



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
Τμήμα Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας
Διευθυντής: Καθ. Ανδρέας Ι. Καραμάνος



**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ
ΧΛΩΡΗΣ
ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ
ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ»**

Μαρία Αθανασοπούλου

Αθήνα, 2010

Ευχαριστίες

Από την θέση αυτή θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Μπιλάλη Δημήτριο τόσο για την ανάθεση του θέματος όσο και για τη συνεχή καθοδήγηση, την κριτική επίβλεψη και τις εύστοχες διορθώσεις του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της μεταπτυχιακής μελέτης. Η πολύτιμη και αγόγγυστη συνεργασία του ήταν καθοριστική για την ολοκλήρωση της ερευνητικής αυτής εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους κ.κ. Λάνταβο Αθανάσιο, Αναπληρωτή Καθηγητή Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων Πανεπιστημιακή Σχολή Αγρινίου, του τμήματος «Διοίκηση Επιχειρ. Αγροτικών Προϊόντων & Τροφίμων» και Τριανταφυλλίδη Βασίλειο, ΔΕΠ (Π.Δ. 407/80) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την πολύτιμη βοήθεια τους στην ολοκλήρωση του πειράματος. Μας φιλοξένησαν στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου και μας υποστήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων.

Θερμές ευχαριστίες στις Καθηγήτριες του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κα Παπαστυλιανού Παναγιώτα και κα Παπαθεοχάρη Γιολάντα που με τις πολύτιμες παρατηρήσεις και διορθώσεις τους συνέβαλαν στην τελική μορφή της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης.

Ευχαριστώ θερμά όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργίας για την συμπαράσταση που έδειξαν καθ' όλη την διάρκεια της διατριβής. Ευχαριστώ τους προπτυχιακούς φοιτητές του Γ.Π.Α., Αλεξανδρή Ειρήνη, Γουρνάκη Μαρία, Δελή Φωτεινή, Νικολάου Μανουήλ, Βασιλόπουλος Ιωάννης και Σαββούλα Κολυροπούλου για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ευχαριστώ την υποψήφια διδάκτορα Πατσιαλή Σωτηρία και τη μεταπτυχιακή φοιτήτρια Τζώρτζη Ιωάννα για την έμπρακτη και ουσιαστική βοήθεια και στήριξη τους στη διεξαγωγή του πειράματος.

Περίληψη

Σε πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας που εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή του Βοτανικού, μελετήθηκε η επίδραση τριών συστημάτων εδαφοκατεργασίας σποράς (άρωση, καλλιεργητής και ακατεργασία) στην καλλιέργεια βιολογικού λιναριού. Κάθε σύστημα της κατεργασίας συνδυάστηκε με τρία διαφορετικά είδη λίπανσης (χλωρή λίπανση με βίκιο, χλωρή λίπανση με κουριά και compost). Η σπορά του πειραματικού έγινε την καλλιεργητική περίοδο 01-09/2009.

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν: το φύτρωμα, η φυλλική επιφάνεια, το ύψος, το ξηρό και νωπό βάρος, οι αποδόσεις σε σπόρο, η περιεκτικότητα σε N των φυτικών ιστών, οι σπόροι ανά κάψα, οι κάψες ανά φυτό, το βάρος 1000 σπόρων, περιεκτικότητα σε λάδι, η απόδοση σε λάδι.

Στο ριζικό σύστημα προσδιορίστηκαν τα ακόλουθα: το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος, το μήκος, η μέση διάμετρος, η συνολική επιφάνεια του ριζικού συστήματος και το ποσοστό της μυκόρριζας.

Από τις εδαφικές ιδιότητες, μελετήθηκαν: το πορώδες, ο οργανικός C, το ολικό N, το pH και η αλατότητα.

Από τα συστήματα κατεργασίας τις θετικότερες επιδράσεις στην πλειοψηφία των μετρήσεων είχαν τόσο η μειωμένη κατεργασία όσο και η ακατεργασία. Η συμβατική κατεργασία δεν είχε καθόλου θετικά αποτελέσματα σε ότι αφορά την καλλιέργεια του βιολογικού λιναριού.

Οι οργανικές λιπάνσεις δεν παρουσίασαν πολλές διαφορές σε ότι αφορά τις μετρήσεις που έγιναν. Οι αποδόσεις σε σπόρο και σε λάδι ήταν υψηλότερες στην ελάχιστη κατεργασία.

Summary

On an experimental field of the Agricultural Laboratory cited on the farm of the Agricultural University of Athens near the region of Votanikos, the effect of three different soil tillage systems (Conventional, Minimum and No- Tillage) was studied in the crop of organic linseed. Each one of the tillage systems was combined with three different kinds of fertilizers (green manure of vetch and beans and compost). The experimental field was established during the cultivating period January-September 2009.

The plant properties which were studied were the following: germination, LAI, height, dry and fresh weight, yields of seed, total N, seeds per capsule, capsules per plant, weight of 1000 seeds, oil content and yield of oil.

The properties of the root system which were examined were the following: dry weight of the root system, length – average diameter-total area of the root system and the percentage of mycoriza.

From the soil properties, the ones which were measured are the following: Total porosity, organic C, total N, pH and salinity.

It was observed from the soil tillage systems that the reduced tillage and no tillage system had the most positive effects. Conventional tillage had negative results in the crop of linseed.

The outcome of organic fertilization did not have many differences in the measurements taken.

The yields in seed and oil were higher in reduced tillage.

