικής κατεργασίας, του βαρύ καλλιεργητή και της κατεργασίας σε λωρίδες παρουσιάζουν παρόμοια απόδοση σπόρου με το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας να προπορεύεται για λίγο. Εν συνεχεία

ακολουθεί το σύστημα της ακαλλιέργειας ενώ τελευταίο είναι το σύστημα του περιστροφικού καλλιεργητή με αρκετή διαφορά με τα υπόλοιπα. Συγκεκριμένα η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει υψηλότερες αποδόσεις κατά 1,6%, 2,3%, 11% και 17% σε σχέση με τα συστήματα του βαρύ καλλιεργητή, της κατεργασίας σε λωρίδες, της ακαλλιέργειας και του περιστροφικού καλλιεργητή αντίστοιχα. Θετικό ξανά είναι ότι το σύστημα μειωμένης κατεργασίας σε λωρίδες αποδείχθηκε ανταγωνιστικό από πλευράς αποδόσεων σπόρου ηλίανθου σε σχέση όπως και το σύστημα της ακαλλιέργειας. Αντίθετα προβληματισμό θα πρέπει να προκαλούν για άλλη μια φορά οι χαμηλότερες αποδόσεις σε ένα σύστημα με σημαντικό κόστος εφαρμογής όπως ο περιστροφικός καλλιεργητής.



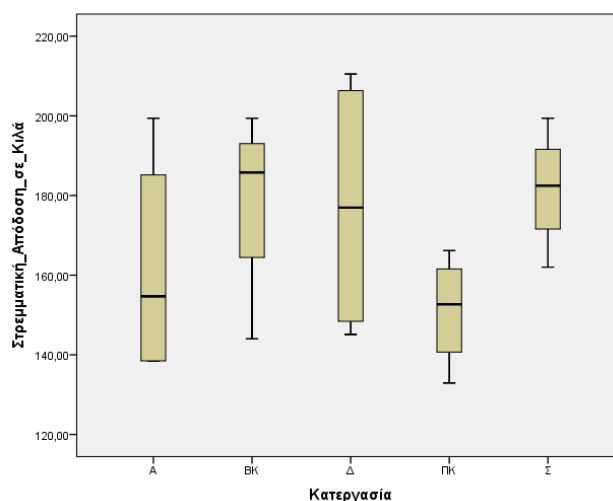
Διάγραμμα 39: Τελικές αποδόσεις σπόρου από την καλλιέργεια ηλίανθου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών.

Εκτελώντας στατιστικό έλεγχο ANOVA δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά την απόδοση σπόρου ηλίανθου (Sig. 0,339). Έτσι παρατηρώντας στον Πίνακα 50 τις παραλλακτικότητες εντός των κατεργασιών παρατηρούμε ότι κυμαίνονται σε λογικά πλαίσια με συντελεστή κάθε φορά κάτω του 0,20. Ωστόσο ήταν ικανές οι παραλλακτικότητες αυτές να διαμορφώσουν σύνολα τιμών στις κατεργασίες που συμπίπτουν σε ορισμένα σημεία μεταξύ τους όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στο Διάγραμμα 40 (πιθανά κοινά εύρη τιμών) και έτσι οι διαφορές τους να μην χαρακτηριστούν στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 50: Μέση στρεμματική απόδοση σπόρου, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας στην καλλιέργεια ηλίανθου.

Μέθοδο κατεργασίας	Μέση Στρεμματική απόδοση σπόρου σε κιλά	Τυπική απόκλιση	CV
-----------------------	--	--------------------	----

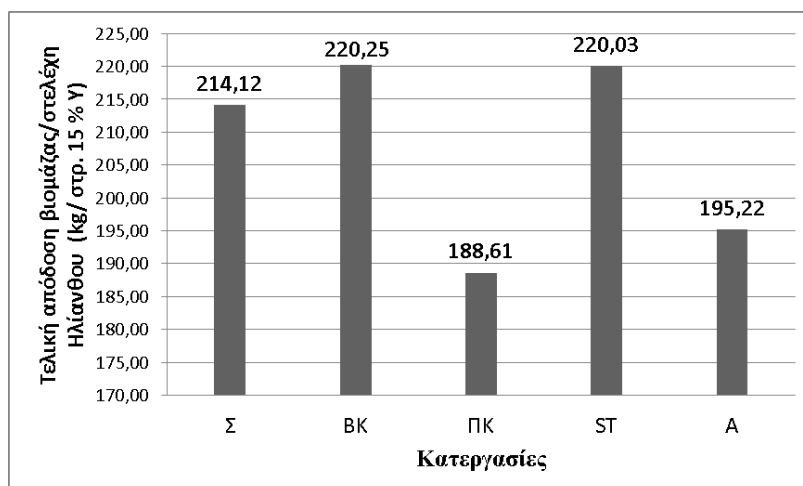
Σ	181,59	15,34	0,08
ΒΚ	178,74	24,04	0,13
ΠΚ	151,12	14,12	0,09
ΣΤ	177,38	33,72	0,19
Α	161,82	29,36	0,18



Διάγραμμα 40: Σύνολο τιμών αποδόσεων σπόρου στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια ηλίανθου.

4.10.2.2. Αποτελέσματα Απόδοσης Βιομάζας/Στελέχη Ηλίανθου

Πέρα από την συγκομιδή του σπόρου στο ηλίανθο έγινε συγκομιδή από τα στελέχη/βιομάζα και στο Διάγραμμα 41 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αποδόσεων στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής (υγρασία 15% για ασφαλή αποθήκευση). Στην περίπτωση αυτή τα συστήματα με την μεγαλύτερη απόδοση σε στελέχη είναι ο βαρύς καλλιεργητής και η κατεργασία σε λωρίδες με το ίδιο ύψος απόδοσης. Ακολουθεί στην συνέχεια η συμβατική κατεργασία με μικρή διαφορά στην απόδοση βιομάζας. Τελευταία με αρκετή διαφορά έρχονται τα συστήματα της ακαλλιέργειας και του περιστροφικού καλλιεργητή. Συγκεκριμένα τα συστήματα βαρύ καλλιεργητή και της κατεργασίας σε λωρίδες παρουσιάζουν υψηλότερη απόδοση στελεχών κατά 3%, 11% και 14% σε σχέση με τα συστήματα συμβατικής κατεργασίας, ακαλλιέργειας και περιστροφικού καλλιεργητή αντίστοιχα. Για άλλη μια φορά είναι αισιόδοξο που το σύστημα μειωμένης κατεργασίας με λωρίδες παρουσίασε τις υψηλότερες αποδόσεις ενώ αυτή την φορά το σύστημα της ακαλλιέργειας υπολείπονταν σε σχέση με τα άλλα όπως άλλωστε για άλλη μια φορά η εφαρμογή του κοστοβόρου συστήματος του περιστροφικού καλλιεργητή.

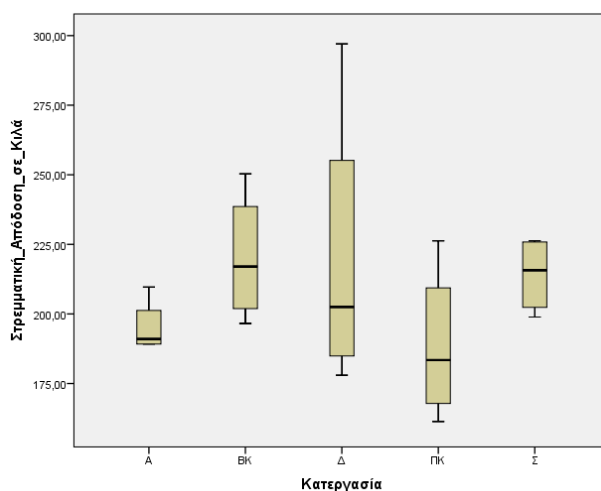


Διάγραμμα 41: Τελικές αποδόσεις βιομάζας/στελέχη από την καλλιέργεια ηλίανθου σε κάθε περίπτωση κατεργασιών.

Εν συνεχεία στο στατιστικό έλεγχο ANOVA δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά την απόδοση σε στελέχη (Sig. 0,376). Γενικά παρατηρούμε στον Πίνακα 51 ότι η παραλλακτικότητα των μετρήσεων εντός των κατεργασιών είναι σε λογικά πλαίσια με εξαίρεση να αποτελεί το σύστημα κατεργασίας σε λωρίδες όπου παρουσιάζει σχετικά υψηλό συντελεστή παραλλακτικότητας ίσο με 0,24. Έστω και έτσι όμως οι παραλλακτικότητες είναι ικανές να δημιουργήσουν πιθανά κοινά σύνολα τιμών μεταξύ των κατεργασιών και έτσι να συμβάλουν σε μη στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 42).

Πίνακας 51: Μέση στρεμματική απόδοση βιομάζας/στελέχη, τυπική απόκλιση και συντελεστής παραλλακτικότητας στην καλλιέργεια ηλίανθου.

Μέθοδο κατεργασίας	Μέση Στρεμματική απόδοση βιομάζας σε κιλά με υγρασία 15%	Τυπική απόκλιση	CV
Σ	214,12	13,86	0,06
BK	220,25	23,66	0,11
ΠΚ	188,61	28,16	0,15
ST	220,03	53,36	0,24
A	195,22	9,79	0,05



Διάγραμμα 42: Σύνολο τιμών αποδόσεων στελεχών στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής στην καλλιέργεια ηλίανθου.

4.10.2.3. Αξιολόγηση Απόδοσης Σπόρου και Βιομάζας/Στελέχη Ηλίανθου

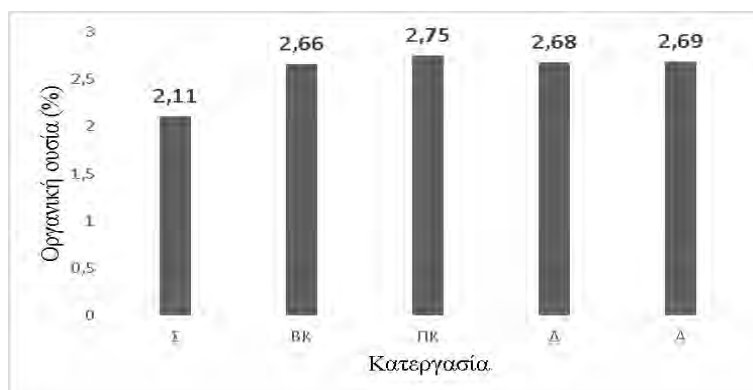
Η κύρια ενεργειακή κατάληξη του ηλίανθου είναι η παραγωγή ελαίου και έτσι στο συγκεκριμένο σημείο θα ασχοληθούμε κυρίως με την αξιολόγηση απόδοσης σε σπόρο. Γενικά ικανοποιητική απόδοση σε σπόρο κυμαίνεται από 200 ως 400 κιλά ανά στρέμμα (Rauf et al., 2012 Δαναλάτος, 2007 και Weiss, 2000) ενώ σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ (2006) η μέση στρεμματική απόδοση για την Ελλάδα είναι στα 133 κιλά. Οι αποδόσεις σπόρου που προέκυψαν στην περίπτωση μας σε κάθε περίπτωση κατεργασίας ξεπερνάνε τις αποδόσεις της χώρας. Επιπλέον η συμβατική κατεργασία, η κατεργασία σε λωρίδες και του βαρέως καλλιεργητή που παρουσίασαν περίπου 180 κιλά μπορεί να χαρακτηριστούν ως σχετικά ικανοποιητικές αποδόσεις σε σχέση με εκείνες που αναφέρθηκαν. Από την άλλη τα συστήματα ακαλλιέργειας και περιστροφικού καλλιεργητή υπολείπονται αρκετά σχετικά με τα όρια της βιβλιογραφίας. Σε αυτό το σημείο ακόμα να τονίσουμε ότι η σπορά καθυστέρησε σημαντικά λόγω ασυνήθιστα κακών καιρικών συνθηκών με βροχερό καιρό τέλους Μαΐου με αρχές Ιουνίου και αυτό από μόνο του ίσως επηρέασε και την ανάπτυξη της φυτείας. Επιπλέον ο ηλίανθος επηρεάστηκε αρνητικά από την εφαρμογή ενός μεταφωτρωτικού ζιζανιοκτόνου που μείωσε τις αποδόσεις. Από την άλλη αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα αναφέρονται τουλάχιστον 600 με 800 κιλά ανά στρέμμα στην βιβλιογραφία (Giannoulis et al., 2008). Έτσι, τα αποτελέσματα στην περίπτωση μας δεν κρίνονται καθόλου ικανοποιητικά αλλά μην ξεχνάμε ότι στις δικές μας συνθήκες χρησιμοποιήθηκαν μόνο στελέχη και οι συγκρίσεις έτσι από μόνες τους είναι σχετικά άνισες ενώ και κύριος σκοπός της καλλιέργειας ήταν η παραγωγή καρπού.

4.11. Αποτελέσματα Οργανικής Ουσίας

Στον αρδευτικό αγρό κατά την χειμερινή περίοδο έγινε συλλογή εδαφικών δειγμάτων και απεστάλησαν στο ΤΕΙ Λάρισας για εδαφολογική ανάλυση από την υποψήφια διδάκτορα Ιωάννα Γούλα.. Μεταξύ άλλων υπολογίστηκε η εξέλιξη της οργανικής ουσίας στις πέντε κατεργασίες για εύρη βαθών 0-15 cm και 15-30 cm. Στον Πίνακα 52 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα στις πέντε κατεργασίες σε βάθος 0-15 cm, παρουσία της τυπικής απόκλισης και του συντελεστή παραλλακτικότητας ενώ στο διάγραμμα είναι μια γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 52: Αποτελέσματα οργανικής ουσίας παρουσία τυπικής απόκλισης και συντελεστή παραλλακτικότητας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για εδαφικό δείγμα 0-15 cm.

Κατεργασία	Οργανική ουσία (%)	Τυπική απόκλιση	Cv
Σ	2,11	0,57	0,27
BK	2,66	0,33	0,12
ΠΚ	2,75	0,30	0,11
Δ	2,68	0,16	0,06
Α	2,69	0,33	0,12



Διάγραμμα 43: Αποτελέσματα οργανικής ουσίας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για εδαφικό δείγμα 0-15 cm.

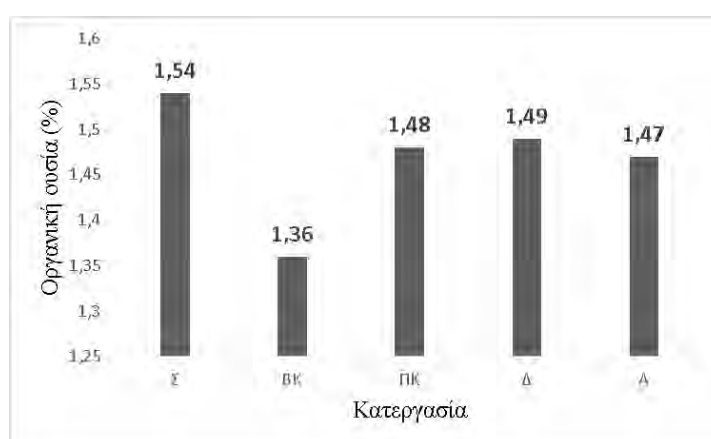
Παρατηρούμε ότι οι κατεργασίες παρουσιάζουν παρόμοια ποσοστά σε οργανική ουσία με εξαίρεση να αποτελεί η συμβατική κατεργασία. Αν κρίνουμε την παραλλακτικό των μετρήσεων είναι γενικά χαμηλή εντός των κατεργασιών με ελαφρώς μεγαλύτερη να παρουσιάζει το σύστημα της συμβατικής κατεργασίες. Εν τέλει με εκτέλεση στατιστικού ελέγχου ANOVA προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών και συγκεκριμένα με έλεγχο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς μεταξύ της συμβατικής κατεργασίας που υπολειπόνταν σε

σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα εφαρμογής. Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε για άλλη μια φορά ότι επιβεβαιώθηκε το μεγαλύτερο μέρος ερευνών της βιβλιογραφίας που αναφέρουν ότι το εύρος 0-15 cm η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία σε σχέση με τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας που αφήνουν μέρος των υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους.

Αντίστοιχα στον Πίνακα 53 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της οργανικής ουσίας για εύρη 15-30 cm για τις πέντε κατεργασίες εφαρμογής. Αντίθετα σε αυτό το εύρος βάθους η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει το υψηλότερο ποσοστό οργανικής ουσίας ενώ ακολουθούν τα υπόλοιπα συστήματα με περίπου ίδια ποσοστά με εξαίρεση εκείνο του βαρύ καλλιεργητή που υπολείπεται και κατατάσσεται τελευταίο σε ποσοστό. Σε όλες τις περιπτώσεις η παραλλακτικότητα εντός των κατεργασιών χαρακτηρίζεται χαμηλή.

Πίνακας 53: Αποτελέσματα οργανικής ουσίας παρουσία τυπικής απόκλισης και συντελεστής παραλλακτικότητας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για εδαφικό δείγμα 15-30 cm.

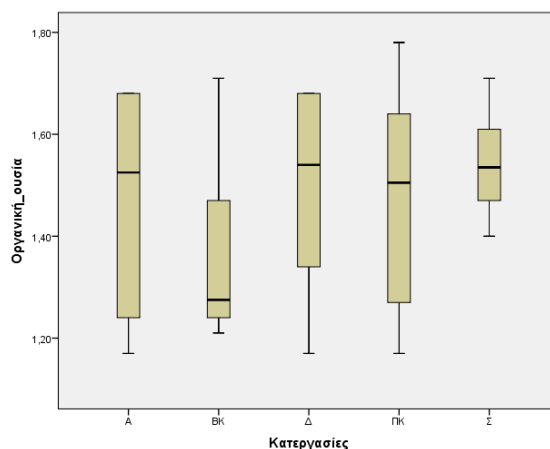
Κατεργασία	Οργανική ουσία (%)	Τυπική απόκλιση	Cv
Σ	1,54	0,11	0,07
BK	1,36	0,19	0,14
ΠΚ	1,48	0,24	0,16
Δ	1,49	0,20	0,13
Α	1,47	0,22	0,15



Διάγραμμα 44: Αποτελέσματα οργανικής ουσίας στις πέντε κατεργασίες εφαρμογής για εδαφικό δείγμα 15-30 cm.

Στην περίπτωση της οργανικής ουσίας σε βάθη 15-30 cm με την εκτέλεση ANOVA ωστόσο δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των

κατεργασιών όσο αφορά τον παράγοντα της οργανικής ουσίας καθώς όπως φαίνεται χαρακτηριστικά και στο Διάγραμμα 45 παρακάτω υπάρχουν πιθανά κοινά εύρη τιμών μεταξύ των παρατηρήσεων.



Διάγραμμα 45: Εύρη ποσοστών οργανικής ουσίας μεταξύ των κατεργασιών για εδαφικό δείγμα 15-30cm.

Στην περίπτωση των βαθύτερων παρατηρήσεων μπορεί και σε αυτή την περίπτωση όπως και σε άλλες μελέτες κατεργασιών η συμβατική κατεργασία να παρουσιάζει υψηλότερη παρουσία οργανικής ουσίας (αναστροφή υπολειμμάτων) αλλά ωστόσο οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

5. Συμπεράσματα

Εν τέλει μέσα από την επίδραση των πέντε κατεργασιών στις ενεργειακές καλλιέργειες προέκυψαν ποικίλα συμπεράσματα που αφορούν τόσο την εγκατάσταση και ανάπτυξη των καλλιεργειών όσο και την συμβολή των κατεργασιών.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα φυτρώματος διέφεραν από περίπτωση σε περίπτωση. Στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης επιτεύχθηκε ικανοποιητικό φύτευμα και στις πέντε κατεργασίες όσον αφορά την περίπτωση του βίκου αλλά όχι τόσο όσο αφορά την βρώμη. Αντίστοιχα και στην συγκαλλιέργεια μπιζελιού με τριτικάλε υπήρχε ικανοποιητικό φύτευμα για το ψυχανθές όχι όμως και για το αγρωστώδες. Κλείνοντας για τις χειμερινές καλλιέργειες η ελαιοκράμβη παρουσίασε και στις πέντε κατεργασίες απογοητευτικό φύτευμα. Όσον αφορά τις εαρινές καλλιέργειες ενθαρρυντικό ήταν το φύτευμα του ινώδες σόργου με εξαίρεση να αποτελούν τα συστήματα που περιστροφικού καλλιεργητή και της ακαλλιέργειας ενώ το φύτευμα του ηλίανθου σε κάθε περίπτωση δεν ήταν το ιδανικό. Τα αποτελέσματα αυτά ερμηνευόντουσαν κυρίως από τον έντονο ανταγωνισμό των ζιζανίων, τις

μικρότερες δόσεις σποράς σε σχέση με μονοκαλλιέργεια, το ανταγωνισμό που υπάρχει εντός της συγκαλλιέργειας, την μη ιδανική σποροκλίση στις μεθόδους μειωμένης κατεργασίας ή ακαλλιέργειας, σε καιρικές συνθήκες όπως η έντονη έλλειψη βροχής στην περίπτωση της ελαιοκράμβης ή σε ειδικές συνθήκες όπως η λανθασμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνου στην καλλιέργεια του ηλίανθου.

Μεταξύ των κατεργασιών η συμβατική κατεργασία παρουσίασε τις περισσότερες των περιπτώσεων την υψηλότερη πυκνότητα φυτείας, έπειτα ακολουθούσε τα συστήματα μειωμένης κατεργασίας ενώ σε όλες τις περιπτώσεις ερχόταν το σύστημα της ακαλλιέργειας. Μάλιστα στις περιπτώσεις του ηλίανθου, του βίκου, του τριτικάλε και της βρώμης οι διαφορές στο παράγοντα του φυτρώματος κρίθηκαν και στατιστικά σημαντικές και προσδιορίστηκαν κυρίως μεταξύ της ακαλλιέργειας και των άλλων συστημάτων κατεργασίας ή μεταξύ του συμβατικού συστήματος και των υπολοίπων.

Επιπλέον στην περίπτωση των εαρινών καλλιεργειών έγινε καταγραφή της εξέλιξης του φυτρώματος στο σόργο και στο ηλίανθο και παρατηρήθηκε ότι η κατεργασία σε λωρίδες και η ακαλλιέργεια παρουσίασαν το πιο πρώιμο φύτρωμα σε σχέση με τα άλλα συστήματα κατεργασίας αλλά εν τέλει η συμβατική κατεργασία κατάφερε να παρουσιάσει τους υψηλότερους τελικούς πληθυσμούς και η ακαλλιέργεια τους χαμηλότερους. Αντίστοιχα έγινε και παρακολούθηση αριθμών φύλλων στο ηλίανθο και παρατηρήθηκε ότι τα συστήματα της ακαλλιέργειας και της κατεργασίας σε λωρίδες λόγω πιο πρώιμου φυτρώματος είχαν υψηλότερο αριθμό φύλλων.

Με το δείκτη NDVI έγινε μια προσπάθεια να παρακολουθηθεί η ένταση βλαστικότητας των καλλιεργειών. Τον μεγαλύτερο δείκτη εν τέλει σε κάθε περίπτωση χειμερινής καλλιέργειας τον παρουσίασε το σύστημα της ακαλλιέργειας και αυτό διότι παρουσίαζε την μεγαλύτερη βλάστηση που όχι μόνο αποτελούνταν από το καλλιεργούμενο είδος αλλά και από πληθώρα ζιζανίων. Γενικότερα η εκτέλεση της μέτρησης δεν κατάφερε να μας οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα όσο αφορά την επίδραση των πέντε κατεργασιών στις ενεργειακές καλλιέργειες.

Αντίθετα στις παρατηρήσεις αντίστασης στην διείδυση προέκυψαν ενδιαφέρον συμπεράσματα. Συγκεντρωτικά αν θέλαμε να δώσουμε μια κατάταξη κατεργασιών κατά την χειμερινή περίοδο από την λιγότερη ως την μεγαλύτερη

έκφραση του φαινομένου της συμπίεσης στο έδαφος αρχικά θα χωρίζαμε σε δύο βάθη κατηγοριοποίησης, από 0 ως 25 cm και από 25 ως 50 cm. Από 0 ως 25 cm πρώτο και με λιγότερη έκφραση της συμπίεσης έρχεται το συμβατικό σύστημα, ακολουθεί ο βαρύς καλλιεργητής, ο περιστροφικός καλλιεργητής σε ισορροπία με το σύστημα της δισκοσβάρνας και τελευταίο σύστημα η ακαλλιέργεια. Από 25 ως 50 cm πρώτο έρχεται το συμβατικό σύστημα, ακολουθεί η δισκοσβάρνα, ο βαρύς καλλιεργητής, ο περιστροφικός καλλιεργητής και τέλος η ακαλλιέργεια. Όσον αφορά την εαρινή περίοδο στο εύρος 0-25 cm η συμβατική κατεργασία παρουσιάζει την χαμηλότερη έκφραση της συμπίεσης, ακολουθεί η κατεργασία σε λωρίδες, ο βαρύς καλλιεργητής, ο περιστροφικός και εν τέλει η ακαλλιέργεια ενώ παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα για το εύρος 25-50 cm. Γενικά τα αποτελέσματα εξαρτούνται από την ένταση και το βάθος κατεργασίας. Η συμβατική κατεργασία καταφέρνει μεν σε όλο το εύρος των μετρήσεων να παρουσιάζει χαμηλότερες ενδείξεις ωστόσο μετά από τα 25 cm αν παρατηρήσουμε το φαινόμενο εντείνεται ενώ παρόμοια είναι τα αποτελέσματα και για τον βαρύ καλλιεργητή. Αντίθετα το φαινόμενο εντείνεται πολύ πιο νωρίς για τις κατεργασίες της δισκοσβάρνας και του περιστροφικού καλλιεργητή που παρουσιάζουν βάθος κατεργασίας τα 15 cm ενώ έντονα συμπιεσμένες συνθήκες εξαρχής κυριαρχούν στην μη κατεργασμένη ακαλλιέργεια. Ωστόσο, εντυπωσιακή ήταν η αντίδραση του συστήματος της κατεργασίας σε λωρίδες κατά την διάρκεια της εαρινής περιόδους καθώς τα υνιά μπροστά κατάφεραν να κατεργαστούν σε βάθος 25 cm το έδαφος ενώ ακολούθησε και επιφανειακή κατεργασία με φρέζα.

Πρωτότυπες μετρήσεις φαινομενικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας στις πέντε κατεργασίες εκτελέστηκαν κατά την διάρκεια τόσο των εαρινών όσο και των χειμερινών καλλιέργειών προκειμένου να αναζητήσουμε συσχετίσεις αλλά ωστόσο δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Ως τα πρώτα 25 cm εδάφους η οργανική ουσία στην ακαλλιέργεια ήταν σε υψηλότερο ποσοστό σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας. Ακολούθησαν τα υπόλοιπα μειωμένα συστήματα κατεργασίας ενώ τελευταίο ήρθε σε ποσοστό οργανικής ουσίας η συμβατική κατεργασία. Μάλιστα οι διαφορές κρίθηκαν και στατιστικά σημαντικές. Αντίθετα από 25 cm ως 50 cm οι κατεργασίες παρουσίασαν παρόμοια ποσοστά οργανικής ουσίας με μη στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Όσον αφορά τις αποδόσεις των ενεργειακών φυτών της μελέτης τα αποτελέσματα ήταν ποικίλα. Στην περίπτωση συγκαλλιέργειας βρώμης και βίκου τα αποτελέσματα ήταν άκρως θετικά με στρεμματικές αποδόσεις ξηρής βιομάζας που κυμαίνονται από 550 ως 800 kg. Αντίστοιχα οι αποδόσεις ξηρής βιομάζας μπιζελιού και τριτικάλε ήταν και αυτές θετικές και κυμάνθηκαν από 750 ως 950 κιλά ανά στρέμμα. Αν μάλιστα η παρουσία του τριτικάλε ήταν υψηλότερη στο μείγμα ή γινόταν πιο προσεκτική επιλογή ποικιλιών οι αποδόσεις θα μπορούσαν να είναι υψηλότερες. Ωστόσο σε πλήρη αποτυχία κατέληξε η μια εγκατάσταση στον ξερικό αγρό μπιζελιού και τριτικάλε καθώς λόγω έντονου ανταγωνισμού με ζιζάνια. Κλείνοντας με τις χειμερινές καλλιέργειες στην ελαιοκράμβη δεν προέκυψαν καθόλου ικανοποιητικές αποδόσεις σε σπόρο με μόλις 78 με 110 κιλά ανά στρέμμα και αυτό κυρίως οφείλεται στην έλλειψη βροχοπτώσεων κατά την σπορά αλλά και στην προσβολή κατά το στάδιο της ωρίμανσης του σπόρου από έντομα της οικογένειας Pentatomidae. Όσον αφορά τις εαρινές καλλιέργειες στο σόργο προέκυψαν ικανοποιητικές αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα από 1300 ως 1550 κιλά ανά στρέμμα. Αντίθετα στην περίπτωση του ηλίανθου οι αποδόσεις σε σπόρο της συμβατικής κατεργασίας, του βαρύ καλλιεργητή και της κατεργασίας σε λωρίδες ήταν ικανοποιητικές με αποδόσεις άνω των 180 κιλών ανά στρέμμα ενώ οι αποδόσεις σε ακαλλιέργεια και περιστροφικό καλλιεργητή προβληματίζουν. Τα αίτια χαμηλών αποδόσεων στον ηλίανθο είναι εξαιτίας των έντονων βροχοπτώσεων κατά τη περίοδο της σπορά που την καθυστέρησαν και λόγω λανθασμένης εφαρμογής μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου.

Τέλος όσον αφορά την επίδραση των κατεργασιών στις καλλιέργειες και εδώ τα αποτελέσματα διαφέρουν ανά περίπτωση. Κατά την χειμερινή περίοδο στην συγκαλλιέργεια βίκου και βρώμης παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών όσον αφορά την απόδοση ξηρής βιομάζας και τις υψηλότερη απόδοση της παρουσίασε η συμβατική κατεργασία, ακολούθησε η δισκοσβάρνα, ο περιστροφικός καλλιεργητής και ο βαρύς στο ίδιο επίπεδο αποδόσεων και τέλος η ακαλλιέργεια. Όσον αφορά την συγκαλλιέργεια μπιζελιού και τριτικάλε δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ενώ στην περίπτωση της ελαιοκράμβης προέκυψαν μεταξύ των κατεργασιών με υψηλότερη απόδοση σε σπόρο να παρουσιάζει το συμβατικό, να ακολουθεί ο βαρύ και ο περιστροφικός καλλιεργητής στο ίδιο επίπεδο αποδόσεων και τέλος η δισκοσβάρνα και η

ακαλλιέργεια. Τέλος, στις εαρινές καλλιέργειες προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών στην περίπτωση του σόργου και τις υψηλότερες αποδόσεις ξηρής βιομάζας τις παρουσίασε η συμβατική κατεργασία και η κατεργασία σε λωρίδες , ακολουθούν στο ίδιο επίπεδο βαρύς και περιστροφικός καλλιεργητής και τέλος η ακαλλιέργεια. Όσον αφορά τον ηλίανθο στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατεργασιών δεν προέκυψαν.

Βιβλιογραφία

1. Abdulai A.L., H. Brück, F.Asch, M. Kourressy, M. Vaksman. 2010. Water-use Efficiency of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Genotypes in Mali, West Africa, is Affected by Climate Variability. International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development-"World Food System - A Contribution from Europe". Tropentag 2010, September 14 - 16, Zurich, Germany
2. Aboudrare A, Debaeke P, Bouaziz A, Chekli H.. 2006. Effects of soil tillage and fallow management on soil water storage and sunflower production in a semi-arid Mediterranean climate. *Agr Water Manag.* 83:183-96
3. Abu-Hamdeh NH; Al-Widyan M I. 2000. Effect of axle load, tire inflation pressure and tillage system on soil physical properties and crop yield of a Jordanian soil. *Transactions of the ASAE*, 43(1), 13–21
4. Adam G. and H.Duncan. 2003. The effect of diesel fuel on common vetch (*Vicia sativa* L.) plants. *Environ Geochem Health*. Volume 25, Issue 1 , Pages 123-130
5. Adeoye, K.B., 1982. Effect of tillage depth on physical properties of a tropical soil and on yield of maize, sorghum and cotton. *Soil Tillage Res.*, 2: 225--231.
6. Adesodun J.K., Atayese M.O., Agbaje T.A., Osadiaye B.A., Mafe O.F., and Soretire A.A.. 2010. Phytoremediation potentials of sunflowers (*Tithonia diversifolia* and *Helianthus annuus*) for metals in soils contaminated with zinc and lead nitrates. *Water, Air and Soil Pollution*, 207, pp 195-201.
7. Agbede, T.M., Ojeniyi, S.O., 2009. Tillage and poultry manure effects on soil fertility and sorghum yield in southwestern Nigeria. *Soil Till. Res.* 104, 74–81
8. Ahmad A.H., Wahid A., Khalidg F., Fiaz N., Zamir M.S.I.2011. Impact of organic and inorganic sources of nitrogen and phosphorus fertilizers on growth, yield and quality of forage oat (*Avena sativa* L.). *Cercetări Agronomice în Moldova* 2011, Vol. 44 No. 3 pp. 39-49
9. Ahmadi M. and Bahrani M.J. 2009. Yield and Yield Components of Rapeseed as Influenced by Water Stress at Different Growth Stages and Nitrogen Levels. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 5 (6): 755-761, 2009 ISSN 1818-6769
10. Ahmed M.N., Khawla E.M., Elshiekh A.I., Nagla N.S., 2012. Impact of salinity on seed germination and early seedling growth of three sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars. *Science and Technology* 2(2): 16-20

11. Ahmed S., Mohamed A.R., 2014. Effect of some Tillage Packages and Irrigation Water Regimes on Growth and Yield of Sunflower (*Helianthus annuus* L) Under Dongola Area Conditions. PhD Thesis. Sudan University of Science and Technology, Agriculture Science, 124p
12. Akbari P, Ghalavand A, Modarres SA, Alikhani MA (2011). The effect of biofertilizers, nitrogen fertilizer and farmyard manure on grain yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annus* L.). *J. Agric. Tech.* 7(1): 173-184.
13. Akcura M, Ceri S, Taner S, Kaya Y, Ozer E, Ayranci R (2005). Grain yield stability of winter oat (*Avena sativa* L.) cultivars in the central Anatolian region of Turkey. *J. Cent. Eur. Agric.*, 6(3): 203-209.
14. Akcura M., Ceri S., 2011. Evaluation of drought tolerance indices for selection of Turkish oat (*Avena sativa* L.) landraces under various environmental conditions. *Zemdirbyste=Agriculture* 98(2): 157-166.
15. Akhtar P., Hussain F. 2009. Growth performance of *Vicia sativa* L. under saline conditions. *Pak. J. Bot.* 41: 3075-3080
16. Aksyonov I.. 2010. Use of minimum tillage in sunflower growing under steppe conditions of southern Ukraine. *HELIA*, 33, Nr. 53, p.p. 221-228
17. Albayrak S., M. Turk, O. Yuksel. 2011. Effect of Row Spacing and Seeding Rate on Hungarian Vetch Yield and Quality. *Turkish Journal of Field Crops*. Volume 16. Issue 1. Pages 53-58
18. Albino, A. & Leone, A. (1993): Response to low soil water potential in pea genotypes (*Pisum sativum* L.) with different leaf morphology. – *Sciencia Horticulturae* 53: 21–34
19. Albrizio R., Todorovic M., Zivotic L. Defi ci t i rri gati on of su n fl ower u n der Medi terranean en vi ron men tal con di ti on s. In : Lamaddalen a N. (ed.), Bogliotti C. (ed.), Todorovic M. (ed.), Scardigno A. (ed.). *Water saving in Mediterranean agriculture and future research needs*, Vol. 1, Bari: CIHEAM, p. 153-168.
20. Alonso-Prados J. L., Hernández-Sevillano E., Llanos S., Villarroja M., García-Baudín J. M.. 2002 . Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*vicia sativa*). *Crop Protection*. Volume 21, Issue 10 , Page 1061

21. Alzueta C., R. Caballero, A. Rebole, J. Trevino and A. Gill. 2001. Crude protein fractions in common vetch (*Vicia sativa* L.) fresh forage during pod filling. *Journal of Animal Science*. Volume 79. Pages 2449-2455
22. Amir, H.A., Khalifa, F.M.. 1991. Performance and yield of sunflower cultivars under rain fed and irrigated conditions in Sudan. *J Agric Sci Cambridge*, 116, str. 245-261
23. Amjad M., M. Akbar Anjum and N. Akhtar , 2004. Influence of Phosphorus and Potassium Supply to the Mother Plant on Seed Yield, Quality and Vigour in Pea (*Pisum sativum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 3: 108-113
24. Amosson S, Girase J, Bean B, Rooney W, Becker J (2011) Economic analysis of biomass sorghum for biofuels production in the Texas High Plains. Texas A&M AgriLife Research and Extension Center, Amarillo
25. Archontoulis SV, Danalatos NG, Struik PC, Tsalikis D, 2007. Irrigation and N-fertilization effects on the growth and productivity of sunflower in an aquic soil in central Greece. *Proceedings of the 15th European Biomass Conference*, Berlin, Germany, p. 413–416.
26. Arshad, M.A., Gill, K.S., 1996. Field pea response to liming of an acid soil under two tillage systems. *Can. J. Soil Sci.* 76, 549–555.
27. Arvidsson J., A. Etana, T. Rydberg. 2014. Crop yield in Swedish experiments with shallow tillage and no-tillage 1983–2012. *Europ. J. Agronomy*, 52: 307–315
28. ASAE. 2006a. Procedures for Using and Reporting Data Obtained with the Soil Cone Penetrometer. American Society of Agricultural and Biological Engineers..St. Joseph. USA.
29. ASAE. 2006b. Soil Cone Penetrometer. American Society of Agricultural and Biological Engineers..St. Joseph. USA.
30. Asare, E., Scarisbrick, D.H., 1995. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Res.* 44, 41–46
31. Ashraf, I, M. A. Pervez, M. Amjad, R. Ahmad and M. Ayub., 2011, Qualitative and Quantitative Response of Pea (*Pisum Sativum* l.) Cultivars to Judicious Applications of Irrigation with Phosphorus and Potassium., *Pakistan journal of Life and Social Sciences.*, 9(2), 159-164
32. Aslam M. Khan S. A., Khan M. A.. 1984. Effects of various soil depths on sunflower germination. *Pak. J. Agri. Res.* 5 (4): 224-226

33. Assadi S.. 2010. Influence of different K fertilizer sources on sunflower production. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.
34. Assaeed A.M.. 1994. Yield response of forage oat (*Avena sativa* L.) to nitrogen fertilization harvested at successive stages of maturity. *Alex. J. Agric. Res.*, 39: 159-170.
35. Assefa G., I. Ledin. 2001. Effect of variety, soil type and fertiliser on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixture. *Animal Feed Science and Technology*. Volume 92, Issue 1 , Pages 95-111
36. Assefa, G., 2006. *Avena sativa* L. In: Brink, M. & Belay, G. (Editors).
37. Astier M., J.M. Maass, J. D. Etchevers-Barra, J. J. Penaand F. D. L. Gonzalez. 2006. Short-term green manure and tillage management effects on maize yield and soil quality in an Andisol. *Soil Tillage Res.*.Volume 88, Pages 153–159.
38. Astolfi S., Zuchi S., DeCesare F., Badalucco L., Grego S.. 2011. Cadmium-induced changes in soil biochemical characteristics of oat (*Avena sativa* L.) rhizosphere during early growth stages. *Soil Research* 49, 642–651.
39. Australia Government. 2006. Biology of *Brassica napus* L (canola). Available at: <http://www.ogtr.gov.au/>
40. Aydogdu L., Acikgoz, E. 1995. Effect of seeding rate on seed and hay yield in common vetch (*Vicia sativa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. Volume 174, Pages 181-187.
41. Bahrani M.J., N. Bamdad, S. A. Kazemeini. 2009. Yield and yield structures of irrigated sunflower cultivars as influenced by tillage and wheat residue management systems, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 55:5, 507-514
42. Baigorri H., Antolín M.C., Sánchez-Díaz M. 1999. Reproductive response of two morphologically different pea cultivars to drought. *Eur J Agron* 10:119–128
43. Banks M.K., Kulakow P., Schwab A.P., Chen Z., Rathbone K. 2003. Degradation of crude oil in the rhizosphere of sorghum bicolor. *Int. J. Phytoremed.*, 5:225-234.
44. Banton, O., Seguin, M.K., Cimon, M.A., 1997. Mapping field-scale physical properties of soil with electrical resistivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61 (4), 1010–1017.