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
SUMMARY	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	16
1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ	17
1.3 ΚΕΝΤΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	17
1.4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	18
1.4.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	18
1.4.2 ΒΛΑΣΤΟΣ	18
1.4.3 ΦΥΛΛΑ.....	19
1.4.4 ΑΝΘΗ	19
1.5 Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ	20
1.6 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	21
1.6.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	21
1.6.2 ΕΔΑΦΟΣ.....	21
1.7 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	22
1.7.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ.....	22
1.7.2 ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	22
1.7.3 ΣΠΟΡΑ.....	22
1.7.4 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	23
1.7.5 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	24
1.7.5.1 Άζωτο	24
1.7.5.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟ	24
1.7.5.3 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ.....	24
1.7.6 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	24
1.8 ΧΡΗΣΕΙΣ.....	25
1.8.1 ΛΙΝΑΡΙ ΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	27
1.8.2 ΛΙΝΑΡΙ ΓΙΑ ΕΔΩΔΙΜΟ ΛΑΔΙ	28
1.8.3 ΛΙΝΑΡΙ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΪΝΑΣ.....	29
1.8.4 ΛΙΝΑΡΙ ΩΣ ΤΡΟΦΗ ΓΙΑ ΤΑ ΖΩΑ	32
1.8.5 ΛΙΝΑΡΙ ΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	33
1.9 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	37
1.10 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ.....	38
1.11 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	41
1.12 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ.....	42
1.13 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ	43
1.14 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	44
1.14.1 ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	44
1.14.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ	46
1.14.3 ΠΟΡΩΔΕΣ	47
1.14.4 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	49
1.14.4.1 ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ & ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	49

1.14.4.2 ΠΟΣΟΣΤΟ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ C ΚΑΙ ΟΛΙΚΟΥ N	50
1.15 ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ.....	52
1.16 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	53
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	54
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	54
2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	54
2.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ	55
2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΥ	57
2.4 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	58
2.5 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	58
2.6 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	59
2.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	60
2.7.1 ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ.....	60
2.7.2 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	61
2.7.3 ΕΔΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	62
2.7.3.1 ΠΟΡΩΔΕΣ:.....	62
2.7.3.2 ΡΗ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ:.....	62
2.7.4 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ:.....	63
2.7.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΕ ΦΥΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑ KJELDAHL (ΥΓΡΗ ΚΑΥΣΗ)	64
2.7.6 ΛΑΔΙ- ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	64
2.7.6.1 ΚΑΨΕΣ ΑΝΑ ΦΥΤΟ:	64
2.7.6.2 ΣΠΟΡΟΙ ΑΝΑ ΚΑΨΑ:.....	64
2.7.6.3 ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ:	65
2.7.6.4 ΠΡΩΤΕΪΝΗ %:.....	65
2.7.6.5 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΛΑΔΙ:.....	65
2.7.6.5 ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΑΔΙΟΥ:.....	66
2.8 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	66
2.9 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	68
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	69
3.1 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	69
3.1.1 ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	69
3.1.2 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	72
3.1.3 ΟΛΙΚΟ-N ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	75
3.1.4 ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	78
3.1.5 ΠΟΡΩΔΕΣ.....	81
3.2 ΥΠΟΓΕΙΟ ΜΕΡΟΣ.....	84
3.2.1 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	84
3.2.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	86
3.2.3 ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	88
3.2.4 ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	91
3.2.5 ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ	93
3.3 ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΜΕΡΟΣ.....	96
3.3.1 ΥΨΟΣ	96
3.3.2 ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ.....	99
3.3.3 ΝΩΠΙΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ.....	102
3.3.4 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	104
3.3.5 ΣΠΟΡΟΙ ΑΝΑ ΚΑΨΑ.....	107

3.3.6 ΚΑΨΕΣ/ΦΥΤΟ	109
3.3.7 ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ	111
3.3.8 ΑΖΩΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΜΕΡΟΥΣ	113
3.3.9 ΑΠΟΔΟΣΗ	115
3.3.10 ΛΑΔΙ.....	117
3.3.10.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΛΑΔΙ	117
3.3.10.2 % ΠΡΩΤΕΪΝΗ ΣΤΟΥΣ ΣΠΟΡΟΥΣ	119
3.3.10.3 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΛΑΔΙ.....	121
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	123
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	142

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του λιναριού.....	18
Εικόνα 2 Ο σπόρος του λιναριού	19
Εικόνα 3 Χαρακτηριστικές διαστάσεις του λιναρόσπορου: L , W και T είναι το μήκος, το πλάτος και το πάχος αντίστοιχα.....	20
Εικόνα 4 Άνθη και κάψες(a), τομή άνθους (b), άνθος με πέταλα και στήμονες (c), εγκάρσια τομή της ωοθήκης και των σεπάλων του λιναριού(d).....	23
Εικόνα 5 Μηχανήματα συγκομιδής του λιναριού.....	25
Εικόνα 6 Διάφοροι τύποι υλικών που παράγονται από το λάδι του λιναριού.....	33
Εικόνα 7 Εννοιολογικό μοντέλο του συνόλου των υπολειμμάτων δείχνει τη συσσώρευση και ορυκτοποίηση κάτω από τα συστήματα ακατεργασίας (NT) και συμβατικής κατεργασίας (CT).....	45
Εικόνα 8 Φωτογραφία που λήφθηκε από τη συσκευή <i>Motic Image Plus 2.0</i> για να μετρηθεί και να υπολογιστεί το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας.....	62
Εικόνα 9 Οι φιάλες που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας.....	64
Εικόνα 10 Η συσκευή υπερήχων που χρησιμοποιείται για την παραλαβή του λινελαίου.....	66