45. Bañuelos GS, Ajwa HA, Wu LL, Zambrzuski S 1998. Selenium accumulation by *Brassica napus* grown in Se-laden soil from different depths of Kesterson Reservoir. *J. Contam. Soil* 7, 481-496..
46. Baryl A., Carrier, P. Franck, F. Coulomb, C., Sahut C., Havaux M.. 2001. Leaf chlorosis in oilseed rape plants (*Brassica napus*) grown on cadmiumpolluted soil: causes and consequences for photosynthesis and growth. *Planta* 212, 696–709.
47. Basbag M, Alp A. , Samanci B. 2006. Triticale response to nitrogen and sowing rates on yield and yield related traits. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, Vol. 19 No. 4 pp. 7-11
48. Bayer C., L. Martin-Neto, J. Mielniczuc, C.N. Pillon, and L. Sangoi. 2001. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping system. *Soil Sci. Soc. Am. J.*. Volume 65. Pages 1473-1478
49. Bayer Crop Science. *Brassica napus*. Available at: <http://www.cropscience.bayer.com/>
50. Bebawi, F. F.; Abdelaziz, A. H., 1983: Effects of cultivar mixtures, fertilizer, and plant density on grain sorghum *Sorghum bicolor*/Striga hermonthica relations. *Weed Science* 31(4): 552-556
51. Berry G.J., Aitken Y. 1979. Effect of photoperiod and temperature on flowering in pea (*Pisum sativum*). *Australian Journal of Plant Physiology* 6: 573-587.
52. Bertol I., Guadagnin J. C., González A. P., Amaral A. J., Brignoni L. F.. 2005. Soil tillage, water erosion, and calcium, magnesium and organic carbon losses. *Scientia Agricola*. Volume 65, Pages 578-584.
53. Bertol, I.; Schick, J.; Barbosa, F. T.; Paz-Ferreiro, J.; Flores, M. T.; Paz González, A..2012. Water Erosion in Relation with Soil Management System and Crop Sequence during 20 Years on an Inceptisol in South Brazil. EGU General Assembly 2012, held 22-27 April, 2012 in Vienna, Austria., p.3414
54. Bezdicek, D.F., Beaver, T., Granatstein, D., 2003. Subsoil ridge tillage and lime effects on soil microbial activity, soil pH, erosion, and wheat and pea yield in the Pacific Northwest, USA. *Soil Till. Res.* 74, 55–63.
55. Bilen S., Celik A., Altikat S. 2010. Effects of strip and full-width tillage on soil carbon IV Oxide-carbon (CO₂-C) fluxes and on bacterial and fungal populations in sunflower. *Afr. J. Biotechnol.*, 9 (38): 6312-6319.

56. Birkas, M., Jolankai, M., Gyuricza, C. & Percze, A. 2004. Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary. *Soil & Tillage Research*, 78, 185–196
57. Birkás, M., Szalai, T., Gyuricza, C., Gecse, M., Bordás, K. 2002. Effects of disk tillage on soil condition, crop yield and weed infestation. *Rostlinná výroba* 48, 20–26
58. Bishnoi U.R.. 1980. Effect of seeding rates and row spacing on forage and grain production of triticale, wheat, and rye. *Crop Sci.* 20:107-108
59. Bleken, M.A., SkjelvaËg, A.O., 1986. The phenological development of oats (*Avena sativa* L.) cultivars as effected by temperature and photoperiod. *Acta Agric. Scand.* 36, 353-365.
60. Bohle M., R. Karow, E. Marx, and S. James. Undated. Seeding rate effect on winter triticale and soft white winter wheat in 1998. Oregon State University. Available at: <http://oregonstate.edu/>
61. Bojovic B.. 2010. The Effects of Temperature, Length of Storage and Plant Growth Regulators on Germination of Wheat (*Triticum Aestivum* L.) and Triticale Seeds. *Biotechnology & Biotechnological Equipment.*, 24(2). p.1849
62. Bonari, E., Mazzoncini, M., Peruzzi, A., 1995. Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in a sandy soil. *Soil Till. Res.* 33 (2), 91–108.
63. Bono A., R Alvarez, D. E. Buschiazzo, R. J. C. Cantet. 2008. Tillage Effects on Soil Carbon Balance in a Semiarid Agroecosystem. *Soil Science Society of America Journal*. Volume 72, Issue 4, Pages 1140-1149
64. Borreani, G., Peiretti, PG. & Tabacco, E. 2007. Effect of harvest time on yield and pre-harvest quality of semi-leafless grain peas (*Pisum sativum* L.) as whole-crop forage. *Field Crops Research* 100, 1–9
65. Botta, G., Rivero, D., Tourn, M., Bellora Melcon, F., Pozzolo, O., Nardon, G., Balbuena, R., Tolo'n Becera, A., Rosatto, H., Stadler, S., 2008. Soil compaction produced by tractor with radial and cross-ply tyres in two tillage regimes. *Soil Till. Res.* 101, 44–51.
66. Brandt S.A., Malhi, S.S., Ulrich D., Lafond G.P., Kutcher H. R. and Johnston, A. M. 2007. Seeding rate, fertilizer level and disease management effects on hybrid versus open pollinated canola (*Brassica napus* L.). *Can. J. Plant Sci.* 87:255-266

67. Brennan, R.F., Mason, M.G., Walton, G.H., 2000. Effect of nitrogen fertilizer on the concentrations of oil and protein in Canola (*Brassica napus*) seed. *J. Plant Nutr.* 23 (3), 339–348
68. Brito I., Goss, M. J. and De Carvalho M.. 2012. Effect of tillage and crop on arbuscular mycorrhiza colonization of winter wheat and triticale under Mediterranean conditions. *Soil Use and Management*, 28: 202–208
69. Brouwer J.B.. 1977. Developmental responses of different hexaploid triticales to temperature and photoperiod. *Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husbandry* 17, 826-831.
70. Browne C.L. 1978. Identification of physiological maturity in sunflower(*Helianthus annuus*). *Australian Journal of Agriculture and Animal Husbandry* 18: 282-286.
71. Browne R. A., White E. M., Burke J. I.. 2003. Effect of nitrogen, seed rate and plant growth regulator (chlormequat chloride) on the grain quality of oats (*Avena sativa*). *J. Agric.* 141, 249-258.
72. Buah, S.S.J., Mwinkaara, S., 2009. Response of sorghum to nitrogen fertilizer and plant density in the Guinea Savanna Zone. *J. Agron.* 8, 1–7
73. Bybordi, A. and S. J. Tabatabaei (2009). Effect of Salinity Stress on Germination and Seedling Properties in Canola Cultivars (*Brassica napus*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 37(1):71-76.
74. Caballero R., Arauzo M., Hernaiz, P.J.. 1996a. Accumulation and redistribution of mineral elements in common vetch during pod filling. *Agronomy Journal*. Volume 88, Issue 5, Pages 801-805
75. Caballero R., Barro C., Rebolé A., Arauzo M., 1996b. Yield components and forage quality of common vetch during pod filling. *Agronomy Journal*. Volume 88, Issue 5, Pages 797-800
76. Caballero, R., Goicoechea, E.L., Hernaiz, P.J., 1995. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of common vetch. *Field Crops Res.* 41, 135–140.
77. Cai C. C., Tu J. X., Fu T. D., Chen B. Y.. 2008. The genetic basis of flowering time and photoperiod sensitivity in rapeseed *Brassica napus* L. *Russian Journal of Genetics*, 44 (30) : 326–333.

78. Calderon, F.J., Vigil, M.F., Nielsen, D.C., Benjamin, J.G., Mikha, M.M. 2008. A comparison of Dryland Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and Admiral Pea (*Pisum sativum* L.) Grown Under Different Row Spacings. Meeting Proceedings. Presented at the 2008 Great Plains Soil Fertility Conference. Denver, Colo. March 5, 2008. Vol. 12:107-111
79. Campiglia E., E. Radicetti, R. Mancinelli. 2012. Weed control strategies and yield response in a pepper crop (*Capsicum annuum* L.) mulched with hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) and oat (*Avena sativa* L.) residues. Crop Protection Volume 33. Pages 65-73
80. Cannas A., Giunta F., Pruneddu G., Boe F., Motzo R.. 2005. Effects of triticale cultivars grown in a mediterranean environment on biomass yield and quality. Italian Journal of Animal Science, 4 (Supplement 2):166-168
81. Cannell R.Q., Belford R.K., Blackwell P.S., Govi G. and Thomson R.J.. 1985 Effects of waterlogging on soil aeration and on root and shoot growth and yield of winter oats (*Avena sativa* L.). Plant Soil 85, 361–373.
82. Canto M. W., Lima M.Y.S.M., Sengik E. Rickli M. E..2003. Effect of different incorporation depths of phosphate fertilization on the yield of dry matter and tillering of black oat (*Avena strigosa* Schreb). Acta Scientiarum - Agronomy, Vol. 25 No. 2 pp. 359-363
83. Canvin, D. T.. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oilseed crops. Can J. Bot. 43,63-69
84. Canvin, D.T., 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. Canadian Journal of Botany. Canada, 43: 63-65.
85. Carr, P.M., Martin, G.B., and Horsley, R.D. 2009. Impact of tillage on field pea following spring wheat. Canadian Journal of Plant Science, 89: 281-288
86. Cazzato E., Laudadio V., Tufarelli V.. 2012. Effects of harvest period, nitrogen fertilization and mycorrhizal fungus inoculation on triticale (*Triticosecale* Wittmack) forage yield and quality. Renewable Agriculture and Food Systems: 27(4), 278–286
87. Celik A., S. Altikat, T. R. Way, 2013. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield. Soil & Tillage Research 131, 20–27
88. Chamen, W.C.T., Vermeulen, G.D., Campbell, D.J., Sommer, C., 1992. Reduction of traffic-induced soil compaction: a synthesis. Soil Tillage Res. 24, 303–318

89. Chaudhari P. R., D. V. Ahire and Vidya D. Ahire. 2012. Correlation between Physico-chemical properties and available nutrients in sandy loam soils of Haridwar. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*. May-July. 2012, Vol. 2, No. 3, 1493-1500
90. Chetia S.K., Kumar R.. 2005. Temperature and photoperiod effect on pea (*Pisum sativum* L.). *Legume Res* 28: 111–114
91. Chiriac G., L. Raus, G. Jitareanu. 2012. Effect of tillage and cultivar on oilseed rape (*Brassica napus* L.) yield in the northern area of Moldavian Plateau. *Lucrări Științifice*, vol. 55 (2), seria Agronomie
92. Chiriac G., Raus L., Coroi I. G., Gale D.C., Lazarescu E., Jitareanu G.. 2012. Effects of tillage and oilseed rape cultivar (*Brassica napus* L.) on soil physical properties and yield. *International Conference RAGUSA SHWA 2012*, September 3-6, 2012, Ragusa – Italy “Safety Health and Welfare in Agriculture and in Agro-food Systems”
93. Chohan MSM, Naeem M, Khan AH, Kainth R, Sarwar M (2004). Forage yield performance of different varieties of oat. *Int. J. Agric. Biol.*, 6: 751-752
94. Christensen J.V., Drable J.C.. 1984. Effect of row spacing and rapeseed seeding rate on rapeseed yield in Northwest Alberta. *Can. J. Plant Sci.*, 64: 1011–1013.
95. Clark, A. 2007. *Managing Cover Crops Profitably*, 3rd ed. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD.
96. Clark, Andy (ed.). 2007. *Managing Cover Crops Profitably*, 3rd ed. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD.
97. Clarke, J. M., F. R. Clarke and G. M. Simpson (1978). Effects of method and rate of seeding on yield of *Brassica napus*. *Canadian Journal of Plant Science* 58:549-550.
98. Clarke, J.M. and Simpson, G.M. 1978. Influence of irrigation and seeding rate on yield and yield components of *Brassica napus* cv. Tower. *Can. J. Plant Sci.* 58: 731-737
99. Clayton, G. W., Harker, K. N., O'Donovan, J. T., Baig, M. N. and Kidnie, M. J. 2002. Glyphosate timing and tillage system effects on glyphosate-tolerant canola (*Brassica napus*). *Weed Technol.* 16: 124-130.
100. Cokkizgin A., Colkesen M.. 2012. Germination Responses of Pea (*Pisum sativum* L.) Seeds to Salinity. *International Journal of Agricultural Science and Bioresource Engineering Research* Vol. 1 (3), pp. 71-77

101. Conley M.M, B. A. Kimball, T. J. Brooks, P. J. Pinter Jr, D. J. Hunsaker, G. W. Wall, N. R. Adam, R. L. LaMorte, A. D. Matthias, T. L. Thompson, S. W. Leavitt, M. J. Ottman, A. B. Cousins and J. M. Triggs. 2001. CO₂ enrichment increases water use efficiency in sorghum. *New Phytologist* 151 (2), 407–412.
102. Cooper P. J. M., P. J. Gregory, D. Tully and H. C. Harris. 1987. Improving Water use Efficiency of Annual Crops in the Rainfed Farming Systems of West Asia and North Africa. *Experimental Agriculture*, Volume 23, Issue 02 , pp 113-158
103. COPS. 2011. Canadian Occupational Projection System - Macroeconomic Scenario, 2011-2020. World Oil Prices. Available at: www23.hrsdc.gc.ca
104. Costa de Campos B.H., T.J.C. Amado, C. Bayer, R.S. Nicoloso, J. E. Fiorin 2011. Carbon stock and its compartments in a subtropical oxisol under long-term tillage and crop rotation systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Volume 35, Issue 3, Pages 805-817
105. Cothren, J. T., J. E. Matocha, and L. E. Clark. 2000. Integrated Crop Management for Sorghum. *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production*. Ed. C. Wayne. Smith and Richard A. Frederiksen. New York: Wiley,. 409-41.
106. Coultas J.. undated. Sunflower Weed Management. Seeds 2000 Inc, available at: www.seeds2000.net
107. Cumbus I.P., Nye P.H.. 1982. Root zone temperature effects on growth and nitrate adsorption in rape (*Brassica napus* cv. Emerald). *Journal of Experimental Botany* 33: 1138-1146
108. Cumbus I.P., Nye P.H.. 1985. Root zone temperature effects on growth and phosphate absorption in rape, *Brassica napus* cv. Emerald. *Journal of Experimental Botany* 36: 219-227.
109. Daba, S.; Zewedie, E., 2001. Evaluation of the residual value of phosphorus fertilizer for sorghum *Sorghum bicolor* L. grown on a Vertisol. *Bodenkultur* 52(2): 175-181
110. Dalmago G., A. Bergamaschi, H. Comiran, F. Bianchi, C. A. M. Bergonci, J. I. Heckler, 2004. Soil temperature in maize crops as functions of soil tillage systems. In: ISCO 2004. International Soil Conservation Organization Conference, 23, 2004, Brisbane. Resumos expandidos. 4p

111. Dan, T., Hale, B., Johnson, D., Conard, B., Stiebel, B., Veska, E., 2008. Toxicity thresholds for oat (*Avena sativa* L.) grown in Ni-impacted agricultural soils near Port Colborne, Ontario, Canada. *Can. J. Soil Sci.* 88, 389–398
112. Darby H., 2012. 2011 Sunflower Seeding Rate x Nitrogen Rate Trial. NW Crops and Soils Program. University of Vermont Extension.
113. Darby H., Harwood H. Cummings E. Monahan S.. 2014. 2013 Sunflower Reduced Tillage Trial. January 2014, University of Vermont Extension
114. Dart P. J., J. M. Day. 1971. Effects of incubation temperature and oxygen tension on nitrogenase activity of legume root nodule. *Plant and Soil*. Volume 35, Issue 1, Pages 167-184
115. Davenport, S.B., Gallego, S.M., Benavides, M.P., Tomaro, M.L.. 2003. Behaviour of antioxidant defense system in the adaptive response to salt stress in *helianthus annuus* L. cells. *Plant Growth Regul.* 40: pp. 81-88
116. De Villiers R.J. and Agenbag G.A.. 2007. Effects of chemical seed treatment, seeding rate and row width on plant population and yield of canola (*Brassica napus* var. *oleifera*). *S. Afr. J. Plant Soil* 24, 84 – 87
117. Degenhardt D.F., Kondra Z.P., 1981. The influence of seeding date and seeding rate on seed yield and yield components of five genotypes of *Brassica napus*, *Can. J. Plant Sci.* 61: 175-183.
118. Deibert E.J., R.A. Utter. 2004. Field Pea Growth and Nutrient Uptake: Response to Tillage Systems and Nitrogen Fertilizer Applications, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35:7-8, 1141-1165
119. Deibert, E.J., 1989. Reduced tillage system influence on yield of sunflower hybrids. *Agron. J.*, 81: 274-279
120. Dekov, I., T. Tsonev, and I. Yordanov. 2000. Effects of water stress and high temperature stress on the structure and activity of photosynthetic apparatus of *Zea mays* and *Helianthus annuus*. *Photosynthetica* 38: 361-366.
121. Delogu, G., N. Faccini, P. Faccioli, F. Reggiani, M. Lendini, N. Berardo and M. Odoardi. 2002. Dry matter yield and quality evaluation at two phenological stages of forage triticale grown in the Po Valley and Sardinia, Italy. *Field Crops Res.* 74: 207-215
122. Demir, A.O., Goksoy, A.T., Bu'yu'kcangaz, H., Turan, Z.M., Koksall, E.S., 2006. Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. *Irrig. Sci.* 24, 279–289.

123. Department of Agriculture and the State of Western Australia. 2005. Soil salinity tolerance of plants for agriculture and revegetation.
124. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2010. Sunflower-Production Guide. Published by Department of Agriculture, Forestry and Fisheries
125. Dilworth, M.J. 1966. Acetylene reduction by nitrogen fixing preparations from *Clostridium pasteurianum*. *Biochem. Biophys. Acta* 127:285-294
126. Dolan, D. D., 1973: Temperature, photoperiod and light intensity effects on growth of *Pisum sativum* L. *HortScience* 8(4): 330-331
127. Dosdall L., Dolinski M.. 1997. The Effect of Conventional versus Zero Tillage, with different agronomic practices on insect pests of canola. Project Code: CARP 9506
128. Downes, R.W., 1972. Effect of temperature on the phenology and grain yield of *Sorghum bicolor*. *Aust. J. Agric. Res.* 23, 585–594.
129. Duncan R.R.. 1987. Sorghum genotype comparisons under variable acid soil stress, *Journal of Plant Nutrition*, 10:9-16, 1079-1088
130. Duncan, R. R. and L. M. Shuman. 1990. Level of acid soil field stress for sorghum (*Sorghum bicolor*) tolerance development: Comparison among locations, pp. 425-428. IN: M. L. van Beusichem (ed.) *Plant Nutrition - Physiology and Applications*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
131. Dunzdemir O., A. Kurunc and A. Unclukara, 2009. Response of pea (*Pisum sativum*) to salinity and irrigation water regime. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 15: 400-409
132. Dyer, H.J., Skok, J. and Scully, N.J., 1959. Photoperiod behaviour of sunflower. *Bot. Gaz.*, 121: 50-55.
133. Eagles CF, Williams J, Louis DV. 1993. Recovery after freezing in *Avena sativa* L., *Lolium perenne* L. & *L. multiflorum* Lam. *New Phytologist* 123: 477–483.
134. Eaton, G. W. and John, M. K. Effect of lime and manganese upon growth and mineral composition of pea cv. ‘Dark Skin Perfection’. 1971. *Agron. J.*63, 219–221
135. Ehlers W., Kopke U., Hesse F., Bohm W., Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled loess soil, *Soil Tillage Res.* 3 (1983) 261–275
136. Ehlers, W., Khosla, B.K., K~pke, U., StUl~pnagel, R., B~hm, W. and Baeumer, K., 1980. Tillage effects on root development, water uptake and growth of oats. *Soil Tillage Res.*, 1: 19--34.

137. Elias, S.G. and L.O. Copeland. 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality, *Agron. J.* 93: 1054–1058
138. Ellen J.. 1993. Growth, yield and composition of four winter cereals. I. Biomass, grain yield and yield formation. *Netherlands journal of agricultural science*, Vol 41, No 2
139. Ellis, R.H., Qi, A., Craufurd, P.Q., Summerfield, R.J., Roberts, E., 1997. Effects of photoperiod, temperature and asynchrony between thermoperiod and photoperiod on development to panicle initiation in sorghum. *Ann. Bot.* 79, 169–178.
140. Erekul, O., and Kohn, W. 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North-East Germany. *J. Agron. Crop Sci.* 192: 452–464
141. Erol, A., Kaplan, M., & Kizilsimsek, M. (2009). Oats (*Avena sativa*)-common vetch (*Vicia sativa*) mixtures grown on a low-input basis for a sustainable agriculture. *Tropical Grasslands*, 43, 191-196
142. Esfehiani, M., M. Fardi, J. Asghari, M. Rabiee and H. Samizadeh, 2012. Effects of pre-harvest application of parquat on grain moisture reduction, grain yield and quality of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 10(1): 75-82.
143. Ezhani R. and M. Sullivan. Undated. Soil Electrical Conductivity (EC) Sensors. Ohio State University.
144. Fairbanks G., G.H. Larson and D.Chung. 1971. Cost of Using Farm Machinery. *Transactions of the ASAE* 14(I):98-101
145. Falen C.L., Shewmaker G.E., Gray C.W., Brown B.D., and Roemer R.L.. Undated. Assessment of Winter Cereal Forage Yield and Quality Options to Reduce Livestock Feed Costs and Water Use in South Idaho. University of Idaho. Available at: <http://www.uidaho.edu/>
146. FAO. 2005. Grassland Species Profiles. Detailed descriptions and photos of more than 600 grassland species. Food Agriculture Organization, Rome
147. FAO. Undated. Crop Water Information: Sunflower. Natural Resources and Environment Department. FAO Water. Available at: http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_sunflower.html

148. Farah S.M., 1983. Effect of supplementary irrigation on rain- grown sorghum (*sorghum bicolor* L.) in the Sudan, *J. Agric. Sci. Camb.* 100 (1983) 323-327.
149. Faraji, A., N. Latifi, A. Soltani and A. H. Shirani Rad. 2009. Seed yield and water use efficiency of canola (*B. napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. *Agric. Water Manag.* 96: 132-140
150. Farre, I., Faci, J.M., 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agric. Water Manage.* 83, 135–143
151. Fayaz, N. and A. Arzani. 2011. Moisture stress tolerance in reproductive growth stages in triticale (*X Triticosecale* Wittmack) cultivars under field conditions. *Crop Breeding Journal* 1(1): 1-12
152. Fernández-Luqueño F., L. Corlay-Chee, E. Robledo-Santoyo, J. Pineda-Pineda, A.Vázquez-Alarcón, L. A. Miranda-Romero, G. Cabrera-Lazaro, J. Méndez-Bautista, F. López-Valdez, L. Dendoove. 2011. Growth and development of common vetch (*Vicia sativa* L.) in a gasoline-polluted soil amended with organic or inorganic amendments. *African Journal of Agricultural Research*. Volume 7, Issue 8 , Pages 1259-1267.
153. Feyh R.L. , R. E. Lamond , D. A. Whitney & R. G. Sears. 1993. Sulfur fertilization of wheat and triticale for forage production. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 24:5-6, 443-455
154. Flores C.I., Gourley L.M., Pedersen J.F. and Clark R.B.. 1991. Inheritance of acid-soil tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor*) grown on an Ultisol. In *Plant-Soil Interactions at Low pH*. Eds. R J Wright, V C Baligar and R P Murrmann. pp 1081–1093. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands
155. Foy C.D., D. H. Smith Jr. & L. W. Briggles. 1987. Tolerances of oat cultivars to an acid soil high in exchangeable aluminum, *Journal of Plant Nutrition*, 10:9-16, 1163-1174
156. Frame J. 2005. *Pisum sativum* L.. *Grassland Species*. FAO (Food and Agriculture Organization). Available at: <http://www.fao.org>
157. Frame J. 2005. *Vicia sativa*. *Grassland Species*. FAO (Food and Agriculture Organization). Available at: <http://www.fao.org>
158. Francois L.E., Donovan T.J., Maas EV, Rubenthaler G.L. .Effect of salinity on grain yield, and quality, vegetative growth and germination of triticale. *Agron J* 1988;80:642 –647.

159. Fraser, J., McCartney, D., 2004. Fodder oats in North America: Chapter III. In: Suttie, J. M.; Reynolds, S. G. Fodder oats: a world overview. FAO Plant production and protection Series N°33. FAO, Rome, Italy
160. Frazen D.. 2007. Soils. In Sunflower Production. Edited by D. R. Berglund. Published by NDSU Extension Service.
161. Friesen G.H. & G. R. Korwar .1987. Conservation tillage systems for sorghum production under semi-arid conditions in India, Tropical Pest Management, 33:4, 364-366
162. Gajri, P.R., Gill, K.S., Chaudhary, M.R., 1997. Irrigation of sunflower (*Helianthus annuus*) in relation to tillage and mulching. Agric. Water Manage. 34, 149–160
163. Ganade and V.K. Brown. 1997. Effects of below-ground insects, mycorrhizal fungi and soil fertility on the establishment of *Vicia* in grassland communities. Oecologia. Volume 109, Pages 374-381.
164. Gangaiah B.. 2005. Response of oat (*Avena sativa*) varieties to irrigation schedules. Indian Journal of Agronomy, Vol. 50, Is. 2, pp 165-166
165. Garofalo P., Vonella A.V., Ruggieri S., Rinaldi M., 2011. Water and radiation use efficiencies of irrigated biomass sorghum in a Mediterranean environment. Ital J Agron 6: 133-139.
166. Gashkova I.V.. 2009. *Avena sativa* L. - Common oat.. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[Online]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.
167. Gashkova I.V.. 2009. *Pisum sativum* L. - Garden pea. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[Online]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.
168. Gashkova I.V.. 2009. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. - Grain sorghum Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[Online]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.
169. Gay, C., Corbineau, F. and Come, D.. 1991. Effects of temperature and oxygen on seed germination and seedling growth in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Environ. Exp. Bot. 31, 193–200.
170. Ghassemi-Golezani K, Sheikhzadeh-Mosaddegh P, Shakiba MR, Mohamadi A and Nasrollahzade S. 2011. Development of seed physiological quality in winter

- oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. *Not Bot Hort Agrobot Cluj* 39: 208-212.
171. Ghobadi M., Ghobadi M.E., Sayach S.S. 2010. Nitrogen application management in triticale under post-anthesis drought stress. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 70: 253-254
 172. Giannoulis K.D., S.V. Archontoulis, L. Bastiaans, P.C. Struik, N.G. Danalatos., 2008. Potential growth and seed yield of sunflower as affected by sowing time, irrigation and N-fertilization in central Greece. *Proceedings of the International conference on Agricultural Engineering, Crete, Greece* (p. 10)
 173. Gibson, L.R., C.D. Nance and D.L. Karlen. 2007. Winter triticale response to nitrogen fertilization when grown after corn or soybean. *Agron. J.* 99:49–58.
 174. Giunta F., Motzo R.. 2004. Sowing rate and cultivar affect total biomass and grain yield of spring triticale (% *Triticosecale* Vittmack) grown in a Mediterraneantype environment. *Field Crops Research*, 87: 179-193.
 175. Gladish, D.K. and Rost, T.L. 1993. The effects of temperature on primary root growth. *Environ. Exp. Bot.* 33: 243–258.
 176. Glasscock, H. H. and R.L. Wain. Distribution of manganese in the pea seed in relation to marsh spot. 1940. *J. Agric. Sei.* 30:132-140
 177. Goksoy, A.T., A.O. Demir, Z.M. Turan and N. Dagustu. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Agric. Water Manag.* 87:167-178.
 178. Gonçalves L.C., N. Rodriguez, L. Pereira, J. Rodrigues, I. Borges, A. Borges, E. Saliba. 2000. *Proceedings of the FAO Electronic Conference on Tropical Silage September to 15 December 1999, Rome*
 179. Gopinath K.A., Saha Supradip, Mina B.L., P. Harit, K. Narendra, Srivastva A. K., Gupta H.S. 2009. Yield potential of garden pea (*Pisum sativum* L.) varieties, and soil properties under organic and integrated nutrient management systems. *Archives of Agronomy and Soil Science* , vol. 55, no. 2, pp. 157-167
 180. Goyne P.J., Schneiter A.A.. 1987. Photoperiod influence on development in sunflower genotypes. *Agronomy Journal*, 79, 704–709.
 181. Goyne, P.J., Schneiter, A.A. Clearly, K.C., Creelman, R.A., W.D. and Wooding, 1989. Sunflower genotype response to photoperiod and temperature in field environments. *Agron. J.*, 81: 826-831.

182. Grady K.. 2000. Sunflower Production. Published by South Dakota State University.
183. Grčmam H., Trojar, T., Mihelič, R.. 2010. Novi izzivi v poljedelstvu 2010. Zbornik simpozija, Rogaška, Slatina, 2-3 December 2010 2010 pp. 83-88
184. Grisso R.B., M. Alley, D. Holsehouse, W. Thomason. 2009. Precision Farming Tools: Soil Electrical Conductivity. Virginia State University
185. Gruber, S., Pekrun, C., Möhring, J., Claupein, W., 2012. Long-term yield and weed response to conservation and stubble tillage in SW Germany. *Soil & Tillage Research* 121, 49-56.
186. Grzesiak M.T.. 2009 Impact of soil compaction on root architecture, leaf water status, gas exchange and growth of maize and triticale seedlings. *Plant Root* 3: 10-16
187. Grzesiak S., Grzesiak, M.T., Felek, W., Hura, T., Stabryla, J.,. 2002. The impact of different soil moisture and soil compaction on the growth of triticale root system. *Acta Physiologiae Plantarum* 24, 331–342
188. Gubbels, G.H. and W. Dedio, 1988. Response of sunflower hybrids to row spacing. *Canadian J. Pl. Sci.*, 68: 1125–7.
189. Gubbels, G.H. and W. Dedio. 1989. Effect of plant density and seeding dates on early and late maturing sunflower hybrids. *Can. J. Plant Sci.* 69:1251-1254.
190. Gulmezoglu N, and Aytac Z (2010) Response of grain and protein yields of triticale varieties at different levels of applied nitrogen fertilizer. *African Journal of Agricultural Research*, 5(18): 2563-2569.
191. Guo, X.W., Fernando, W.G.D., Entz, M., 2005. Effects of crop rotation and tillage on blackleg disease of canola. *Can. J. Plant Pathol.* 27, 53-57.
192. Gurmani Z.A, M. Qamar S. Shafiq and M.S. Zahid. 2006. Effect of phosphorus fertilizer application on fodder and grain yield of vetch under rainfed conditions of Pothwar region Pak. J., *Agri. Sci.*. Volume 43, Issue 1-2, Pages 17-20.
193. Gutiérrez-Ginés M.J., J. Pastor and A.J. Hernández. 2010. Effect of heavy metals from mine soils on *Avena Sativa* l and education strategies, *Fresenius Environ. Bull.*, 19, 2083-2087.
194. Guy, S.O., Cox, D.B., 2002. Reduced tillage increases residue groundcover in subsequent dry pea and winter wheat crops in Palouse region of Idaho. *Soil Till. Res.* 66, 69–77.

195. Guy, S.O., M. Moore, 2001. Winter Rapeseed Seeding Rate and Date Guide. Univercity. of Idaho, College of Agriculture. Cooperative Extension System. Agricultural Experiment Station, USA.
196. Guzman, J.G., C.B. Godsey, G.M. Pierzynski, D.A. Whitney, and R.E. Lamond. 2006. Effects of tillage and nitrogen management on soil chemical and physical properties after 23 years of continuous sorghum. *Soil Tillage Res.* 91:191-206
197. Gyeltshen, T.. 2004. Fodder oats in the Himalaya. Experiences with oats (*Avena sativa*) at temperate and high elevations in Bhutan. In J. M. Suttie and S. G. Reynolds (Eds.) *Fodder oats: a world overview*. Plant Production and Protection, 33, 93–102.
198. H. Yolcu. 2011. The Effects of some organic and chemical fertilizer applications on yield, morphology, quality and mineral content of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, Volume 16, Issue 12, Pages 197-202
199. Haldimann P. & Feller U. 2005. Growth at moderately elevated temperature alters the physiological response of the photosynthetic apparatus to heat stress in pea (*Pisum sativum* L.) leaves. *Plant, Cell and Environment* 28
200. Halvorson A.D., Black A.L., Krupinsky J.M., Merrill S.D., Tanaka D.L.. Sunflower response to tillage and nitrogen fertilization under intensive cropping in a wheat rotation. *Agron J* 1999;91:637-42.
201. Harmoney, K. R., and Thompson, C. A. 2005. Fertilizer rate and placement alters triticale forage yield and quality. Online. *Forage and Grazingland*
202. Harris, D., Hamdi, Q.A. and Terry, A.C. (1987) Germination and emergence of *Sorghum bicolor*: genotypic and environmentally induced variation in the response to temperature and depth of sowing. *Plant, Cell and Environment* 10, 501–508.
203. Harris, F. S. and Pittman, D. W., "Bulletin No. 167 - The Irrigation of Oats" (1919). UAES Bulletins.Paper 133.
204. Harry Sussan & Robin D. Graham. 1981. Tolerance of triticale, wheat and rye to copper deficiency and low and high soil pH, *Journal of Plant Nutrition*, 3:1-4, 721-730

205. Hartmann, H.T., A.M. Kofranek, V.E. Rubatzky, and W.J. Flocker. 1988. Plant science: growth, development and utilization of cultivated plants. 2nded. Prentice Hall Career and Technology, Englewood Cliffs, NJ.
206. Hatfield J.L. , Sauer T.J. , Prueger J.H. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency: a review. *Agronomy journal*. Volume 93, Issue 2. Pages 271-280.
207. Hayata, Y., Imaizumi, Y., 2000. Effect of photoperiod on flower bud development of ornamental sunflowers (*Helianthus annuus* L.) . *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 69, 708-710.
208. Hejazi, A., M. J. Bahrani, and S. A. Kazemeini. 2010. Yield and yield components of irrigated rapeseed-wheat rotation as influenced by crop residues and nitrogen levels in a reduced tillage method. *Amer. Eurass. J. Agric. Environ. Sci.* 8: 503-507.
209. Hellewell, K.B., D.D. Stuthman, A.H. Markhart, III, and J.E. Erwin. 1996. Day and night temperature effects during grain filling in oat. *Crop Sci.* 36:624–628
210. Hemmat, A., 2009. Reduction in primary tillage depth and secondary tillage intensity for irrigated canola production in a loam soil in central Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 11, 275–288.
211. Hergert G.W., Binford G.D., Blumenthal J.M., 2000. Sunflower. In *Nutrient Management for Agronomic Crops in Nebraska*, Edited by Ferguson R.B., De Groot K., Published by University of Nebraska–Lincoln
212. Hernanz J.L., R. Lopez, L. Navarrete, V. Sanchez-Giro. 2002. Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central Spain. *Soil & Tillage Research*. Volume 66, Pages 129–141
213. Hernánz, J.L., Giron, V.S. & Cerisola, C. 1995. Long term energy use and economic valuation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil and Tillage Research*. Volume 66, Pages 183-198
214. Hernanz, J.L., Sanchez-Giron, V., Navarrete, L., 2009. Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions. *Agric. Ecosyst. Environ.* 113, 114–122

215. Herrick, J.E. and T.L. Jones. 2002. A dynamic cone penetrometer for measuring soil penetration resistance. *Soil Science Society of America Journal* 66: 1320-1324.
216. Hocking P.J., Mead J.A., Good A.J., Diffey S.M.. 2003. The response of canola (*Brassica napus* L.) to tillage and fertilizer placement in contrasting environments in southern New South Wales. *Aust. J. Exp. Agric.*, 43: 1323-1335
217. Holscher D. , Moller R.F., Denich M., Folster H..1997. Nutrient input-output budget of shifting agriculture in Eastern Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Volume 47, Pages 49-57
218. Horne, D.J., Ross, C.W., Hyghes, K.A., 1992. Ten years of a maize-oats rotation under three tillage systems on a silt loam in New Zealand: I. A comparison of some soil properties. *Soil Tillage Res.* 22, 131- 143.
219. Hoveland CS, Donnelly ED (1966) Response of Vicia genotypes to flooding. *Agron J* 58, 342-345.
220. Howell, T.A., Steiner, J.L., Schneider, A.D., Evett, S.R., Tolk, J.A., 1994. Evapotranspiration of irrigated winter wheat, sorghum and corn. ASAE Paper No. 94-2081, ASAE, St. Joseph, MI
221. Hughes J., J. F. Moncrief, W. B. Voorhees, and J. B. Swan. 2001. Causes, Effects and Control. University of Minnesota.
222. Hughes, K.A., Horne, D.J., Ross, C.W., Julian, J.F., 1992. A 10-year maize-oats rotation under three tillage systems: 2. Plant population, root distribution and forage yields. *Soil Tillage Res.* 22, 145–157.
223. Hussain, A., S. Khan, D. Mohammad, M. B. Bhatti and M. U. Mufti. 1995. Yield and quality of fodder oat (*Avena sativa*) and barley (*Hordeum vulgare*) at various stages of harvesting. *Indian Journal of Agricultural Science*, 65:849-852.
224. Iannucci A., M.R. Terribile, P. Martiniello. 2008. Effects of temperature and photoperiod on flowering time of forage legumes in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*. Volume 108, Pages 156–162
225. Iriarte A, Rieradevall J, Gabarrell X.. 2011. Environmental impacts and energy demand of rapeseed as an energy crop in Chile under different fertilization and tillage practices. *Biomass Bioenergy*;35: 4305–15.
226. Ismaeil F.M. , A.O. Abusuwa2, A.M. El Naim. 2012. Influence of Chicken Manure on Growth and Yield of Forage Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.Moench). *International Journal of Agriculture and Forestry*, 2(2): 56-60

227. J. Hilty. 2012. Illinois Wildflowers. *Vicia sativa* (Common Vetch). Available at.: <http://www.illinoiswildflowers.info/>
228. Jacobs J.L., Ward G.N. 2012. Effect of intercropping forage peas (*Pisum sativum* L.) with winter wheat (*Tritium vulgare* L.) or triticale (*Triticale hexaploide* Lart.) on DM yield, nutritive characteristics when harvested at different stages of growth. *Animal Production Science* 52, 949–958.
229. Jacobsen J., G. Jackson and C. Jones. 2005. Fertilizer Guidelines for Montana Crops. Montana State University.
230. James A. Duke. 1983. Handbook of Energy Crops. Unpublished Available at: <http://www.hort.purdue.edu>
231. Janusauskaite D., S. Ciuberkis. 2010. Effect of different soil tillage and organic fertilizers on winter triticale and spring barley stem base diseases. *Crop Protection* 29, 802-807
232. Jayanthi C., P. Malarvizhi, A.K. Fazullah Khan and C. Chinnusamy. 2002. Integrated nutrient management in forage oat (*Avena sativa* L.). *Ind. J. Agron.* 47:130-133.
233. Jayasundara H.P.S. , Thomson B.D. , Tang C..1998. Responses of cool season grain legumes to soil abiotic stresses. *Advances in Agronomy*63: 77–151.
234. Jedel P.E. and Sahnon D. F. 1993. Seeding rate response of Wapiti Triticale in short season growing areas. *Can. J. Plant Sci.* 73: 65-71.
235. Jensen E.S..1986. The influence of rate and time of supply on nitrogen fixation and yield in pea (*Pisum sativum* L.). *Fertilizer Research* 10, 193–202
236. Johnson, M.E. Zarnstorff and J. F Miller. Effect of Row Spacing and Plant Population on Oil Seed Sunflower. *Proceedings of 21st Sunflower Research Workshop Dgs.* 183-192
237. Johnston A.M. , G. W. Clayton, G. P. Lafond, K. N. Harker, T. J. Hogg, E. N. Johnson, W. E. May, J. T. McConnell. 2002. Field pea seeding management. *Canadian Journal of Plant Science*, 2002, 82(4): 639-644
238. Johnston A.M. , Stevenson F. G.. 2001. Field pea response to seeding depth and P fertilization. *Canadian Journal of Plant Science*, 2001, 81:573-575
239. Jones D. and M. Kunze. 2001. Guide to Sampling Soil Compaction Using Hand-Held Soil Penetrometers. Colorado State University

240. Jones O.R., P.W. Unger, R.L. Baumhardt and B. Bean. 2013. Sorghum Tillage in the Texas High Plains. Texas A&M AgriLife Extension Service. The Texas A&M University System.
241. Jurado-Expósito, M., López-Granados, F., González-Andújar, J.L., García-Torres, L., 2005. Characterizing population growth rate of *Convolvulus arvensis* in wheat-sunflower no tillage systems. *Crop Science* 45, 2106–2112
242. Kaise D.. 2011. Sunflower. Fertilizer Recommendations for Agronomic Crops in Minnesota. University of Minnesota-Extension. Available at: <http://www.extension.umn.edu/>
243. Kaleem, S., Hassan, F., Ahmad, M., Mahmood, I., Randhawa, M.A., Khaliq, P., 2011. Effect of growing degree days on autumn planted sunflower. *Afr. J. Biotechnol.* 10 (44): 8840–8846.
244. Kanton, R.A.L., Frimpong, O., Terbobri, P., Sadik, A.S., 2000. Influence of tillage systems and seedbed types on sorghum yield and economics in northern Ghana. *Soil Till. Res.* 55, 79–85
245. Kapanigowda, M.H. and Payne, W.A. and Rooney, L.W. and Mullet, J.E. (2012) Transpiration Ratio in Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] for Increased Water-use Efficiency and Drought Tolerance. *Journal of Arid Land Studies*, 21 (2). pp. 175-178
246. Karczmarczyk S., Z. Koszanski, C. Podsiadlo and A. Kocmit. 1997. Effect of irrigation and mineral fertilization on spring cereals cultivated on a sandy soil Part I: Yield of Plants. *Romanian Agriculture Research*, No 7-8, pp 21-26
247. Karimi N.. 2013. Comparative Phytoremediation of Chromium-Contaminated Soils by Alfalfa (*Medicago sativa*) and *Sorghum bicolor* (L) Moench. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 1, (3): 44-49
248. Karimkahni N., A. Golchin, A. Khanmirzaei. 2012. Cadmium and zinc accumulation in Triticale plant (*Triticosecale*) in Cadmium polluted soil amended with organic matter. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. Vol., 2 (S), 985-990
249. Keatinge J.D.H., Aiming Qi, T.R. Wheeler, R.H. Ellis, R.J. Summerfield. 1998. Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and green manure crops for hillside farming systems. *Field Crops Research* .Volume 57. Pages 139–152

250. Kelley J.. undated. Growth and Development. In Grain Sorghum Production Handbook. Published by Cooperative Extension Service/ University of Arkansas, pp 74
251. Kershaw M.T.. 1998. Canola. Ethnobotanical leaflets. Southern Illinois University.
252. Kęsik T., Konopiński M., Błażewicz-Woźniak M..2000. Weed infestation and yield of onion and carrot under no-tillage cultivation using four cover crops. XIth International Conf. on Weed Biology, Dijon – France, 6-8 Septembre, Pages 437-444
253. Khalid K., Khan K.S., Yousaf M., Shabbir G., and Subhani A., 2009. Effect of sulphur fertilization on rapeseed and plant available sulphur in soils of pothwar, Pakistan. *Sarhad J. Agri.*, 25: 66-71
254. Khalifa, F.M., A.A. Schneiter and E.I. Eltayeb. 2000. Temperature-germination responses of sunflower (*Helianthus annuus*.L) genotypes. *HELIA*, 23: 97-104.
255. Khaliq A., Cheema Z.A.. 2005. Effect of Irrigation Regimes on Some Agronomic Traits and Yield of Different Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Hybrids. *Int. J. Agri. Biol.*, Vol. 7, No.5, Pages 920-26
256. Khan H.Z, M.A. Malik, M.F. Saleem and I. Aziz. 2004. Effect of different potassium fertilization levels on growth, seed yield and oil contents of canola (*Brassica napus* L.). *Int. J. Agri. Biol.* 3: 557–559.
257. Khosla R., T.M. Shaver¹ and D.G. Westfall.2010.Nitrogen and Water Management across Site-Specific Management Zones using Active Remote Sensing. 10th International Conference on Precision Agriculture. 18-21 July. Denver, USA
258. Kilcer T., J. Cherney, K. Czymmek, Q. Ketterings. 2010. Winter Triticale Forage. Agronomy Fact Sheet Series. Fact Sheet 56. Cornell University Cooperative Extension.
259. Kilcer T.. Undated. High Yielding Winter Triticale- Local research demonstrates a profitable alternative for area farms. Cornell University Cooperative Extension
260. King, J.R. and Kondra, Z.P., 1986. Photoperiod response of spring oilseed rape (*Brassica napus* L. and *B. campestris* L.) *Field Crops Res.*, 13: 367-373.