Πίνακας σχημάτων

Σχήμα 1 Ο πειραματικός αγρός	57
---	----

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1 Παραγωγή και απόδοση για τα έτη 1990 και 2007 (Πηγή FAOSTAT)	26
Πίνακας 2 Τυπική περιεκτικότητα % των λιπαρών οξέων του λαδιού από λιναρόσπορο.	27
Πίνακας 3 Περιεχόμενο α-Λινολενικό οξύ επιλεγμένων λαδιών από λαχανικά, ξηρούς καρπούς και σπόρους *(Πηγή USDA Nutrient Laboratory)	28
Πίνακας 4 Ιδιότητες των ινών του λιναριού με διαφορετική επεξεργασία (Πηγή: Akin et al., 2000).	30
Πίνακας 5 Θρεπτική αξία του λιναριού	35
Πίνακας 6 Πιθανές επιδράσεις του λιναριού με άλλες μορφές ζωής	37
Πίνακας 7 Επισκόπηση των απόλυτων και σχετικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων της βιολογικής γεωργίας συγκριόμενη με τη συμβατική.	40
Πίνακας 8 Μέθοδοι μη-χημικής διαχείρισης ζιζανίων (Πηγή: Körke 2000).	43
Πίνακας 9 Γενική Ταξινόμηση διαφορετικών Συντηρητικών συστημάτων κατεργασίας. Όλα τα συστήματα αφίζουν 30% των υπολειμμάτων της καλλιέργειας στην επιφάνεια.	47
Πίνακας 10 Περιεκτικότητα αζώτου στις οργανικές λιπάνσεις στα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας.	59
Πίνακας 11 Ανάλυση διασποράς για την αλατότητα του εδάφους 61 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	70
Πίνακας 12 Ανάλυση διασποράς για την αλατότητα του εδάφους 61 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	71
Πίνακας 13 Ανάλυση διασποράς για την οργανική ουσία του εδάφους 61 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	73
Πίνακας 14 Ανάλυση διασποράς για την οργανική ουσία του εδάφους 124 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	74
Πίνακας 15 Σύγκριση μέσων για το ολικό N στο έδαφος 61 ΗΑΣ.	75
Πίνακας 16 Ανάλυση διασποράς για το άζωτο στο έδαφος 124 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	77
Πίνακας 17 Ανάλυση διασποράς για την οξύτητα του εδάφους 61 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	79
Πίνακας 18 Ανάλυση διασποράς για την οξύτητα του εδάφους 124 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	80
Πίνακας 19 Σύγκριση μέσων για το ποσοστό του πορώδους στο έδαφος 55 ΗΑΣ.	81
Πίνακας 20 Σύγκριση μέσων για το ποσοστό του πορώδους στο έδαφος 75 ΗΑΣ.	83
Πίνακας 21 Σύγκριση μέσων για το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ.	85
Πίνακας 22 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	85
Πίνακας 23 Ανάλυση διασποράς για την επιφάνεια του ριζικού συστήματος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	87
Πίνακας 24 Σύγκριση μέσων για την επιφάνεια του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ.	87

Πίνακας 25 Ανάλυση διασποράς για τη διάμετρο του ριζικού συστήματος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	89
Πίνακας 26 Σύγκριση μέσων για τη διάμετρο του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ.	90
Πίνακας 27 Ανάλυση διασποράς για το μήκος του ριζικού συστήματος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	92
Πίνακας 28 Σύγκριση μέσων για το μήκος του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ.	92
Πίνακας 29 Σύγκριση μέσων για το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ.	93
Πίνακας 30 Ανάλυση διασποράς για το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	95
Πίνακας 31 Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 50 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	96
Πίνακας 32 Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	97
Πίνακας 33 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας λιναριού 50 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	100
Πίνακας 34 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας λιναριού 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	101
Πίνακας 35 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	102
Πίνακας 36 Σύγκριση μέσων για το νωπό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ.	102
Πίνακας 37 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	103
Πίνακας 38 Σύγκριση μέσων για το νωπό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ.	103
Πίνακας 39 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	104
Πίνακας 40 Σύγκριση μέσων για το ξηρό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ.	104
Πίνακας 41 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	105
Πίνακας 42 Σύγκριση μέσων για το ξηρό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ.	106
Πίνακας 43 Ανάλυση διασποράς για τους σπόρους ανά κάψα στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	107
Πίνακας 44 Σύγκριση μέσων για τους σπόρους ανά κάψα στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ.	108
Πίνακας 45 Ανάλυση διασποράς για τις κάψες ανά φυτό στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	110
Πίνακας 46 Ανάλυση διασποράς για το βάρος 1000 σπόρων στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	111
Πίνακας 47 Σύγκριση μέσων για το βάρος 1000 σπόρων του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ.	112

Πίνακας 48 Ανάλυση διασποράς για το άζωτο του υπέργειου μέρους 57 ΗΑΣ στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	113
Πίνακας 49 Σύγκριση μέσων για το ολικό Ν του υπέργειου μέρους του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ.	113
Πίνακας 50 Ανάλυση διασποράς για το άζωτο του υπέργειου μέρους 74 ΗΑΣ στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	114
Πίνακας 51 Σύγκριση μέσων για το ολικό Ν του υπέργειου μέρους του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ.	114
Πίνακας 52 Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε σπόρο στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	115
Πίνακας 53 Ορθογώνιες συγκρίσεις των μέσων της απόδοσης σε σπόρο στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές, οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τους μέσους όρους)	116
Πίνακας 54 Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε λάδι στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).	121
Πίνακας 55 Ορθογώνιες συγκρίσεις των μέσων της απόδοσης στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές, οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τους μέσους όρους)	122