261. Kirchev H., Al. Matev, V. Delibaltova, At. Sevov. 2010. Phenological Development Of Triticale (X Triticosecale Wittmack) Varieties Depending On The Climatic Conditions In Plovdiv Region. BALWOIS 2010. Ohrid, Republic of Macedonia. 25, 29 May 2010
262. Klikocka H., B.Narolski, O. Klikocka, A. Głowacka, D. Juszczak, J. Onuch, R.Gaj, G. Michalkiewicz, M. Cybulska, S. Stepaniuk. 2012. The Effect of Soil Tillage and Nitrogen Fertilization on Microbiological Parameters of Soil on which Spring Triticale is Grown. *Pol. J. Environ. Stud.* 21(6): 1675-1685
263. Klinck, H.R. & S.L., Sim, 1977. Influence of temperature and photoperiod on growth and yield components in oats (*Avena sativa* L.). *Can. J. Bot.* 55: 96–106
264. Knapowski T., Ralcewicz M., Barczak B., Kozera W. 2009. The effect of fertilization with nitrogen and zinc on the bread-making quality of spring triticale cultivated in the Noteć Valley. *Pol. J. Environ. Stud.* 18: 227–233.
265. Knight, J.D., Livingston, N.J., Kessel, C.. 1994. Carbon isotope discrimination and water-use efficiency of six crops grown under wet and dryland conditions.- *Plant Cell Environ.* 17: 173–179
266. Koller, H. R. & J. M., Scholl. 1968. Effect of row spacing and seeding rate on forage production and chemical composition of two sorghum cultivars harvested at two cutting frequencies. *Agron. J.* 60: 456–459.
267. Kondra Z.P., Campbell D.C., King J.R.. 1983. Temperature effects on germination of rapeseed (*Brassica napus* L. and *B. campestris* L.). *Canadian Journal of Plant Science.* 63, pp. 1063-1065.
268. Konopiński M.. 2008. The effect of different soil and plant cultivation methods on yield and chemical composition of scorzonera roots. *Vegetable Crops Res. Bull.* Volume 68, Pages 101–110
269. Kovacev I., Kosutic S., Filipovic D., Pospisil M., Gospodaric Z.. 2008. Maize and sunflower production in Posavina, Croatia influenced by different soil tillage systems. *Lucrări Științifice - vol. 53, Nr. 1/2010, seria Agronomie*
270. Krall J.M., S.D. Miller, J.T. Cecil, C. Bastian, T. Foulke, D.D. Baltensperger, B.M. Harveson, P.A. Burgener, G.W. Hergert, G.L. Hein, D.J. Lyon, T. Nleya, J. Rickertsen, S. Blodgett. 2006. Pea Production in the High Plains. South Dakota State University Extension & University of Wyoming & University of Nebraska–Lincoln.

271. Kulhari, P.S. and Chaudhary, L. and Lakshyadeep. 2008. Association studies for salinity tolerance in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Journal of Plant Genetic Resource*, 21 (1). pp. 81-84.
272. Kumar A., Sharma P.C., Batra L.. 2006. Effect of alkali water irrigation and gypsum doses on yield and chemical composition of oat (*Avena sativa*) varieties in an alkali soil. *Indian Journal of Agronomy*, Vol. 51, Is. 1, pp 70-72
273. Kumar A., Singh D.P., Singh P., 1994. Influence of water stress on photosynthesis, transpiration, water use efficiency and yield of *Brassica juncea* L. *Field Crops Research* 37, 95–101.
274. Kumar D., Rakesh S., Gangaiah B..2006. Influence of seed size and seed rate on seed yield of forage oats (*Avena sativa*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, Vol 76, No 3, pp. 154-156
275. Kutcher, H. R., and Malhi, S. S. 2010. Residue burning and tillage effects on diseases and yield of barley (*Hordeum vulgare*) and canola (*Brassica napus*). *Soil and Tillage Research* 109:153-160.
276. ΚΕΣΠΥ (ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΑΔΙΚΗ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΤΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ). Στοιχεία για Φυτά. Available at: <http://www.kespy.gr>
277. Laddha, K.C., Totawat, K.L., 1997. Effects of deep tillage under rainfed agriculture on production of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) intercropped with green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) in western India. *Soil Tillage Res.* 43, 241–250.
278. Laine, P., A. Ourry and J. Bouchard, 1995. Effects of low temperature on nitrate uptake and xylem and phloem flows of nitrogen, in *Secale cereale* L. and *Brassica napus* L. *New Phytol.*, 127: 675-683.
279. Lamol R. and Vigil M. . 1999. Nutrient Management. In *High Plains Sunflower Production Handbook*. Published by Colorado State University & Kansas State University & University of Nebraska & University of Wyoming.
280. Larter E.N., Gustafson J.P.. 1980. Triticale. *American Society of Agronomy-Crop Science Society of America*
281. Lauriault L. 2009. Sorghum Bicolor Hay Options for Limited Irrigation and Rainfed Conditions In Semiarid Subtropical Regions. ASA-CSSA-SSSA. International Annual Meeting (November 1-5, 2009). *Footprints in the Landscape: Sustainability though Plant and Soil Sciences*. Pittsburgh

282. Lehmann J., Feilner T., Gebauer G., Zech W.. 1999. Nitrogen uptake of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) from tree mulch and mineral fertilizer under high leaching conditions estimated by nitrogen-15 enrichment. *Biol Fertil Soils* 30:90–95
283. Leitch, I. 1916. Some experiments on the influence of temperature on the rate of growth in *Pisum sativum*. *Ann. Bot.* XXX. p. 25-46.
284. Lestingi A., Bovera F., Giorgio D., Ventrella D., Tateo A.. 2010. Effects of tillage and nitrogen fertilization on triticale grain yield, chemical composition and nutritive value. *J. Sci. Food Agric.* 90: 2440-2446.
285. Lewis, D. C., Potter, T. D. and Weckert, S. E. 1991. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer applications on the seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown on sandy soils and the prediction of phosphorus and potassium responses by soil tests. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 28: 185–190.
286. Li, C., Kang, S., Zhang, Q., Kaspari, S., 2007. Major ionic composition of precipitation in the Nam Co region, Central Tibetan Plateau. *Atmos. Res.* 85, 351–360.
287. Licht, M.A., Al-Kaisi, M., 2005. Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. *Soil Tillage Res.* 80, 233–249.
288. Lithourgidis A.S., Vlachostergios D.N. and Dordas C.A.. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*, 34, 287–294.
289. Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dhima, K.V., Dordas, C.A., Yiakoulaki, M.D., 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Res.* 99, 106–113.
290. Lloveras J., P. Santiveri, A. Vendrell, D. Torrent and A. Ballesta. 2004. Varieties of vetch (*Vicia sativa* L.) for forage and grain production in Mediterranean areas. *Rangeland and pasture rehabilitation in Mediterranean areas*, Ferchichi, Zaragoza (Spain): CIHEAM-Institut Agronomique Méditerranéen. Volume 62, Pages 103-106
291. Locke, M.A., Hons, F.M., 1988. Effect of N rate and tillage on yield, N accumulation and leaf N concentration of grain sorghum. *Soil Tillage Res.* 12, 223–233.
292. Loha G., Mazengia W., Hidoto L., 2007. Effect of varieties and seeding rates on grain yield of triticale (*Triticosecale wittmark*) in different agro-ecologies of

- Southern Ethiopia. 8th African Crop Science Society Conference, El-Minia, Egypt, 27-31 October 2007 2007 pp. 41-44
293. Lopez-Garrido R., E. Madejon, M. Leon-Camacho, I. Giron, F. Moreno, J.M. Murillo. 2014. Reduced tillage as an alternative to no-tillage under Mediterranean conditions: A case study. *Soil & Tillage Research* 140, 40–47
 294. MacDuff JH, Hopper MJ, Wild A. 1987. The effect of root temperature on growth and uptake of ammonium and nitrate by *Brassica napus* L. cv. Bien venu in flowing solution culture. *Journal of Experimental Botany* 38: 53-66
 295. Mahmood, A., Ullah, H., Ijaz, M., Javaid, M.M., Shahzad, A.N., Honermeier, B., 2013. Evaluation of sorghum hybrids for biomass and biogas production. *Aust. J. Crop Sci.* 7, 1456–1462
 296. Mailer, R.J. and P.S. Cornish, 1987. Effects of water stress on glucosinolate and oil contents in the rape (*Brassica napus* L.) and turnip rape (*B. rapa* L.). *Aust. J. Exp. Agric.*, 27: 707-711.
 297. Maiorana M., Montemurro F., Convertini G., Ferri D.. 2004. Soil tillage depths and crops organic fertilisation: effects on productive parameters of sunflower and durum wheat in Mediterranean environment, in ISCO 2004 - 13th International Soil Conservation Organisation Conference, Brisbane, July 2004
 298. Major DJ. 1980. Photoperiod response characteristics controlling flowering of nine crop species. *Canadian Journal of Plant Science* 60: 777-784
 299. Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Dobrzeniecki T.. 2009. Effect of tillage systems on health status of winter triticale. *Progress in Plant Protection*. 49 (4): 1758-1761
 300. Malhi, S.S., Lemke, R.L., 2007. Tillage, crop residue and N fertilizer effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality and nitrous oxide gas emissions in a second 4-yr rotation cycle. *Soil Till. Res.* 96, 269–283.
 301. Malhi, S.S., Lemke, R.L., Wang, Z., Chhabra, B., 2006. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. *Soil Till. Res.* 90, 171–183.
 302. Mani D., Sharma B., Kumar C., Pathak N., Balak S.. 2012. Phytoremediation potential of *Helianthus annuus* L. in sewage-irrigated Indo-Gangetic alluvial soils. *Int J Phytoremediat* 14(3):235–246

303. Mao Z., H. Fu, C. Wan. 2012. Effect of temperature on fatty acid content in *Vicia sativa*. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. Volume 7, Issue 2, pp 133-135
304. Marchiol L., G. Fellet, D. Perosa, P. Zaccheo, G. Zerbi. 2010. Phytoremediation of soils polluted by heavy metals and metalloids using crops: (ii) early results from the in situ experiment of torviscosa (udine). *Italian Journal of Agronomy*, 3, (2): 15-29
305. Marino, M.A., Mazzanti, A., Assuero, S.G., Gastal, F., Echeverria, H.E., Andrade, F.. 2004. Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. *Agron. J.* 96, 601–607
306. Marshall H. G., Kolb F. L., & Roth G. W.. 1987. Effects of nitrogen fertilizer rate, seeding rate, and row spacing on semidwarf and conventional height spring oat. *Crop Sci.*, 27, 572-575.
307. Marshall, G.C. and H.W. Ohm.. 1987. Yield responses of 16 winter wheat cultivars to row spacing and seeding rate. *Agron. J.*, 79: 1027-1030.
308. Martin R.J., Jamieson PD, Gillespie RN and Maley S (2001). Effect of timing and intensity of drought on the yield of Oats (*Avena sativa* L.). *Proceedings 10th Australian Agronomy Conference*, Hobart.
309. Martin R.J., S.M. Sinton, P.D. Jamieson and M. Sônego. 1998. The effect of daylength on final leaf number in Drummond oats 1. *Australian Agronomical Conference (IX), Proceedings*
310. Martin, R.J., Sinton, S.M., Jamieson, P.D., Sonogo, M. (1998) The effect of temperature on leaf appearance rate in drummond oats. *Australian Agronomical Conference (IX), Proceedings*, 534-544
311. Martiniello P. and A. Ciolia, 1995. Dry Matter and Seed Yield of Mediterranean Annual Legume Species. *Agronomy Journal*. Volume 87, Issue 5, Pages 985-993
312. Martyniak L.. 2002. Water use in spring triticale cultivars depending upon the growth stage. *Proceedings of the 5th International Triticale Symposium*, Radzików, Poland, 30 June - 5 July, 2002. Volume II: poster presentations 2002 pp. 209-211
313. Mas, M.T., Verdu, A.M.C., 2003. Tillage system effects on weed communities in a 4-year crop rotation under mediterranean dryland conditions. *Soil Till. Res.* 74, 15–24.

314. Mashhday A .S., Sayed H. I., Heakal M .S.. 1982. Effect of soil salinity and water stresses on growth and content of nitro gen, chloride and phosphate of w heat and tritcale. *Plant and Soil*, 68: 207-216
315. Mask, P.L., Riessen, H.W., Ball, D., 1994. *Production Guide for Oats*. Alabama Cooperative Extension System.
316. Masu S., B. Lixandru, C. Bogatu. 2007. Zinc extraction from polluted soils by using zeolite and Vicia Sativa plant”, *Proceedings of the 3rd International Conference Lyfe Cycle Management*. Swiss federal Institute of Technology. Zurich, Swiss. pp. 111
317. Matocha, J.E. 1990. No-till and reduced tillage production of grain sorghum under dryland conditions. *North Carolina State University Special Bulletin 90-I of the Proceedings of Conservation Tillage Conference*, Raleigh North Carolina USA 77-80.
318. Matowo, P.R., Pierzynski, G.M., Whitney, D., and Lamond, R.E. 1999. Soil chemical properties as influenced by tillage and nitrogen source, placement, and rates after 10 years of continuous sorghum. *Soil Till. Res.* 50:11-19
319. Mayers R.L., Minor H.C.. 1993. *Sunflower: An American Native*. University of Missouri- Extension. Available at: <http://extension.missouri.edu/p/G4290>
320. Mazzoncini, M., Sapkota, T.B., Bårberi, P., Antichi, D., Risaliti, R., 2011. Long-term effect of tillage, nitrogen fertilization and cover crops on soil organic carbon and total nitrogen content. *Soil and Tillage Research* 114, 165–174
321. McCuistion, K.C., B. Bean, and F.T. McCollum. 2009. Yield and water use efficiency response to irrigation level of brown midrib, non-brown midrib, and photoperiod sensitive forage sorghum cultivars. *Forage and Grazinglands*. 8 (1)
322. McGrath S P and Zhao F J 1996 Sulphur uptake, yield responses and the interactions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus*). *J. Agric. Sci.* 126, 53–62.
323. McIntyre G. I.. 1971. Water Stress and Apical Dominance in *Pisum sativum*. *Nat. New Biol.* 230, 87–88.
324. McKenzie, R.H., E. Bremer, A.B. Middleton, P.G. Pfiffner, R.F. Dunn, B.L. Beres. 2007. Efficacy of high seeding rates to increase grain yield of winter wheat and winter tritcale in southern Alberta. *Can. J Plant Sci.* 87:503–50

325. Meki, M.N., Snider, J.L., Kiniry, J.R., Raper, R.L., Rocateli, A.C., 2013. Energy sorghum biomass harvest thresholds and tillage effects on soil organic carbon and bulk density. *Ind. Crops Prod.* 43, 172–182.
326. Mendez J.V..1996. Comparison of photoperiod-sensitive and photoperiod-insensitive oat genotype. Master of Science. McGill University
327. Meo, A.A. 1999. Influence of fertilizer and water stress on leaf area of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pak. J. Agri. Sci.* 36(1-2): 60-62.
328. Mergoum, M., Gómez-Macpherson, H.. 2004. Triticale improvement and production. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome.
329. Metwally A, Safronova VI, Belimov AA, Dietz KJ (2004) Genotypic variation of the response to cadmium toxicity in *Pisum sativum* L. *J. Exp. Bot.* 56:167-178
330. Miao Y. 2011. Sensing Technology- based/ Precision Nitrogen Management. *Agri-Sensing 2011: International Symposium of Sensing in Agriculture*. Feb 21-24. Israel Institute of Technology, Haifa, Israel
331. Mihailovic V., Mikic A., Kobijki B., Cupina B., Antanasovic S., Krstic, D. and Katanski, S.. 2011. Intercropping pea with eight cereals for forage production. *Pisum Genetics*. 43: 33-35
332. Milgate A.. 2008. Irrigated winter cereal trials achieve 10 t/ha. *IREC Farmers' Newsletter*, No. 178, pp 7-10
333. Miller FR, Barnes DK, Cruzado HJ, 1968. Effect of tropical photoperiods on the growth of sorghum when grown in 12 monthly plantings. *Crop Science* 8, 499-502.
334. Miller, R.E., J. Hazard, and J. Howes. 2001. Precision, Accuracy, and Efficiency of Four Tools for Measuring Soil Bulk Density or Strength. *USDA Forest Service Pacific Northwest Research Station Gen. Tech Report PNW-RP-532*, April 2001.
335. Mirleau-Thebaud V., J.D. Scheiner, J. Dayd. 2011. Influence of soil tillage and *Phoma macdonaldii* on sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield and oil quality. *FYTON* . 80: 203-210
336. Mirshekali, H., Hadi, H., Amirnia, R., Hodaverdiloo, H., 2012. Effect of zinc toxicity on plant productivity, chlorophyll and Zn contents of sorghum (*Sorghum bicolor*) and common lambsquarter (*Chenopodium album*). *Int. J. Agric.: Res. Rev.* 2 (3), 247–254

337. Mishra A., K. Prasad and Geeta Rai, 2010. Effect of Bio-fertilizer Inoculations on Growth and Yield of Dwarf Field Pea (*Pisum sativum* L.) in Conjunction with Different Doses of Chemical Fertilizers. *Journal of Agronomy*, 9: 163-168
338. Mohamedin, A.A.M, A.A. Abd El-Kader and Nadia M. Badran. 2006. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to plants salts stress under differwnt water table depths. *J. Applied Sci.*, 2(12): 1175-1184.
339. Mohammad, W., S. M. Shah, S. Shehzadi, S. A. Shah and H. Nawaz. 2006. Wheat and oat yields and water use efficiency as influenced by tillage under rainfed condition. *Soil Environ.* 25 (1): 48-54.
340. Mohr, R. M., Grant, C. A., May, W. E. and Stevenson, F. C.. 2007. The influence of nitrogen, phosphorus and potash fertilizer application on oat yield and quality. *Can. J. Soil Sci.* 87: 459-468
341. Moinuddin, S. and M.M.R.K. Afridi, 1997. Grain yield and quality of triticals as affected by progressive application rates of nitrogen and phosphorus fertilizer. *J. Plant Nutrition*: 593-601.
342. Moitra, R., Ghosh, D., Sarkar, S., 1996. Water use pattern and productivity of rainfed yellow sarson (*Brassica rapa* L.var *glauca*) in relation to tillage and mulching. *Soil Till. Res.* 38, 153–160.
343. Moraghan J., Grafton K.. 2000. Marsh spot' in cranberry bean seed. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. Bean Improvement Cooperative. 43:9-10
344. Morant-Manceau, A., E. Pradier and G. Tremblin. 2004. Osmotic adjustment, gas exchange and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticales and its parental species under salt stress. *J. Plant Physiol.*, 161: 25-33.
345. Morgan, C.L.S., Norman, J.M.,Wolkowski, R.P., Lowery, B., Morgan, G.D., Schuler, R., 2000. Two approaches to mapping plant available water: EM-38 measurements and inverse yield modeling. In: Roberts, P.C., Rust, R.H., Larson, W.E. (Eds.), *Proceedings of the Fifth International Conference on Precision Agriculture (CD-ROM)*, Minneapolis, July 16–19, 2000. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA, p. 14.
346. Moroke, T.S., Schwarz, R.C., Brown, K.W., Juo, A.S.R., 2011. Water use efficiency of dryland cowpea, sorghum and sunflower under reduced tillage. *Soil and Tillage Research* 112, 76–84

347. Morrison M.J., McVetty P.B.E., Scarth R. (1990): Effect of row spacing and seeding rates on summer rape in Southern Manitoba. *Can. J. Plant Sci.*, 70: 127–137
348. Mostafa GG, Abo-Baker BAM (2010). Effect of bio- and chemical fertilization on growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at South Valley area. *Asian J. Crop Sci.* 2: 137-146.
349. Motavalli, P.P., W.E. Stevens and G. Hartwig, 2003. Remediation of subsoil compaction effects on corn N availability by deep tillage and application of poultry manure in a sandy-textured soil. *Soil and Tillage Res.*, 71: 121–31
350. Mukhtar, S., H.N. Bhatti, M. Khalid, M. Anwar-ul-Haq and S.M. Shahzad. 2010. Potential of sunflower (*Helianthus annuus* L.) for phytoremediation of nickel (Ni) and lead Pb) contaminated water. *Pak. J. Bot.*, 42: 4017-4026
351. Mull Farms Pawnee Rock. 1991. Triticale Management Suggestions. Available at: <http://www.sharpseed.com/>
352. Munir M.A.. 2007. Nutritional Management Studies on Spring Planted Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Thesis (PhD). Faculty of Agronomy/ University of Agriculture Faisalabad
353. Munzur M, H. Kabakcy, A. Tan. 1995. Effects of Different Row Spacing and Seeding Density on Hay and Grain Yields of Hungarian Vetch under Rainfed Conditions of Central Anatolia. *Reunion du Groupe de Travail Mediterranee du Reseau Interregional FAO/CIHEAM de Recherche et Developpement sur les Paturages et les Cultures Fourrageres*, Avignon (France), 29 May - 2 Jun 1995. Volume 12. Pages 1022-1379
354. Mupangwa, W., Twomlow, S. and Walker, S.. 2012. Reduced tillage, mulching and rotational effects on maize (*Zea mays* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* (Walp) L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. (Moench)) yields under semi-arid conditions, *Field Crops Research* 132, 139–148.
355. Murdock L. and James J.. 2008. Compaction, tillage method and subsoiling effects on crop production. University of Kentucky- Cooperative Extension Service.
356. Murdock L. and James J.. 2008. Compaction, tillage method and subsoiling effects on crop production. University of Kentucky- Cooperative Extension Service.