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Χρήσεις του λιναριού	35
Διάγραμμα 2 Η διακύμανση της θερμοκρασίας (μέγιστη-μέση-ελάχιστη) για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).	67
Διάγραμμα 3 Η διακύμανση της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).	67
Διάγραμμα 4 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην αλατότητα του εδάφους 61 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	69
Διάγραμμα 5 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην αλατότητα του εδάφους 124 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	70
Διάγραμμα 6 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην οργανική ουσία του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 61 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	72
Διάγραμμα 7 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην οργανική ουσία του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 124 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	74
Διάγραμμα 8 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στην περιεκτικότητα ολικού N στο έδαφος 61 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	75
Διάγραμμα 9 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ολικό N του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 124 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	76
Διάγραμμα 10 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο pH του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 61 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	78
Διάγραμμα 11 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην οργανική ουσία του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 124 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	78
Διάγραμμα 12 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στο πορώδες του εδάφους 55 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	81
Διάγραμμα 13 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στο πορώδες του εδάφους 75 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).	82
Διάγραμμα 14 Αλληλεπίδραση των συστημάτων κατεργασίας με την οργανική λίπανση στο ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, B: Βίκος, K: Κουκιά, Co: Compost).	84
Διάγραμμα 15 Αλληλεπίδραση των συστημάτων κατεργασίας με την οργανική λίπανση στην επιφάνεια του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, B: Βίκος, K: Κουκιά, Co: Compost).	86
Διάγραμμα 16 Αλληλεπίδραση των συστημάτων κατεργασίας με την οργανική λίπανση στη διάμετρο του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, B: Βίκος, K: Κουκιά, Co: Compost).	88

Διάγραμμα 17 Αλληλεπίδραση των συστημάτων κατεργασίας με την οργανική λίπανση στο μήκος του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, Β: Βίκος, Κ: Κουριά, Co: Compost).....	91
Διάγραμμα 18 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουριά – Compost) στο ποσοστό αποικισμού της μικρόριζας 55 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	93
Διάγραμμα 19 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ποσοστό αποικισμού της μικρόριζας στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	94
Διάγραμμα 20 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 50 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	97
Διάγραμμα 21 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	98
Διάγραμμα 22 Επίδραση της οργανικής λίπανσης στη φυλλική επιφάνεια των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 50 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%)...99	99
Διάγραμμα 23 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	100
Διάγραμμα 24 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουριά – Compost) στους σπόρους ανά κάψα 96 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	108
Διάγραμμα 25 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στις κάψες/φυτό στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	109
Διάγραμμα 26 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουριά – Compost) στο βάρος 1000 σπόρων 96 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	112
Διάγραμμα 27 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην περιεκτικότητα του λαδιού στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	117
Διάγραμμα 28 Επίδραση των οργανικών λιπάνσεων στην περιεκτικότητα σε λάδι στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο $\alpha=5\%$).....	118
Διάγραμμα 29 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην ποσοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στους σπόρους στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο $\alpha=5\%$, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).....	119
Διάγραμμα 30 Επίδραση των οργανικών λιπάνσεων στην ποσοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στους σπόρους στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο $\alpha=5\%$).....	120
Διάγραμμα 31 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) και οργανικής ουσίας (% β/β) σε καλλιέργεια λιναριού 124 ΗΑΣ (n=36).....	123
Διάγραμμα 32 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) (124 ΗΑΣ) και διαμέτρου ριζικού συστήματος (mm) (75 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).....	125
Διάγραμμα 33 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ διαμέτρου ριζικού συστήματος (mm) (55 ΗΑΣ) και ξηρού βάρους φυτών (kg/ στρέμμα) (57 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).....	126
Διάγραμμα 34 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ επιφάνειας (mm ² /cm ³) και ξηρού βάρους (mg/cm ³) ριζικού συστήματος σε καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ (n=36).....	127

Διάγραμμα 35 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ μήκους (cm/cm^3) και ξηρού βάρους (mg/cm^3) ριζικού συστήματος σε καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ ($n=36$).....	127
Διάγραμμα 36 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου ($\% \beta/\beta$) (124 ΗΑΣ) και δείκτη φυλλικής επιφάνειας (74 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	128
Διάγραμμα 37 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου ($\% \beta/\beta$) (124 ΗΑΣ) και ύψους φυτών (cm) (74 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	128
Διάγραμμα 38 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου ($\% \beta/\beta$) (124 ΗΑΣ) και νεπού βάρους φυτών ($kg/στρέμμα$) (74 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	129
Διάγραμμα 39 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου ($\% \beta/\beta$) (124 ΗΑΣ) και ξηρού βάρους φυτών ($kg/στρέμμα$) (74 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	129
Διάγραμμα 40 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου ($\% \beta/\beta$) (124 ΗΑΣ) και καψών ανά φυτό (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	130
Διάγραμμα 41 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου ($\% \beta/\beta$) (124 ΗΑΣ) και βάρους 1000 σπόρων (g) (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	130
Διάγραμμα 42 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου ($\% \beta/\beta$) (124 ΗΑΣ) και περιεκτικότητας σε λάδι ($\%$) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	131
Διάγραμμα 43 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ξηρού βάρους φυτών ($kg/στρέμμα$) και δείκτη φυλλικής επιφάνειας σε καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ ($n=36$).....	131
Διάγραμμα 44 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ δείκτη φυλλικής επιφάνειας και ύψους φυτών (cm) σε καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ ($n=36$).....	132
Διάγραμμα 45 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους (cm) και ξηρού βάρους φυτών ($kg/στρέμμα$) σε καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ ($n=36$).....	133
Διάγραμμα 46 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ δείκτη φυλλικής επιφάνειας (74 ΗΑΣ) και καψών ανά φυτό (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	134
Διάγραμμα 47 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (cm) (74 ΗΑΣ) και καψών ανά φυτό (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	134
Διάγραμμα 48 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (cm) (74 ΗΑΣ) και σπόρων ανά κάψα (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	135
Διάγραμμα 49 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ καψών ανά φυτό και βάρους 1000 σπόρων (g) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	136
Διάγραμμα 50 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ καψών ανά φυτό και σπόρων ανά κάψα σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	137
Διάγραμμα 51 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ καψών ανά φυτό και περιεκτικότητας σε λάδι ($\%$) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	137
Διάγραμμα 52 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου ($\% \beta/\beta$) (124 ΗΑΣ) και $\%$ πρωτεΐνης στους σπόρους σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	138
Διάγραμμα 53 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ καψών ανά φυτό και $\%$ περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	139
Διάγραμμα 54 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ περιεκτικότητας σε λάδι ($\%$) και $\%$ περιεκτικότητας πρωτεΐνης στους σπόρους σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	139
Διάγραμμα 55 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ στρεμματικής απόδοσης και απόδοσης σε λάδι ($kg/στρέμμα$) (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).....	140

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού προβλέπεται ότι θα κλιμακωθεί και θα φτάσει τα 8,3 δισεκατομμύρια μέχρι το 2030 από περίπου 6 δισεκατομμύρια σήμερα, τα οποία θα επιδεινώσουν την αβεβαιότητα τροφίμων ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες (FAO, 2009). Μέχρι το 2050, οι αναπτυσσόμενες χώρες θα πρέπει να υπολογίσουν μια αύξηση της απαίτησης της τάξεως του 93% σε δημητριακά και 85% σε κρέας (Rosegrant & Cline, 2003). Η δυνατότητα της γεωργίας να υποστηρίξει έναν διαρκώς αυξανόμενο πληθυσμό αποτελεί μια ανησυχία και συνεχίζει να είναι υψηλής προτεραιότητας στην ημερήσια διάταξη της πολιτικής, παγκόσμια.

Στα γεωργικά συστήματα παραγωγής, τα έντομα, οι ασθένειες και τα ζιζάνια συνεχίζουν να απειλούν τη βιωσιμότητα των φυτικών ειδών και ο βαθμός απώλειας μπορεί να φτάνει και το ~40% της παραγωγής μιας καλλιέργειας. Η διαθεσιμότητα του αγροτικού εδάφους και η παραγωγικότητα μειώνεται λόγω της εδαφολογικής διάβρωσης, της υποβάθμισης και της προσάρτησης του αγροτικού εδάφους για εναλλακτικές χρήσεις. Επίσης, η διαθεσιμότητα του νερού για τις γεωργικές καλλιέργειες μειώνεται. Η ξηρασία, τα ακραία καιρικά φαινόμενα: θύελλες, πλημμύρες, κ.λ.π., η αύξηση της θερμοκρασίας και η άνοδος του επιπέδου της θάλασσας προβλέπεται να εμφανίζονται πιο συχνά με σημαντική αρνητική επίδραση στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών (Challinor *et al.*, 2009). Δεδομένου ότι οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα συνεχίζουν να αυξάνονται σε ανησυχητικό βαθμό, καταβάλλονται σήμερα σημαντικές προσπάθειες για την κατανόηση των επιπτώσεων στην παραγωγή των καλλιεργειών (Anderson & Bows, 2008). Οι υψηλότερες θερμοκρασίες την εποχή της αύξησης μπορεί να ασκήσουν δραματικές επιδράσεις στη γεωργική παραγωγικότητα, στα έσοδα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και στην επισιτιστική ασφάλεια (Battisti & Naylor, 2009). Η αλατότητα και άλλες εδαφολογικές τοξικότητες είναι πιθανό να είναι πιο προβληματικές σε μερικές

περιοχές. Στις ημιξηρικές περιοχές προβλέπεται μείωση της παραγωγής βασικών καλλιεργειών όπως του αραβόσιτου (*Zea mays* L.), του σιταριού (*Triticum aestivum* L.) και του ρυζιού (*Oryza sativa* L.) στις επόμενες δύο δεκαετίες (Lobell *et al.*, 2008).

Νέες γεωργικές τεχνικές θα χρειαστούν για να εξασφαλιστεί η παγκόσμια ασφάλεια των τροφίμων και να υποστηριχθεί η διατήρηση της ποιότητας του ύδατος και των εδαφών. Σήμερα απαιτείται η καλλιέργεια ποικιλιών υψηλότερης παραγωγικής ικανότητας με ανθεκτικότητα στα παθογόνα για την κάλυψη των διατροφικών αλλαγών παράλληλα με την προστασία του περιβάλλοντος. Στο βιβλίο της «Silent Spring», η Carson (1962) πρότεινε να βρεθούν βιολογικοί τρόποι αντιμετώπισης των παρασίτων στη γεωργία με παράλληλη μείωση της χρησιμοποίησης των χημικών φυτοφαρμάκων.

Για το λόγο αυτό εξετάζονται εναλλακτικές καλλιέργειες μειωμένων εισροών που θα μπορούσαν να οδηγήσουν προς αυτήν την κατεύθυνση. Στην παρούσα εργασία θα εξεταστούν οι δυνατότητες καλλιέργειας του λιναριού.

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ως πηγή για την ίνα των λινών, το λινάρι καλλιεργούνταν τουλάχιστον από το 5000 π.Χ. Χρησιμοποιούνταν από τους Αιγύπτιους για να φτιάξουν υφάσματα με τα οποία τύλιγαν τις μούμιες, αλλά και στη Βίβλο περιέχονται πολλές αναφορές στο φυτό με βάση τις οποίες το λινάρι περιστρεφόταν και υφαινόταν από οικιακές βιομηχανίες στην αρχαιότητα (Oplinger *et al.*, 1989). Επίσης, οι ιατρικές ιδιότητες των σπόρων ήταν γνωστές στους αρχαίους Έλληνες και τον Ιπποκράτη που τους συνιστούσαν για φλεγμονές των βλεννογόνων. Σήμερα, εκτός από τις ίνες, καλλιεργείται και για το λάδι του (Berglund, 2002; Oomah, 2001).