357. Murillo, J.M., Moreno, F., Pelegrin, F., Fernandez, J.E., 1998. Responses of sunflower to traditional and conservation tillage under rainfed conditions in southern Spain. *Soil Till. Res.* 49, 233–241
358. Murray G.A., D. Eser, L.V. Gusta, G. Eteve. 1988. Winter – hardiness in pea, lentil, faba bean and chickpea. In Summerfield R.J. (ed.) *World crops: cool season food legumes*. Pp. 831-843. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
359. Mut Z., I. Sezer and A.Gulumser. 2005. Effect of Different Sowing Rates and Nitrogen Levels on Grain Yield, Yield Components and Some Quality Traits of Triticale. *Asian Journal of Plant Sciences*, 4: 533-539.
360. Mwale, S. S., Azam-Ali, S. N., Clark, J. A., Bradley, R. G. and Chatha, M. R.. 1994. Effect of temperature on the germination of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Seed Sci. Technol.*, 22, 565–571.
361. Mzezewa, J., Gwata, E.T., Van Rensburg, L.D., 2011. Yield and seasonal water productivity of sunflower as affected by tillage and cropping systems under dryland conditions in the Limpopo Province of South Africa. *Agricultural Water Management* 98, 1641–1648
362. Naeem F., Malik K.A., Hafeez F.Y.. 2008. *Pisum sativum*–*Rhizobium* interactions under different environmental stresses. *Pak J Bot* 40:2601–2612
363. Naim A.M.E., M. A. M. Baldu and M. M.B. Zaied. 2012. Effect of Tillage Depth and Pattern on Growth and Yield of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) under Rain-fed. *J Nov . Appl Sci.*, 1 (3): 68-73
364. Namvar A., T. Khandan1 and M. Shojaei. 2012. Effects of Bio and Chemical Nitrogen Fertilizer on Grain and Oil Yield of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) under Different Rates of Plant Density. *Annals of Biological Research*, 2012, 3 (2):1125-1131
365. Nawaz K, Talat A, Hussain K, Majeed A (2010) Induction of salt tolerance in two cultivars of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) by exogenous application of proline at seedling stage. *World Applied Sciences Journal* 10: 93-99.
366. Nefir P., Tabără V.. 2012. Research on the relationship variety fertilization on production of triticale (*Triticosecale* Wittmack) under the Răcășdi. *Research Journal of Agricultural Science*, Vol. 44, No. 1 pp. 121
367. Netto A.O., J. D. Rodrigues, E. A. Bastos, E. O. Ono. 1995. Growth of pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to different soil water potentials: physiological indexes. *Scientia Agricola* Vol 52, No 3, Pages 521-527

368. Neumann, A., Schmidtke, K., Rauber, R., 2007. Effects of crop density and tillage system on grain yield and N uptake from soil and atmosphere of sole and intercropped pea and oat. *Field Crops Res.* 100, 285–293.
369. Newman Y., J. Erickson, W. Vermerris, and D. Wrigh. 2010. Forage Sorghum (*Sorghum bicolor*): Overview and Management. University of Florida Extension.
370. Nielsen, D. C..2001. Production Functions for Chickpea, Field Pea, and Lentil in the Central Great Plains. *Agron. J.* 93: 563–569
371. Nielsen, D.C., Vigil, M.F., Benjamin, J.G., 2006. Forage yield response to water use for dryland corn, millet, and triticale in the central Great Plains. *Agron. J.* 98, 992–998.
372. Norcio, N.V. 1976: The effect of high temperatures and moisture stress on photosynthetic and respiration rate of grain sorghum. Ph.D.Thesis. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska. USA. 196p.
373. Norlyn J.D. & Epstein E. 1984. Variability in salt tolerance of four Triticale line at germination and emergence. *Crop Sci.* 24: 109–1092
374. North Dakota State University. 2009. Sunflower Frost Tolerance. Pro Crop 2009. NDSU Extension Service.
375. North Dakota State University. 2009. Sunflower Seeding Depth. Pro Crop 2009. NDSU Extension Service.
376. Noworolnik K.. 2009. Effect of some soil properties on yielding of winter triticale and winter rye. *Acta Agrophysica*, Vol. 14, No 1, pp. 155-166
377. Nunez B., Hoogenboom A.G., Nesmith D.S. 2005. Drought stress and the distribution of vegetative and reproductive traits of a bean cultivar. *Scientia Agric.* 62: 18-22
378. Nuttal W. F, Button R. G. 1990. The effect of deep banding N and P fertilizer on the yield of canola (*Brassica napus* L.) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Can. J. Soil Sci.* 70:629-639.
379. Oelke E.A. , E.S. Oplinger, and M.A. Brinkman. 1989. Triticale. *Alternative Field Crops Manual*, University of Wisconsin Cooperative Extension Service, University of Minnesota Extension Service, Center for Alternative Plant & Animal Products.
380. Ogunlela V.B. and Yusuf Y.. 1988. Yield and growth response to potassium of grain sorghum as influenced by variety in a savanna soil of Nigeria. *Fert Res* 16: 217–226

381. Ogunlela, V. B.. 1980. Physiological and agronomic response of a grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) hybrid to elevated night temperatures. Dissertation Abstracts International, 40 (11): 5099-5100
382. Ohio Certified Seed. 2009. Fall directory for (Wheat, Barley, Rye, Spelt and Triticale). Ohio Seed Improvement Association
383. Okçu G., Kaya M.D., Atak M., 2005 - Effect of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turk j Agric For 29: 237-242.
384. Olszyk D.M., Tibbitts T.W.. 1981. Stomatal response and leaf injury of *Pisum sativum* L. with SO₂ and O₃ exposures. I. Influence of pollutant level and leaf maturity. Plant Physiol 67:539-544
385. Olufayo, A., Blady, C., Some, L., Traore, I., 1994. Tillage effects on grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Monech) development and plant water status in Burkina faso. Soil Till. Res. 32, 105–116.
386. Omer, A., Elamin, M., 1997. Effect of tillage and contour diking on sorghum establishment and yield on sandy clay soil in Sudan. Soil Tillage Res. 43 (3-4), 231-242
387. Omid H, Tahmasebi Z, Naghdi Badi HA, Torabi H, Miransari M.. 2010. Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.), as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. C R Biol. 333(3):248-54
388. Omid H., Z. Tahmasebi, H. Torabi, M. Miransari. 2008. Soil enzymatic activities and available P and Zn as affected by tillage practices, canola (*Brassica napus* L.)cultivars and planting dates, Eur. J. Soil Biol. 44: 443-450
389. OMOFRA. 2009. Agronomy Guide for Field Crops. Chapter 6: Spring and Winter Canola: Tillage. Publication 811. Pp 306.Ontario.
390. Opitz von Boberfeld W., E. Beckmann, H. Laser. 2006. Forage characteristics of *Vicia sativa* L. and *Trifolium resupinatum* L. in catch crop systems under Central European conditions. Plant Soil Environ., Volume 51, Issue 3, Pages 131-136
391. Ordóñez-Fernández, R., González Fernández, P., Giraldez Cervera, J.V., Perea Torres, F., 2007. Soil properties and crop yields after 21 years of direct drilling trials in southern Spain. Soil Till. Res. 94, 47–54
392. Orellana R.G.. 1975. Photoperiod influence on the susceptibility of sunflower to *Sclerotinia* stalk rot. Phytopathology 65: 1293–1298

393. Ouédraogo, E., Mando, A., Brussaard, L., Stroosnijder, L., 2007. Tillage and fertility management effects on soil organic matter and sorghum yield in semi-arid West Africa. *Soil & Tillage Research* 94, 64–74.
394. Ozpinar S. and A.Ozpinar. 2011. Influence of Tillage and Crop Rotation Systems on Economy and Weed Density in a Semi-arid Region. *J. Agr. Sci. Tech.*. Volume 13, Pages 769-784
395. Ozpinar S., H. Baytekin. 2006. Effects of tillage on biomass, roots, N-accumulation of vetch (*Vicia sativa* L.) on a clay loam soil in semi-arid conditions. *Field Crops Research* . Volume 96, Pages 235–242
396. Ozturk M., Szaniawski R.K.. 1981. Root temperature stress and proline content in leaves and roots of two ecologically different plant species. *Z Pflanzenphysiol* 102: 375–377
397. Öztürk Ö.. 2010. Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*, Vol. 70, pp. 132-141.
398. P. Woomer, P. W. Singleton and B. B. Bohlool. 1988. Ecological Indicators of Native Rhizobia in Tropical Soils. *Appl. Environ. Microbiol.* Volume 54, Issue 5. Page 1112.
399. Päivöke AEA (2003) Responses of *Pisum sativum* to soil arsenate, lead, and zinc: A greenhouse study of mineral elements, phytase activity, ATP and chlorophylls. Academic dissertation, Faculty of Science, University of Helsinki
400. Pal, U.R., Upadhyay, U.C., Singh, S.P., and Umrani, N.K. 1982. Mineral nutrition and fertiliser response of grain sorghum in India—A review over the last 25 years. *Fertiliser Research* 3:141-159.
401. Papastylianou I. and S.K.A Danso. 1991. Nitrogen fixation and transfer in vetch and vetch-oats mixtures. *Soil Biology and Biochemistry*. Volume 23, Issue 5, 1991, Pages 447–452
402. Papastylianou I.. 1995. Effect of rainfall and temperature on yield of *Vicia sativa* under rainfed Mediterranean conditions. *Crass and Forage Science* .Volume 50, Pages 456-460
403. Parylak D.. 2000. Productivity of winter triticale under temporary water deficiency in soil. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura* 2000 No. 82 pp. 209-214

404. Patil, S.L. and M. N. Sheelavantar. 2006. Soil water conservation and yield of winter sorghum as influenced by tillage, organic materials and nitrogen fertilizer in semi-arid tropical India. *Soil and Tillage Res.*, 89: 246-257
405. Patil, S.L., 2013. Winter sorghum (*Sorghum bicolor*) productivity as influenced by tillage practices and nitrogen management in Vertisols of SAT, India. *Soil and Tillage Research* 126, 183-192.
406. Pavek, P.L.S. 2012. Plant fact sheet for pea (*Pisum sativum* L.). USDA-Natural Resources Conservation Service, Pullman, WA
407. Peacock, J.M., 1982. Response and tolerances of sorghum to temperature stress. In: *Sorghum in The Eighties. A Symposium*, 1--7 Nov. 1981. Hyderabad, pp. 143--159.
408. Peltonen-Sainio, P. and Järvinen, P. 1994. Effects of Seeding Rate on Growth Duration and Accumulation and Partitioning of Dry matter in Oats. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 173: 145–159.
409. Pennington D.. 2011. Photoperiod sensitive sorghum is a high-yielding annual crop that shows potential for ethanol production. Michigan State University Extension.
410. PennState University. 2004. Avoiding Soil Compaction. Produced by Information and Communication Technologies in the College of Agricultural Sciences. Pennsylvania State University.
411. PennState University. 2004. Effects of Soil Compaction. Produced by Information and Communication Technologies in the College of Agricultural Sciences. Pennsylvania State University.
412. Pereira-Crespo S., Fernández-Lorenzo B., Valladares J., González-Arráez A., Flores G. Effects of seeding rates and harvest date on forage yield and nutritive value of pea- triticale intercropping. 2010. In: Porqueddu C. (ed.), Ríos S. (ed.). *The contributions of grasslands to the conservation of Mediterranean biodiversity*. Zaragoza : CIHEAM / CIBIO / FAO / SEEP, p. 215-218
413. Pereira-Crespo S., Fernández-Lorenzo B., Valladares J., González-Arráez A., Flores G.. 2010. Effects of seeding rates and harvest date on forage yield and nutritive value of pea-triticale intercropping. In Porqueddu C. (ed.), Ríos S. (ed.) . *The contributions of grasslands to the conservation of Mediterranean biodiversity* . Zaragoza: CIHEAM-IAMZ/CIBIO/FAO/SEEP, 2010. p. 215-218

414. Perez, J. E. R., M. S. Juan, M. L. Gabriela, M. A. Rafael and S. C. Jaime. 2007. Wheat (*Triticum aestivum* L.) and triticale (*X Triticosecale* Witt.) germination under moisture stress induced by polyethylene glycol. *Afri. Crop Sci. Conference Proceedings*. 8: 27-32.
415. Perry, E. M., Fitzgerald, G. J., Poole, N., Craig, S., Whitlock, A.. 2012. Ndvi from Active Optical Sensors as a Measure of Canopy Cover and Biomass. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XXXIX-B8, 2012, pp.317-319
416. Pholsen, S. and A. Suksri. 2007. Effects of phosphorus and potassium on growth, yield and fodder quality of IS 23585 Forage sorghum cultivar (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pak. J. Biolo. Scie.* 10(10):1604-10.
417. Pivec, J.; Brant, V. & Bečka, D. 2009. The influence of weather conditions on the sap flow of *Brassica napus* L. during the fructification and maturation stages. *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 28, No. 1, pp. 43–51
418. Polowick, P. L., and V. K. Sawhney, 1988: High temperature induced male and female sterility in canola (*Brassica napus* L.). *Ann. Bot.* 62, 83–86
419. Popa F., Berara C.. 1990. Preliminary results on the influence of sowing rate on yields of sunflowers grown on slightly saline soils in the Brăila area. *Probleme de Agrofitotehnie Teoretică și Aplicată*, Vol. 12 No. 2 pp. 133-138
420. Potter T.D., Kay J.R., Ludwig I.R., B.M. Frischke. 2001. Effect of row spacing and sowing rate on canola cultivars in low rainfall areas. Australian Oilseed Federation. Available at: <http://www.australianoilseeds.com/>
421. Potter, K.N., Morrison, J.E., Torbert, H.A., 1996. Tillage intensity effects on corn and grain sorghum growth and productivity on a Vertisol. *Journal of Production Agriculture* 9, 385–390
422. Poulain, D., Simon J.C., 1989. Teneur en azote et composition minérale des protéagineux: pois, féveroles et lupins. In: *Recueil des Communications - Journée ATOUT POIS*, Paris, France
423. Powell J.M., Hons F.M.. 1992. Fertilizer nitrogen and stover removal effects on sorghum yields and nutrient uptake and partitioning. *Agric Ecosyst Environ*; 39(3-4):197-211
424. Poysa V.W., C.J. Knoblauch, B.D. McKersie & E. Reinbergs, 1984. Low-temperature tolerance of octoploid triticale and its parental species grown in southern Ontario. *Can. J. Plant Sci* 64: 451–456

425. Pranaitis K., Marcinkonis S. 2005. Effect of stubble breaking and ploughing at different depths on cultivation of peas. *Agronomy Research*. 3 (1): 91-98
426. Precision Agriculture. 2009. Using crop sensors for nitrogen management in wheat. No 86, July 2009
427. Proebsting W.M., Davies P.J., Mam G.A.. 1978. Photoperiod-induced changes in gibberellin metabolism in relation to apical growth and senescence in a genetic line of peas (*Pisum sativum* L.). *Planta* 141: 231-238
428. Pszczółkowska A, Fordoński G, Olszewski J, Kulik T, Konopka I. Productivity and seed health of husked oats (*Avena sativa*L.) grown under different soil moisture conditions. *Acta Agrobotanica* 2010; 63: 127-133.
429. Puri Y., C.O. Qualset, K. G. Baghott, 1977. Barley, wheat, and triticales responses to planting date and seeding rate. *California Agriculture* 31(11):8-10
430. Putnam D.H., E.S. Oplinger, D.R. Hicks, B.R. Durgan, D.M. Noetzel, R.A. Meronuck, J.D. Doll, and E.E. Schulte. 1990. Sunflower. *Alternative Field Crops Manual*. University of Wisconsin-Madison & University of Minnesota
431. Qaderi M.M., Kurepin L.V., Reid D.M.. 2006) Growth and physiological responses of canola (*Brassica napus*) to three components of global climate change: temperature, carbon dioxide and drought. *Physiol Plant* 128:710–721
432. Qadir, G., F.U. Hassan and M.A. Malik, 2007. Growing degree days and yield relationship in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Int. J. Agric. Biol.*, 9: 564–568
433. Qasim M., M. Ashaf, Y. Ashaf, R. Ahmad, S. Nazli. 2004. Some Growth Related Characteristics in Canola (*Brassica napus* L.) Under Salinity Stress. *Int. J. Agri. Biol.*, Vol. 6, No. 4, p. 665-668.
434. Qualset C.O.. 1979. Synthesis, Breeding, Adaptation and Utilization of Triticale in California. Proceedings of a symposium sponsored by Divisions C-1 and C-6 of the Crop Science Society of America, 6 August 1979 in Fort Collins, Colorado
435. Radford, B.J., 1978. Plant population and row spacing for irrigated and rainfed oilseed sunflowers (*Helianthus annuus*) on the Darling Downs. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 18: 135-142.
436. Radić, V.. 2006. Effect of maturation period on seed quality; optimum time for desiccation in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. *Helia* 29(44): 145-152.

437. Radwan S.S., F. Spener, H.K. Mangold. 1975. Lipids in plant tissue cultures. IV. The characteristic patterns of lipid classes in callus and suspension cultures. *Chem Phys Lipids* 14: 72-80
438. Rahetlah V.B., Randrianaivoarivony J.M., Razafimpamoa L.H., Ramalanjaona V.L.. 2010. Effects of seeding rates on forage yield and quality of oat (*Avena sativa* L.) vetch (*Vicia sativa* L.) mixtures under irrigated conditions of Madagascar. *African J Food Agric Nutr Develop* 10:4254- 42167
439. Rani C.R., Reema C., Singh A. and Singh P.K., 2012. Salt tolerance of *Sorghum bicolor* cultivars during germination and seedling growth *Res J Recent Sci.*, 1(3), 1-10
440. Ranjbar H., M. Mansouri, M. R. Salar and A. Ala. 2014. Effects of different tillage system, seeding method and rates on yield and seed oil percentage of rapeseed. *Int. J. Adv. Biol. Biom. Res.* 2(1):192-201
441. Rao, M.S.S., Mendham, N.J., 1991. Soil-plant water relations of oilseed rape (*Brassica napus* and *Brassica campestris*). *J. Agric. Sci. Camb.* 117, 197–205
442. Raper RL, Reeves DW, Burt E. 1998. Using in-row subsoiling to minimize soil compaction caused by traffic. *J Cotton Sci*;2(3):130–5.
443. Rashid, M. and M. Iqbal. 2011. Response of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) fodder to phosphorus fertilizer on torripsamment soil. *J. Anim. Pl. Sci.* 21(2): 220-225
444. Rauf A, M. Maqsood, A. Ahmad, A. Gondal. 2012. Yield and oil content of sunflower (*Helianthus Annuus* L.) as influenced by spacing and reduced irrigation condition. *eSci J. Crop Prod.* 01 (2012) 41-45
445. Rauw W.M., Teglas M.B., Chandra S., Forister M.L.. 2012. Growth, root formation, and nutrient value of triticale plants fertilized with biosolids. *The ScientificWorld Journal*, Volume 2012, Article ID 467052, 7 pages
446. Rawson, H.M. and Hindmarsh, J.H., 1982. Effects of temperature on leaf expansion in sunflower. *Aust. J. Plant Physiol.*, 9: 209-219
447. Rebolé A., C. Alzueta, L. T. Ortiz, C. Barro1,M. L. Rodríguez and R. Caballero. 2004. Yields and chemical composition of different parts of the common vetch at flowering and at two seed filling stages. *Spanish Journal of Agricultural Research*. Volume 2, Issue 2, Pages 550-557
448. Rees J.. 2013. Crop Water Use Efficiency of Corn, Soybean, and Sorghum under Dryland Conditions. University of Nebraska-Lincoln Extension.

449. Reiter, K., Schmidtke, K., Rauber, R., 2002. The influence of long-term tillage systems on symbiotic N₂ fixation of pea (*Pisum sativum* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.). *Plant Soil* 238, 41–55
450. Revathi K., Harbabu T.E., and Sudha P.N., 2011. Phytoremediation of chromium contaminated soil using sorghum plant, *International Journal of Environmental Sciences*, 2 (2), pp 417-428.
451. Revil, A., L. M. Cathles, S. Losh, and J. A. Nunn, Electrical conductivity in shaly sands with geophysical applications, *J. Geophys. Res.* 103, (B10):23925-23936
452. Rice W.A., G.W. Clayton, A.M. Johnston and P.F. Mills. 1995. Does conservation tillage affect nodulation of field pea?. *Soil and Crops Proceedings* 1995. February 23 & 24. University of Saskatchewan Saskatoon, Saskatchewan
453. Richards, R.A., Dennet, C.W., Qualset, C.O., Epstein, E., Norlyn, J.D. and Winslow, M.D. 1987. Variation in yield of grain and biomass in wheat, barley, and triticale in a salt-affected field. *Field Crops Res.* 15: 277–287.
454. Robertson N.D., P.R. Botha, H.S. Gerber, A. Swanepoel. 2008. The effect of planting method and seeding rate on the dry matter production of forage Sorghum hybrid and hybrid millet cultivars. 43rd Annual Congress of the Grassland Society of Southern Africa (2008) p. 7
455. Robinson R.G., J.H. Ford, W.E. Lueschen, D.L. Rabas, D.D. Warnes and J. V. Wiersma. 1982. *Sunflower Plant Population and Its Arrangement*. Regents of the University of Minnesota. Available at: <http://www.extension.umn.edu/>
456. Rocateli, A.C., Raper, R.L., Balkcom, K.S., Arriaga, F.J., Bransby, D.I., 2011. Biomass sorghum production and components under different irrigation/tillage systems for the Southeastern U.S. *Ind. Crop. Prod.* 36, 589–598
457. Rocateli, A.C., Raper, R.L., Balkcom, K.S., Arriaga, F.J., Bransby, D.I., 2011. Biomass sorghum production and components under different irrigation/tillage systems for the Southeastern U.S. *Ind. Crop. Prod.* 36, 589–598
458. Rodríguez-Serrano M, Romero-Puertas MC, Zabalza A, Corpas FJ, Gómez M, del Río LA, Sandalio LM (2006) Cadmium effect on oxidative metabolism of pea (*Pisum sativum* L.) roots: imaging of reactive oxygen species and nitric oxide accumulation in vivo. *Plant Cell Environ* 29: 1532–1544

459. Roger C., B. Tivoli and L. Huber. 1999. Effects of temperature and moisture on disease and fruit body development of *Mycosphaerella pinodes* on pea (*Pisum sativum*). *Plant Pathol.* 48, 1—9.
460. Roldán, A., Salinas-García, J.R., Alguacil, M.M., Díaz, E., Caravaca, F., 2005. Soil enzyme activities suggest advantages of conservation tillage practices in sorghum cultivation under subtropical conditions. *Geoderma* 129, 178–185.
461. Rooney, D., M. Stelford, and D. Landolt. Undated. Site-Specific Soil Compaction Mapping Using a Digital Soil Penetrometer. Site-Specific Management Guidelines (SSMG) – 34. Potash and Phosphate Institute
462. Rossi G., Figliola A., Socciarelli S., Pennelli B.. 2002. Capability of *Brassica napus* to accumulate cadmium, zinc and copper from soil. *Acta Biotechnol.* 1–2, 133–140.
463. Roy P.R.S., Z.H. Khandaker. 2010. Effects of phosphorus fertilizer on yield and nutritional value of sorghum (*Sorghum bicolor*) fodder at three cuttings. *Bang. J. Anim. Sci.*, 39(1&2): 106-115
464. Saastamoinen M.. 1998. Effects of environmental factors of grain yield and quality of oats (*Avena sativa* L.) cultivated in Finland. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Sol. And Plant Sci.* 48, 129
465. Saeed, I.A.M., El-Nadi, A.H., 1998. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. *Irrig. Sci.* 18, 67–71.
466. Saglam, C., Y. Bayhan, E. Gonulol and P. Ulger, 2009. Economic aspect of soil tillage systems in canola farming. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15: 237-242
467. Saha R.. 2011. Prediction of water requirement of garden pea (*Pisum sativum*) under hilly agro-ecosystem of Meghalaya. Vol 81, No 7
468. Sainju, U.M., Whitehead, W.F., Singh, B.P., Wang, S., 2006. Tillage, cover crops, and nitrogen fertilization effects on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. *Eur. J. Agr.* 25, 372–382
469. Saita A.A., Patané C., Guarnaccia P.. 2011. Genotypes Screening for Cold Tolerance During Germination in Sorghum [*Sorghum Bicolor* (L.) Moench] for Energy Biomass. 19th European Biomass Conference and Exhibition. 6-10 June, Berlin, Germany

470. Sajid M., A.Rab, N. Amin, Fazaliwahid, I.Jan1, I. Ahmad1, I. A.Khan, M. A. Khan. 2012. Effect of herbicides and row spacing on growth and yield of pea. Pak. J. Weed Sci. Res. 18(1): 1-13
471. Sakalauskienė S., Brazaitytė A., Šabajevienė G., Lazauskas S., Sakalauskaitė J., Urbonavičiūtė A., Samuolienė G., Duchovskis P..2009. Integrated impact of environmental factors on pea (*Pisum sativum* L.) physiological indicators at organogenesis stages III-IV. *Žemdirbystė (Agriculture)* Vol. 96 No. 3 pp. 93-101
472. Sakellariou-Makrantonaki M.S., Papanikolaou C.D., Mygdakos E.. 2009. Fiber sorghum biomass yield, water use efficiency and economic results under different levels of water using subsurface and surface irrigation systems. *Fresenius Environ Bull*;18:1624–31.
473. Salter P.J., Drew D.H.. 1965. Root growth as a factor in the response of *Pisum sativum* L. to irrigation. *Nature* 4988: 1063–1064
474. Sanchez F.J., de Andres E.F., Tenorio J.L., Ayerbe L.. 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. *Field Crop Res* 86: 81–90
475. Sánchez-Girón V., A. Serrano , J.L. Hernanz, L. Navarrete. 2004. Economic assessment of three long-term tillage systems for rainfed cereal and legume production in semiarid central Spain. *Soil & Tillage Research*. Volume78. Pages35–44
476. Sanchez-Giron, V., Serrano, A., Suarez, M., Hernanz, J., Navarrete, L., 2007. Economics of reduced tillage for cereal and legume production on rainfed farm enterprises of different sizes in semiarid conditions. *Soil and Tillage Research* 95, 149-160
477. Sandalio LM, Dalurzo HC, Gomez M, Romero-Puertas MC, del Río LA (2001) Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants. *J. Exp. Bot.* 52:2115-2126
478. Sans, F.X., Berner, Al., Armengot, L., Mader, P., 2011. Tillage effects on weed communities in an organic winter wheat-sunflower-spelt cropping sequence. *Weed Research* 51., 413- 421.
479. Sarig S, Kapulnik Y, Nur I and Okon Y 1984 Response of non-irrigated *Sorghum bicolor* to *Azospirillum* inoculation. *Expl. Agric.* 20, 59–66.
480. Sarkar, S., Paramanick, M., Goswami, S.B., 2007. Soil temperature, water use and yield of yellow sarson (*Brassica napus* L. var. *glauca*) in relation to tillage

- intensity and mulch management under rainfed lowland ecosystem in eastern India. *Soil Till. Res.* 93, 94–101
481. Sarpe N., Poienaru S. Maschio M.. 2007. No-tillage system applied to the sunflower (hybrid pioneer PR64E83) resistant to the tribenuron-methyl in the conditions from Romania. *Commun Agric Appl Biol Sci.* 72(2):271-7
 482. Sattell R., Dick R., Ingham R., Karow R., Kaufman, D. & McGrath, D. 1998. Rapeseed (*Brassica campestris/Brassica napus*), Oregon State University. Available at: <http://extension.oregonstate.edu/catalog/html/em/em8700>
 483. Schoellhorn R., E. Emino, E. Alvarez, and M. Frank. Undated. Warm Climate Production Guidelines for Specialty Cut Flowers: Sunflower. Commercial Floriculture Update. University of Florida.
 484. Seeiso T.M. and S.A. Materechera. Effects of Seed Sowing Depth on Emergence and Early Seedling Development of Two African Indigenous Leafy Vegetables. *Life Science Journal.* 2011;8(S2):12-17] (ISSN: 1097 –8135).
 485. Sessiz A., Sogut T., Alp A., Esgici R.. 2008. Tillage effects on sunflower (*Helianthus Annuus*, L.) emergence, yield, quality, and fuel consumption in double cropping system. *Journal of Central European Agriculture*, vol. 9(40), pp. 697 – 710.
 486. Shafiullah, M.A., Baitullah, K., Rana, M.A., Khan, B.R., Ozair, C.A.. 2001. Effect of desiccant application and time of harvest on yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 24(34): 105-113.
 487. Shamabadi Z.. 2012. Evaluation the effect of conservation tillage on sunflower yield and energy productivity. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences.* Vol., 4 (18), 1358-1361
 488. Shanahan J.F., M.A. Dillon. 1995. Oat Production. Colorado State University Cooperative Extension.
 489. Sharma, B.R., 1985. Response of irrigated fodder oats to nitrogen fertilization as influenced by tillage. *Soil Tillage Res.*, 6: 69-77.
 490. Shaukat, S. A., Ahmad, Z., Choudhary, Y. A., Shaukat, S. K.. 2012. Effect of different sowing dates and row spacing on the growth, seed yield and quality of off-season pea (*Pisum sativum* L. cv. Climax) under temperate conditions of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir. *Scientific Journal of Agricultural* 2012 Vol. 1 No. 5 pp. 117-125

491. Shaver, T.M., R. Khosla, and D.G. Westfall. 2011. Evaluation of two crop canopy sensors for nitrogen variability determination in irrigated maize. *Precision Agriculture*, 12:892–904
492. Shekhawat, K., Rathore, S.S., Premi, O.P., Kandpal, B.K., Chauhan, J.S., 2012. Advances in agronomic management of Indian mustard (*Brassica juncea* (L.) Czern Coss): an overview. *International Journal of Agronomy* 2012, 1–14.
493. Shepherd, M.A., Sylvester-Bradley, R., 1996. Effect of nitrogen fertilizer applied to winter oilseed rape (*Brassica napus*) on soil mineral nitrogen after harvest and on the response of a succeeding crop of winter wheat to nitrogen fertilizer. *J. Agric. Sci. Cambridge* 126, 63–74
494. Siddique K.H.M., Regan K.L., Tennant D. and Thomson B.D., (2001). Water use and water use efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean – type environments. *European Journal of Agronomy*. Volume 15. Pages 267-280.
495. Siddiqui, S., M.K. Meghvansi, M.A. Wani and F. Jabee, 2009. Evaluating cadmium toxicity in the root meristem of *Pisum sativum* L. *Acta Physiol. Plantarum*, 31: 531-536
496. Sidiras N., Augoulas C., Bilalis D. and N. Tsougrianis. 1999. “Effects of tillage and fertilization on biomass, roots, N-accumulation and nodule bacteria of vetch (*Vicia sativa* cv. Alexander)”. *Journal of Agronomy & Crop Science*. Volume 182, Pages 209-216.
497. Sidiras N., Augoulas C., Bilalis D. and N. Tsougrianis. 1999. “Effects of tillage and fertilization on biomass, roots, N-accumulation and nodule bacteria of vetch (*Vicia sativa* cv. Alexander)”. *Journal of Agronomy & Crop Science*. Volume 182, Pages 209-216.
498. Sierra M.J., Millan R, Esteban E, Cardona AI, Schmid T (2008) Evaluation of mercury uptake and distribution in *Vicia sativa* L. applying two different study scales: Greenhouse conditions and lysimeter experiments. *J of Geochemical Exploration*. Volume 96, Issue 2, Pages 203-209
499. Silim S.N., Heblethwaite P.D., Jones C., 1985. Irrigation and water use in leafless peas (*Pisum sativum*). *J Agric Sci Camb* 119, 211-222.
500. Simon J. and Skrdleta V.. 1983. Biomass production in peas (*Pisum sativum* L.) and broad beans (*Vicia faba* L.) and symbiotic dinitrogen fixation as affected

- by ploughing or no-tillage and nitrogen fertilizer. *Soil and Tillage Research* 3, 367-375.
501. Singh, M., Singh, H., Singh, T., Jhorar, R.K., Singh, B.P., Singh, H. and Singh, T. 2000. Seed yield, water use and water use efficiency of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes under irrigation variables. *Indian J. Agron.* 45(1): 188-192.
 502. Škrdleta V., M. Němcová, L. Lisá, K. Novák, D. Kovářová. 1991. Comparative response of *Pisum sativum* nodulated with indigenous soil *Rhizobium* populations and/or co-inoculated with a *Rhizobium leguminosarum* strain. *Folia Microbiol (Praha)*. 36(3):271-6.
 503. Smith A., Cullis, B. and Nelson, M., 2011, Detecting QTL for photoperiod sensitivity in a *Brassica napus* doubled haploid population using a linear mixed model with correlated marker effects, Centre for Statistical and Survey Methodology, University of Wollongong, Working Paper 03-11, 13p.
 504. Smith C.J., Wright G.C., Woodroffe M.R.. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus*) production in south-eastern Australia. II. Nitrogen accumulation and oil yield. *Irrigation Science*, 9:15–25
 505. Snider J.L., Raper R.L., Schwab E.B.. 2011. The effect of row spacing and seeding rate on biomass production and plant stand characteristics of non-irrigated photoperiod-sensitive sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Ind Crop Prod* 2011;37(1):527-35
 506. Sojka, R.E., Horne, D.J., Ross, C.W., Baker, C.J., 1997. Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield. *Soil Till. Res.* 40, 125–144
 507. Soon, Y.K., Arshad, M.A., 2005. Tillage and liming effects on crop and labile soil nitrogen in an acid soil. *Soil Tillage Res.* 80, 23–33.
 508. Sousa-Majer, M. J., N. C. Turner, D. C. Hardie, R. L. Morton, B. Lamont, and T. J. V. Higgins, 2004. Response to water deficit and high temperature of transgenic peas (*Pisum sativum* L.) containing a seed-specific α -amylase inhibitor and the subsequent effects on pea weevil (*Bruchus pisorum* L.). survival. *J. Exp. Bot.* 55, 497—505.
 509. South Dakota State University. 2005. Fertilizer Recommendation Guide. Available at: http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio_Publications/articles/EC750.pdf

510. Standley, J., Hunter, H.M., Thomas, G.A., Blight, G.W., Webb, A.A., 1990. Tillage and crop residue management affect Vertisol properties and grain sorghum growth over seven years in the semi-arid sub-tropics. II. Changes in soil properties. *Soil Till. Res.* 18, 367-375.
511. Stanfield B..1965. Effects of Temperature on the Growth and Development of *Pisum Sativum* L. Cultivar Dark Skin Perfection. University of British Columbia
512. Stefanowska, M., Kuras, M., Kubacka-Zebalska, M. & Kacperska, A. 1999 Low temperature affects pattern of leaf growth and structure of cell walls in winter oilseed rape (*Brassica napus* L., var. *oleifera* L.). *Ann. Bot.* 84, 313–319
513. Sudduth, K.A., Kitchen, N.R., Wiebold, W.J., Batchelor, W.D., Bollero, G.A., Bullock, D.G., Clay, D.E., Palm, H.L., Pierce, F.J., Schuler, R.T., Thelen, K.D., 2005. Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the North-Central USA. *Comp. Electron. Agric.* 46, 263–283.
514. Suttie J. M.. Undated. *Avena sativa* L.. Grassland Species. FAO (Food and Agriculture Organization). Available at: <http://www.fao.org>]
515. Suzer S.. 2010. Effects of Potassium Fertilization on Sunflower (*Helianthus annuus* L) and Canola (*Brassica napus ssp oleifera* L) Growth. International Symposium on 'Soil Management and Potash Fertilizer Uses in West Asia and North Africa Region', 22-25 November 2010.
516. Suzer S.. 2010. Effects of Potassium Fertilization on Sunflower (*Helianthus annuus* L) and Canola (*Brassica napus ssp oleifera* L) Growth. International Symposium on 'Soil Management and Potash Fertilizer Uses in West Asia and North Africa Region',22-25 November 2010. Turkey, Antalya.
517. Syngenta Group Company.. 2012. Triticale:Your Best Choice for Fall-Planted Forage. Available at: <http://www.syngenta.com>
518. T. Yavuz , M. Sürmen and N. Çankaya. 2011. Effect of row spacing and seeding rate on yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment* Volume 9, Issue 1, Pages 369 - 371.
519. Tabatabaei S.A., Rafiee V., Shakeri E.; Salmani M. 2012. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to deficit irrigation at different growth stages. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. Vol., 2 (5), 624-629,
520. Tahir M.H.N., Basir S, Bibi A.. 2006. Genetic Potential Of Canola (*Brassica napus*) varieties Under Water Stress Conditions. *Caderno de Pesquisa série Biologia*, Vol. 18, No. 2, pp. 127-135

521. Talwar H.S., A. Kumari, A. Surwenshi³ and N. Seetharama. 2011. Sodium: potassium ratio in foliage as an indicator of tolerance to chloride-dominant soil salinity in oat (*Avena sativa*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 81 (5): 481–4
522. Tamoc, A., A. Ustum, S. Altinok, and E. Acikgoz. 2009. Biomass and seed stability pea genotypes. *Agricultural Environment*. 7. (1): 140-146
523. Taramoto, I., Yanase, M., Kadswak, H., Yamade, T., Kasuga, S.. 2005. The inheritance of photoperiod-sensitive genes controlling flower initiation in sorghum, *Sorghum bicolor* Moench.-*Grassland Sci.* 51: 55–67
524. Taylor , S..1991. Dryland salinity introductory extension notes. Department of Conservation and Land Management, NSW.
525. Taylor A.J., Smith C.J. and Wilson I.B.. 1991. Effect of irrigation and fertiliser on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). *Fert. Res.* 29, 249–260
526. Taylor A.J., Smith C.J..1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield components of irrigated canola (*Brassica napus* L.) grown on a red-brown earth in South-Eastern Australia. *Aust. J. Agr. Res.*, 43: 1629–1641
527. Taylor R. 1999. Harvesting. In *High Plains Sunflower Production Handbook*. Published by Colorado State University & Kansas State University & University of Nebraska & University of Wyoming.
528. Teasdale, J. R., Devine, T. E., Mosjidis, J. A., Bellinder, R. R., and Beste, C. E. 2004. Growth and development of hairy vetch cultivars in the Northeastern United States as influenced by planting and harvesting date. *Agron. J.* Volume 96, Issue 5. Pages 1226-1271
529. Terekhina N.V. 2009. *Vicia sativa* L. - Common vetch, fodder vetch. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[Online]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.
530. Tesfamariam E.H.. 2004. Modeling the soil water balance of canola *Brassica napus* L (Hyola 60).. MSc degree. University of Pretoria.
531. Thomas J., Hein G., Kamble S..2003. Crop Profile for Sunflowers in Nebraska. North Central Region Integrated Pest Management Center (USDA). Available at: <http://www.ipmcenters.org/cropprofiles/docs/NEsunflowers.pdf>