1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ

Το είδος *Linum usitatissimum* L. ανήκει στην οικογένεια *Linaceae*. Το βοτανικό του όνομα δόθηκε από τον Ληναίο στο βιβλίο του “Species Plantarum” (Linnaeus, 1857). Είναι ένα ετήσιο ποώδες φυτό όρθιας ανάπτυξης το οποίο διακλαδίζεται (Fernald, 1950). Δύο τύποι του *L. usitatissimum* καλλιεργούνται:

- ο τύπος λιναρόσπορου, απ’ όπου εξάγεται το λάδι από το σπόρο, είναι φυτό σχετικά κοντό που παράγει πολλά δευτερεύοντα στελέχη
- ο τύπος του λιναριού που καλλιεργείται για την ίνα η οποία εξάγεται από το στέλεχος και το φυτό είναι πιο ψηλό και λιγότερο διακλαδισμένο (Gill, 1987).

1.3 ΚΕΝΤΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

Η καταγωγή του *L. usitatissimum* L. ($n = 15$), ενός από τα παλαιότερα καλλιεργούμενα φυτά, είναι αβέβαιη (Lay & Dybing, 1989). Λινάρι, ενδεχομένως του είδους *L. angustifolium* Huds ($n = 15$), έχει βρεθεί σε αρχαιολογικές ανασκαφές. Ο πλέον πιθανός πρόγονος θεωρείται το *L. angustifolium*, αλλά και άλλα είδη όπως το *L. bienne* Mill μπορεί να είχαν συνεισφορά στο γενετικό υλικό του λιναριού (Lay & Dybing, 1989). Γενικά γίνεται αποδεκτό ότι η καταγωγή του λιναριού οριοθετείται σε μια περιοχή ανατολικά της Μεσογείου προς την Ινδία λόγω των πολύ διαφορετικών μορφών λιναριού που βρέθηκαν εκεί (Zeven & Zhukovsky, 1975). Ο τύπος του λιναριού που καλλιεργείται για λάδι εντοπίζεται στη νοτιοδυτική Ασία, ενώ οι τύποι για την παραγωγή ινών αναπτύχθηκαν πρωτίστως στη Μεσόγειο.

1.4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1.4.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το *L. usitatissimum* έχει κοντό ριζικό σύστημα με πολλές διακλαδώσεις που μπορούν να επεκταθούν σε βάθος 90 - 120 εκατοστά στα ελαφριά εδάφη.

1.4.2 ΒΛΑΣΤΟΣ

Έχει ένα κύριο στέλεχος που μπορεί να διακλαδιστεί ακριβώς επάνω από το έδαφος σε δύο ή τρία στελέχη, τα οποία διακλαδίζονται σε περισσότερα στελέχη (Εικόνα 1).

Τα τελευταία φέρουν τα φύλλα και τα καρποφόρα όργανα. Οι πολλές διακλαδώσεις είναι ανεπιθύμητες για τις ποικιλίες που καλλιεργούνται για ινα. Τα στελέχη είναι λεπτά και στα στρώματα του καμβίου φέρουν τις ίνες που έχουν μήκος γύρω στα 50cm και είναι κολλημένες με τα άλλα μέρη του στελέχους με πηκτινικές ουσίες. Οι κλωστικές ποικιλίες είναι συνήθως πιο υψηλότερες (1-1,4m) από τις καρποδοτικές (0,4-0,8m) (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002).



Εικόνα 1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του λιναριού

1.4.3 ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα είναι απλά, άμισχα, ακέραια, γραμμικά-λογχοειδή (Εικόνα 1).

1.4.4 ΑΝΘΗ

Η ταξιανθία είναι βότρυς. Τα άνθη σχηματίζονται στα άκρα των διακλαδώσεων της είναι ερμαφρόδιτα, υπόγυνα και αποτελούνται από πέντε σέπαλα, πέντε πέταλα με κυανή απόχρωση, πέντε στήμονες, και έναν ύπερο με πέντε καρπόφυλλα που κάθε ένα χωρίζεται με ένα ψεύτικο διάφραγμα. Ο καρπός είναι κάψα, που αποτελείται από 5 καρπόφυλλα και στο εσωτερικό μπορεί να περιέχει μέχρι 10 σπόρους. Οι σπόροι περιέχουν λάδι σε ποσοστό 35-45% και πρωτεΐνη 20-25% (Fernald, 1950; Gill, 1987).



Ο σπόρος είναι επίπεδος και οβάλ με στόμιο (Εικόνα 2). Είναι λίγο μεγαλύτερος από το σπόρο του σουσαμιού με λεία, γυαλιστερή επιφάνεια. Το εύρος