532. Thomas P.. 2007. The effect of simulated drought and potassium fertilization on yield of triticale and sugar beet. International Potash Institute-Electronic International Fertilizer Correspondent. No 12
533. Thomas, G.A., Standley, J., Hunter, H.M., Blight, G.W., Webb, A.A., 1990. Tillage and crop residue management affect Vertisol properties and grain sorghum growth over seven years in the semi-arid sub tropics. III. Crop growth, water use and nutrient balance. Soil Till. Res. 18, 389-393.
534. Thomas, G.W., Haszler, G.R., Blevins, R.I., 1996. The effect of organic matter and tillage on maximum compactibility of soils using the proctor test. Soil Sci. 161, 502–508.
535. Tigabu E., M.Andargie and K. Tesfaye. 2012. Response of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes to NaCl levels at early growth stages. African Journal of Agricultural Research Vol. 7(43), pp. 5711-5718
536. Tolga, E., Lokman, D. and A.H.O. 2001. Water use characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under deficit irrigation. Pakistan J. of Biological Sciences, 4(7): 766-769.
537. Torabi H., H. A. Naghdibadi, H. Omidi , H. Amirshakari & M. Miransari. 2008. Effects of soil tillage, canola (*Brassica napus* L.) cultivars and planting date on canola yield, and oil and some biological and physical properties of soil, Archives of Agronomy and Soil Science, 54:2, 175-188
538. Truong H.H., Duthion C. 1993. Time of lowering of pea (*Pisum sativum* L.) as a function of leaf appearance rate and node of first flower. Annals of Botany 72: 133-142.
539. Tsuda S., Miyamoto N., Takahashi H., Ishihara K, Hirasawa T.. 2003. Roots of *Pisum sativum* L. exhibit hydrotropism in response to a water potential gradient in vermiculite. Ann Bot (Lond) 92:767
540. Tuna C, Orak A (2007) The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.)/ oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. J Agric Biol Sci 2(2):14-19
541. Turan M., Esringü A.. 2007. Phytoremediation based on canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) planted on spiked soil by aliquot amount of Cd, Cu, Pb

542. Turhan H., Ayaz C. 2004. Effects of salinity on seedling emergence and growth on sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *Intl. J. Agric. Biol.* 6: 149-152.
543. Turhan H., M.K. Gul, C.O. Egesel, F. Kahriman. 2011. Effect of sowing time on grain yield, oil content and fatty acids in Rapeseed (*Brassica napus* ssp. *Oleifera*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 35: 225-234
544. Turhollow AF, Webb EG, Downing ME. Review of sorghum production practices: applications for bioenergy. Oak Ridge National Laboratory. pp 21
545. Turk M.A. and A. M. Tawaha 2001. Common vetch (*Vicia sativa* L.) productivity as influenced by rate and method of phosphate fertilization in a Mediterranean environment. *Agricultura Mediterranea*. Volume 131. Pages 108-111
546. Ulfat, M., H.R. Athar, M. Ashraf, N.A. Akram and A. Jamil. 2007. Appraisal of physiological and biochemical selection criteria for evaluation of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Pak. J. Bot.*, 39(5): 1593-1608.
547. Unger, P.W., 1994. Ridge tillage for continuous grain sorghum production with limited irrigation. *Soil Tillage Res.* 31, 11–22.
548. Uzun A. 2011. Effect of maturity stage and seed treatment on germination, seed dormancy, and certain pod and seed traits of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment* Volume 9, Issue 3&4, Pages 189-192
549. Uzun, A., Acikgoz, E. (1998): Effect of sowing season and seedling rate on the morphological traits and yields in pea cultivars of different leaf types. *Journal of Agronomy & Crop Science* 181 (4): 215-222.
550. Vahid B., Shiran B., Arzani A.. 2011. Evaluation of salinity tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* L.) using ion accumulation, proline and peroxidase criteria. *Plant Growth Regul* 64:275–285
551. Vaisman I. and M.H. Entz. 2009. Reducing Tillage in Organic Agriculture on the Canadian Prairies. Manitoba Agronomists Conference. University of Manitoba. Poster.
552. Van Lierop W., Tran T.S. 1980. The comparative use of nitrate, ammonium and urea fertilizers by oats and wheat as determined by ¹⁵N techniques. *Commun Soil Plant Anal* 11:231–250

553. Vanda, S.F., A. Ayneband and F. Naraki. 2009. Effects of tillage method, seed rate and microelement spraying time on seed yield and yield components of rapeseed in warm dryland condition. *J. Food. Agric. Environ.* 7(3&4): 627-633.
554. Varga J., Liska E., Zembery J.. 2006. Temperature and moisture conditions of triticale yield formation in conditions of Zvolenská kotlina area. *Agriculture*, V. 52(3), p. 122-131
555. Velykis A., Satkus A.. 2012. Response of field pea (*Pisum sativum* L.) growth to reduced tillage of clayey soil. *Žemdirbystė=Agriculture*, vol. 99, No. 1, p. 61–70
556. Velykis and A. Satkus .2006. Influence of crop rotations and reduced tillage on weed population dynamics under Lithuania's heavy soil conditions. *Agronomy Research*. Issue 4. Pages 441-445
557. Verma, O.P.S. and R.B.R. Yadava. 1986. Salt tolerance of some oat (*Avena sativa* L.) varieties at germination and seedling stage. *J. Agron. Crop Sci.*, 156: 123-127
558. Veseth R.. 1990. Winter Rapeseed Recropping Considerations. Conservation tillage handbook series. Chapter 8 - Crops and Varieties, No. 14, Summer 1990
559. Vezzania F.B. and J. Mielniczuk. 2010. Recovering soil structure by management practices in a sandy clay loam Acrisol degraded by agricultural use. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia
560. Vilela H.; Moreira, H. A.; Veloso, J. A. F.; Pereira C. S.. 1970. Oats (*Avena sativa* L.) as winter forage: effect of fertilization and irrigation on savanna soil. *Archivos da Escola de Veterinaria, Universidade Federal de Minas Gerais*, Vol. 22 pp. 103-111
561. Wagner, M., Knoblauch, S.. 2011. Water use efficiency and water use of *Sorghum bicolor* in comparison to energy maize. Gumpensteiner Lysimetertagung. Lysimeter in der Klimafolgenforschung und Wasserwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein, Austria, am 3. und 4. Mai 2011, pp. 215-218
562. Waratah Seed Co Ltd. 2011. Triticale: planting guide. Available at: www.waratahseeds.com.au
563. Webb M.S., Uemura M., Steponkus P.L.. 1994. A comparison of freezing injury in oat and rye: two cereals at the extremes of freezing tolerances. *Plant Physiology* 104: 467–478.

564. Weiss E.A.. 2000. Oilseed Crops. Published by Blackwell Science. Pages 364.
565. WenXing H., Tuo Y., HongYang S., LiNa S. 2008. PGPR bio-fertilizers producing and its effect on *Avena sativa* growth and quality development. *Acta Pratac Sin* 17:75–84
566. Williams J.P., Khan M.U., Mitchell K., Johnson G.. 1988. The effect of temperature on the level and biosynthesis of unsaturated fatty acids in diacylglycerols of *Brassica napus* leaves. *Plant Physiol* 87: 904-910
567. Woźniak A., M. Soroka. 2014. Effects of a 3-year reduced tillage on the yield and quality of grain and weed infestation of spring triticale (*Triticosecale Wittmack*). *International Journal of Plant Production* 8 (2): 1735-6814
568. Wozniak A.. 2013. The yielding of pea (*Pisum sativum* L.) under different tillage conditions. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 12(2) 2013, 133-141
569. Woźniak M.. 2005. Effect of no-tillage and mulching with cover crops on yield of parsley. *Folia Horticulturae*. Volume 17, Issue 2, Pages 3-10
570. Wright, P.R., Morgan, J.M., Jessop, R.S., Cass, A., 1995. Comparative adaptation of canola (*B. napus*) and Indian mustard (*B. juncea*) to soil water deficits: yield and yield components. *Field Crops Res.* 42, 1–13
571. Wuest, S.B., 2001. Earthworm, infiltration, and tillage relationships in a dryland pea-wheat rotation. *Appl. Soil Ecol.* 18, 187-192.
572. Xiao-Wen H.U., Wang J., Wang Y.R.. 2012. Thermal time model analysis for seed germination of four *Vicia* species. *Chinese Journal of Plant Ecology.* 36, 8: 841-848
573. Yamane A, Skjelvåg OA (2003). Effects of fertilizer phosphorus on yield traits of Dekeko (*Pisum sativum* var. *abyssinicum*) under field conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 189:14-20
574. Yanez P., S. Chinone, R. Hirohata, H. Ohno, K. Ohkawa. 2012. Effects of time and duration of short-day treatments under long-day conditions on flowering of a quantitative short-day sunflower (*Helianthus annuus* L.) ‘Sunrich Orange’. *Scientia Horticulturae* 140 (2012): 8–11
575. Yavuzcan, H.G., Vatandas, M., Gurhan, R., 2002. Soil strength as affected by tillage system and traffic in wheat-corn rotation in Central Anatolia. *J. Terramech.* 39 (1), 23–34.

576. Yawson D., M. Bonsu, F. Armah, E. Afrifa. 2011. Water Requirement of sunflower (*Helianthus annuus* L.) In a tropical humid-coastal savanna zone. *Arpn Journal of Agricultural and Biologicalscience* 6 (1):1-6.
577. Young, L.W., Wilen, R.W. and Bonham-Smith, P.C. .2004. High temperature stress of *Brassica napus* during flowering reduces micro- and megagametophyte fertility, induces fruit abortion, and disrupts seed production. *J. Exp. Bot.* 55, 485–495.
578. Yousaf M., J. Bakht, M. Ashraf and Ihsanullah. 2007. Effect of fertilizer on spring season sunflower. *Pak. J. Agri. Res.* 20 (3-4): 110-115
579. Yu R, J. Ji, X.Yuan, Y. Song, C. Wang. 2012. Accumulation and translocation of heavy metals in the canola (*Brassica napus* L.)—soil system in Yangtze River Delta, China. *Plant Soil* 353:33–45
580. Zaheri A. and S. Bahraminejad. 2012. Assessment of drought tolerance in oat (*Avena sativa*) genotypes. *Annals of Biological Research*, 3 (5):2194-2201
581. Zahir Z.A., Munir A., Asghar H.N., Shaharoona B., Arshad M. 2008. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC deaminase for growth promotion of peas (*Pisum sativum*) under drought conditions. *J Microbiol Biotechnol* 18(5):958–963
582. Zecevic V., D. Knežević, J. Bošković and S. Milenković. 2010. Effect of nitrogen and ecological factors on quality of winter triticale cultivars - *Genetika*, Vol 42, No. 3, 465 -474.
583. Zentner, R.P., Lafond, G.P., Derksen, D.A., Nagy, C.N., Wall, D.D., May, W.E., 2004. Effects of tillage method and crop rotation on non-renewable energy use efficiency for a thin Black Chernozem in the Canadian prairies. *Soil Tillage Res.* 77, 125–136.
584. Zhu Y.M., Li Y.D., Colbach N., Ma K.P., Weiw & Mi X.C.. 2012. Seed losses at harvest and seed persistence of oilseed rape (*Brassica napus*) in different cultural conditions in Chinese farming systems. *Weed Research* 52, 317–326.
585. Zsembeli, J.; Kovács, G.; Mándoki, A.. 2011. Water use efficiency of maize and different sorghum hybrids under lysimeter conditions. *Gumpensteiner Lysimetertagung. Lysimeter in der Klimafolgenforschung und Wasserwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein, Austria, am 3. und 4. Mai 2011* pp. 227-229
586. Αναγνωστόπουλος Δ.Β , Σπ. Φουντάς, Χρ. Καβαλάρης, Θ.Α. Γέμτος. 2013. Συμβολή του κόστους Συντήρησης και επισκευών στο συνολικό κόστος

- λειτουργίας του γεωργικού ελκυστήρα. Πρακτικά 8ου συνέδριο Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος. Βόλος.
587. Αυγουλάς Χ., Π. Ποδηματάς, Π. Παπαστυλιανού. 2001. Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων. Αθήνα. Σελ. 223-230.
588. Βακάκης και Συνεργάτες Α.Ε.. 2006. Ελαιοκράμβη όλα όσα πρέπει να γνωρίζεται για την καλλιέργεια και της οικονομικές της αποδόσεις. Εκδόσεις Σταμούλης. Αθήνα
589. Βλαχοστέργιος Δ.. 2012. Η καλλιέργεια του βίκου. Γεωργία και Κτηνοτροφία. Αγρότυπος ΑΕ..Τεύχος 8/2012., Σελ. 67-69.
590. Γάκη Β. 2011. Προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα της ελαιοκράμβης στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της Κεντρικής Μακεδονίας. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
591. Γαλανοπούλου – Σενδούκα Σ.. 2002. Βιομηχανικά Φυτά. Εκδόσεις Σταμούλης. Αθήνα
592. Γέμτος Θ., Μπουραζάνης Γ., Φουντάς Σπ.. Εκμηχάνιση Γεωργικών Εκμεταλλεύσεων. Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων. Σελ. 249
593. Δαλιάνης Κ.. 1983. Χειμερινά Σιτηρά. Εκδόσεις Καραμπερόπουλος Α.Ε.. Αθήνα.
594. Δαναλάτος Ν., Αρχοντούλης Σ., 2008. Οδηγός καλλιεργητικών φροντίδων Αγριοαγκινάρας, Ηλιάνθου, Σόργου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
595. Δαναλάτος Ν.. 2007. Βιώσιμες Ενεργειακές Καλλιέργειες με Έμφαση στην Θεσσαλία. Ημερίδα Ενεργειακές Καλλιέργειες Θεσσαλίας 15 Δεκεμβρίου. Πόλος Καινοτομίας Θεσσαλίας. Καρδίτσα
596. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΣΥΕ). 2006. Αποτράιες καλλιέργειες, κατά ομάδες πεδινών, ημιορεινών και ορεινών κοινοτήτων.
597. Ζαχαρής Μ.. 2008. Σύγκριση επιφανειακής με υπόγεια άρδευση στο σόργο με εφαρμογή 80% της δόσης άρδευσης. Πτυχιακή Εργασία. Επιβλέπουσα Σακελλαρίου- Μαρκαντωνάκη Μ. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας , Σχολή Γεωπονικών Επιστημών , Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Βόλος
598. Ηλιάδης Κ. 2004. Η έρευνα στα κτηνοτροφικά φυτά και όσπρια στην Ελλάδα. Ποικιλίες, Σποροπαραγωγή. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας. Σελ. 26
599. Ηλιάδης Κ. 2004. Η έρευνα στα κτηνοτροφικά φυτά και όσπρια στην Ελλάδα. Ποικιλίες, Σποροπαραγωγή. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας. Σελ. 26

600. Ηλιάδης Κ.. 2007. Εγγραφή νέων ποικιλιών βίκου, φακής και ρεβιθιού στον “Εθνικό Κατάλογο Ποικιλιών”. Τεύχος 30. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας. Σελ. 18-19.
601. Καβαλάρης Χρ., Καραμούτης Χρ., Κ. Αγγελοπούλου, Θ.Α. Γέμτος. 2007. Επίδραση της αλλαγής της κατεργασίας στο έδαφος, τα φυτά και την παραγωγή. Πρακτικά 5ου Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Λάρισα: 18 – 20 Οκτωβρίου
602. Καλαβριώτου Π.. 2005. Αύξηση και Ανάπτυξη του ηλίανθου και του Κεναφ για παραγωγή βιομάζας και βιοενέργειας στην Κεντρική Ελλάδα. Πτυχιακή Διατριβή. Επιβλέπων Δαναλάτος Ν.. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη
603. Καραμούτης Χ. , Χ. Καβαλάρης, Δ. Παράφορος Ο. Παπαδοπούλου, Κ. Κολιπέτσας και Θ.Α. Γέμτος. 2007. Σχεδιασμός, κατασκευή και δοκιμή ενός υδραυλικά ισχυροδοτούμενου διεισδυσιόμετρου. Πρακτικά 5ου Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Λάρισα: 18 – 20 Οκτωβρίου
604. Κουκουλάκης Π., Παπαδόπουλος Α. 2001. Ερμηνεία της Ανάλυσης τους Εδάφους. Εκδόσεις Σταμούλη. Σελ. 372. Αθήνα.
605. Λιάκος Β.. 2013. Έφαρμογές Γεωργίας Ακριβείας: Εμπειρίες από εφαρμογές στην Ελλάδα. Ημερίδα Γεωργικά Μηχανήματα και Νέα Τεχνολογία. 19 Ιανουαρίου. Ομάδα Φαναριωτών για την Ανάπτυξη του Θεσσαλικού Κάμπου και Δήμος Μουζακίου. Φανάρι Καρδίτσας
606. Μάτζιαρη Κ..2009. Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης- Η συμβολή στην επίλυση του ενεργειακού και περιβαλλοντικού προβλήματος. ΤΕΙ Κρήτης. Ηράκλειο
607. Μήτσιος Ι.Κ.. 2004. Γονιμότητα Εδαφών Θρεπτικά στοιχεία φυτών (μικροθρεπτικά, μακροθρεπτικά) και Βαρέα Μέταλλα Μέθοδοι και Εφαρμογές. Zymel. Αθήνα
608. Παναγιώτου Ι.. 2007. Επίδραση της υπόγειας και επιφανειακής στάγδην αρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της ελαιοκράμβης κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2006. Μεταπτυχιακή διατριφή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
609. Παπακώστα-Τασοπούλου Δ.. 2005. Ψυχανθή (Καρποδοτικά- Χορτοδοτικά). Σύγχρονη Παιδεία Εκδόσεις. Θεσσαλονίκη.
610. Ποδηματάς Κ.Ι., 1984. Ο βίκος. Υπουργείο Γεωργίας, Ινστιτούτο Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών, Λάρισα. Έντυπο, σελ. 11.

611. Σκαράκης Γ.Ν., Ν. Κορρές, Ο.Ι. Παυλή. 2008. Ενεργειακές Καλλιέργειες Βιοκαύσιμα. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Αθήνα
612. Σφήκας Α.Γ.. 1988. Ειδική Γεωργία ΙΙ. Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη
613. Σφήκας Α.Γ.. 1991. Ειδική Γεωργία-Σιτηρά, Ψυχανθή και Χορτοδοτικά Φυτά. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.
614. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2007. Προοπτικές Ανάπτυξης Τομέα Οσπρίων & Κτηνοτροφικών Φυτών (Με βάση προτάσεις & συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας ΚΑΠ). Γραφείο Γενικού Γραμματέα κ. Κώστα Σκιαδά.
615. Φασουλα Α.Κ., Σενλόγλου Ν. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλέργειας στην Ελλάδα, Θεσσαλονίκη
616. Φασουλα Α.Κ., Φωτιάδη Ν.Α.. 1984. Αρχές της Επιστήμης των Καλλιεργούμενων Φυτών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη
617. Χατζηνίκος Αθ.. 2004. Υπόγεια στάγδην άρδευση στο σόργο. Πτυχιική Εργασία. Επιβλέπουσα Σακελλαρίου- Μαρκαντωνάκη Μ. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας , Σχολή Γεωπονικών Επιστημών , Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Βόλος

Summary

In this thesis, a comparison of five tillage systems (conventional, chisel cultivator, rotary cultivator, disc harrow, strip tillage and no-tillage) in five energy crops (intercropping of common vetch/oat, pea/triticale, rapeseed, sunflower, fiber sorghum) takes place. Also, tillage systems with measurements, such as soil penetration resistance, soil apparent electrical conductivity and organic matter, as well as crop adaptability and growth with measurements such as seedling emergence, NDVI values and yield, are evaluated. In soil penetration resistance tests, the conventional system presented the least compact conditions by far, whereas the strip tillage system gave the most encouraging results among the rest. On the other hand, regarding the organic matter (%) in depth up to 25cm, no-tillage and other reduced tillage systems presented the statistically highest percentage, while in deeper layers no significant differences were noticed. As far as electrical conductivity goes, no safe conclusions emerged. Intercropping methods resulted in satisfying seedling emergence in all cases, whereas fiber sorghum was the only one to give satisfactory results in row crops. Conventional tillage systems presented the highest density of plants in all cases. Moreover, NDVI value tests did not lead to safe conclusions, as weed emergence was included in calculations along with seedling emergence. Regarding dry yield biomass, intercropping of common vetch/oat (550-800 kg/στρ.), as well as pea/triticale (750-950 kg/στρ.) and fiber sorghum (1300-1500 kg/στρ.), gave decent results in all tillage systems. On the contrary, rapeseed grain yield was disappointing, mainly due to infection by *Euryderma Olyracea* (78-110 kg/στρ.). Finally, sunflower grain yield with conventional, chisel and strip tillage systems all gave satisfactory results (>180 kg/στρ.), while no-tillage and rotary cultivator grain yield were seriously defective.

Keywords: energy saving, no-tillage, yield, biomass, soil compaction