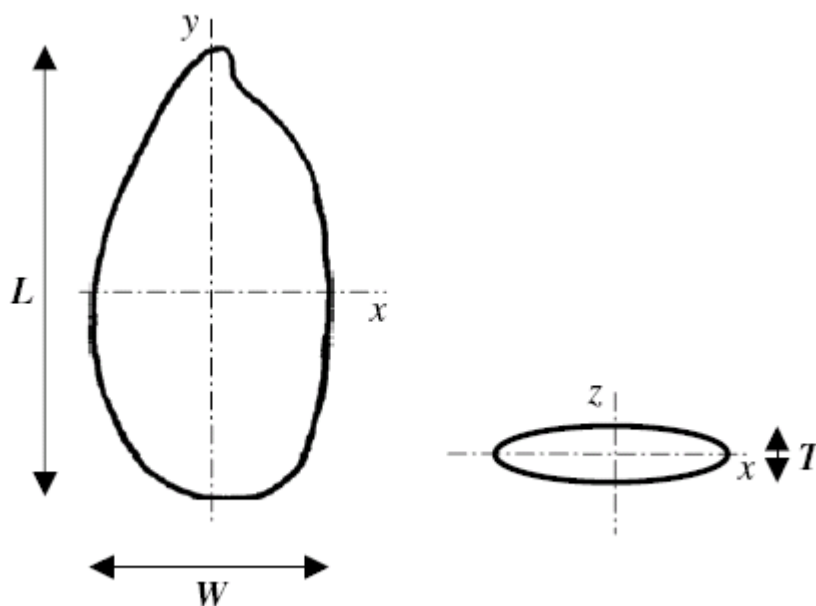
Εικόνα 2 Ο σπόρος του λιναριού

του χρώματος του λιναρόσπορου κυμαίνεται από μέτριο κόκκινο-καφέ σε ανοιχτό κίτρινο. Το χρώμα του σπόρου καθορίζεται από την ποσότητα της χρωστικής στο εξωτερικό περίβλημα του σπόρου. Όσο περισσότερη η χρωστική ουσία τόσο πιο σκούρος ο σπόρος. Οι διαστάσεις του σπόρου ποικίλλουν, περίπου 3.0–6.4 mm σε μήκος, 1.8–3.4 mm σε πλάτος και 0.5–1.6 mm σε πάχος (Freeman, 1995). Γενικά, οι σπόροι για λάδι έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις από τους αντίστοιχους για ίνα (Green & Marshall, 1981). Οι σπόροι έχουν μια τραγανή και λαστιχωτή σύσταση και μια ευχάριστη, καρυδοειδή γεύση (Carter, 1993).

Ο λιναρόσπορος είναι πλούσιος σε λίπη, πρωτεΐνες και ινώδεις ουσίες. Χημική ανάλυση του λιναρόσπορου έδειξε ότι περιέχει 30-40% λίπη, 20-25% πρωτεΐνες, 20-28% ινώδεις ουσίες, 4-8% υγρασία, 3-4% τέφρα και το λάδι περιέχει βιταμίνες A, B, D και E, ιχνοστοιχεία και αμινοξέα. Η σύσταση του

λιναρόσπορου ποικίλλει ανάλογα με το γονότυπο, το περιβάλλον ανάπτυξης, την ανάπτυξη του σπόρου και τη μέθοδο ανάλυσης. Γενικά, η πρωτεΐνη που περιέχει ο σπόρος μειώνεται καθώς αυξάνεται το λάδι (Bhatty, 1997; Carter, 1993; Cunnane *et al.*, 1993; Oomah & Mazza, 1997). Η πλειοψηφία των πρωτεϊνών του λιναριού ανήκουν είτε στις γλουβουλίνες είτε στις αλβουμίνες. Ο σπόρος έχει παρόμοιες λειτουργικές ιδιότητες με αυτές της αραβικής κόμμεως (Cui, Kenaschuk, & Mazza, 1996; Rebolé *et al.*, 2002).

Ποιοτική υποβάθμιση εμφανίζεται σε συνθήκες υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας. Μπορεί να αναγνωριστεί από εσωτερικό και/ή εξωτερικό αποχρωματισμό του σπόρου και από έντονη μυρωδιά. Ο λιναρόσπορος μπορεί να αποθηκευτεί ασφαλής μέχρι και πάνω από 12 μήνες σε 9–10% περιεχόμενη υγρασία νερό.



Εικόνα 3 Χαρακτηριστικές διαστάσεις του λιναρόσπορου: L, W και T είναι το μήκος, το πλάτος και το πάχος αντίστοιχα

1.5 Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ

Το καλλιεργούμενο λινάρι είναι μια ετήσια καλλιέργεια που αναπαράγεται με σπόρο. Το λινάρι είναι ένα ιδιαίτερα αυτογονιμοποιούμενο

είδος λόγω της μορφολογίας του άνθους του και της κολλώδους σύστασης της γύρης του που μεταφέρεται σπάνια από τα έντομα (Beard & Comstock, 1980). Οι δυο καλλιεργήσιμοι τύποι, που προσρίζονται είτε για ίνα είτε για σπόρο αντίστοιχα, έχουν παραμείνει διαφορετικοί, παρόλο που διασταυρώσεις μεταξύ τους είναι πιθανές. Παρόλ' αυτά, είναι δυνατό να συμβεί ένα μικρό ποσοστό σταυρογονιμοποίησης, συνήθως γύρω στο 1 ή 2% (Howard *et al.*, 1919). Η γύρη είναι βιώσιμη μόνο για μερικές ώρες, από την ώρα ξήρανσης των ανθών μέχρι περίπου την ξήρανση των πετάλων - μεταξύ 4 και 7 ωρών (Dillman, 1938; Lay & Dybing, 1989). Καθώς τα άνθη ανοίγουν, οι ανθήρες ενώνονται και διαμορφώνουν ένα κάλυμμα πάνω από το στίγμα. Ο Dillman (1938) στη μελέτη της φυσικής διασταύρωσης στο λινάρι ανέφερε το εύρος της φυσικής διασταύρωσης από 0-5%, με παραλλαγές μεταξύ των γενοτύπων. Σε πάνω από 8.000 παρατηρήσεις στο λινάρι, στην ποικιλία "Bison", καμία φυσική διασταύρωση δεν παρατηρήθηκε.

1.6 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

1.6.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Ο σπόρος του λιναριού, παρόλ' αυτά, αυξάνεται καλύτερα σε μέτριες προς χαμηλές συνθήκες, ειδικά την περίοδο του γεμίσματος. Πειράματα που έχουν γίνει κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες έχουν δείξει ότι υψηλές θερμοκρασίες κατά την περίοδο ωρίμανσης μειώνουν τον αριθμό των σπόρων ανά κάψα και το βάρος του σπόρου, καθώς μειώνεται και η παραγωγή και ποιότητα του λαδιού (Dybing & Zimmerman, 1965).

1.6.2 ΕΔΑΦΟΣ

Προσαρμόζεται καλύτερα σε βαριά πηλώδη εδάφη που συγκρατούν υγρασία. Λόγω του περιορισμένου ριζικού του συστήματος, το λινάρι δεν αυξάνεται καλά στα αμμώδη, με περιορισμένη υγρασία εδάφη. Το λινάρι

ανέχεται την αλατότητα με την προϋπόθεση της επάρκειας θρεπτικών στοιχείων και υγρασίας. Καλός έλεγχος ζιζανίων είναι απαραίτητος δεδομένου ότι το λινάρι έχει μειωμένη ανταγωνιστική ικανότητα.

1.7 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1.7.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Το λινάρι μπορεί να εναλλάσσεται με τα σιτηρά ή τον αραβόσιτο αλλά όχι μετά από πατάτα ή ζαχαρότευτλα (λόγω των προβλημάτων με ασθένειες των ριζών) ή μετά από μια προηγούμενη καλλιέργεια λιναριού. Συνίσταται η μεσολάβηση 3 χρόνων μεταξύ των καλλιεργειών λιναριού για την αποφυγή ασθενειών που οφείλονται σε *Fusarium sp.* Το λινάρι έχει μειωμένη ανάπτυξη μετά από ελαιοκράμβη ή σινάπι.

Γενικά, το λινάρι προσαρμόζεται σε μεγάλο εύρος εδαφών, αλλά αυξάνει καλύτερα σε καλά στραγγιζόμενα, μεσαία έως βαριά εδάφη, ειδικά σε ιλυώδη ή αργιλλοπηλώδη εδάφη, με pH περίπου 6 (Hocking *et al.*, 1987).

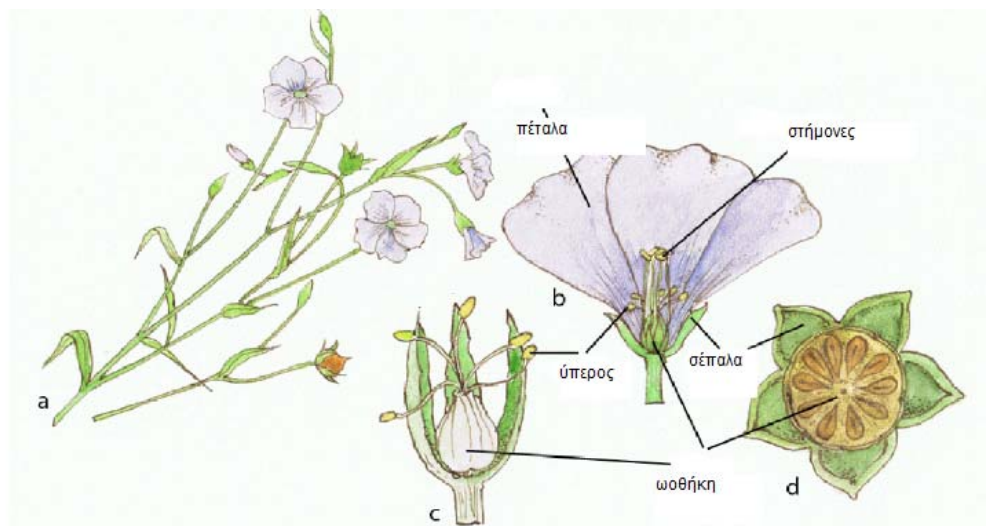
1.7.2 ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ

Πριν από τη σπορά ενδείκνυται χειμωνιάτικο όργωμα σε μικρό βάθος που μειώνει τον αριθμό των ζιζανίων που θα παρουσιαστούν στην επιφάνεια. Μειωμένη κατεργασία ή ακαλλιέργεια είναι επίσης ευεργετικές λόγω αυξημένης οργανικής ουσίας, της διατήρησης υγρασίας, και των περιορισμένων προβλημάτων δημιουργίας κρούστας που μπορούν να μειώσουν την εμφάνιση σποροφύτων (Daun, 1993).

1.7.3 ΣΠΟΡΑ

Η σπορά γίνεται συνήθως σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 8° C (μέσα Μαΐου), με ποσότητα 30 έως 40 kg/ha και όχι βαθύτερα από 2,5 έως 4

cm. Εάν το περίβλημα του σπόρου έχει διαρραγεί στη συγκομιδή, οι μύκητες του εδάφους μπορούν να μολύνουν το σπόρο, επομένως η επεξεργασία σπόρου με ένα μυκητοκτόνο θα αυξήσει την εμφάνιση και την ευρωστία των σποροφύτων.



Εικόνα 4 Άνθη και κάψες(a), τομή άνθους (b), άνθος με πέταλα και στήμονες (c), εγκάρσια τομή της ωοθήκης και των σεπάλων του λιναριού(d)

1.7.4 ΑΡΔΕΥΣΗ

Το λινάρι στην Ευρώπη συνήθως δεν αρδεύεται και ανέχεται τη μειωμένη υγρασία στο στάδιο των φυταρίων, της άνθησης και κατά τη διάρκεια της αρχικής ανάπτυξης (Martin *et al.*, 1976). Βροχόπτωση ή άρδευση αργά στην καλλιεργητική περίοδο μπορεί να προκαλέσει νέα έκπτυξη δευτερευόντων στελεχών, προκαλώντας ανομοιογενή ωρίμανση (Diepenbrock & Iwersen, 1989). Σε ξηρά περιβάλλοντα, η άρδευση στην περίοδο της άνθησης και του γεμίσματος των καρπών αυξάνει σημαντικά την απόδοση, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις επάρκειας αζώτου (Tiwari *et al.*, 1988; Dutta *et al.*, 1995).

1.7.5 ΛΙΠΑΝΣΗ

1.7.5.1 Άζωτο

Επάρκεια αζώτου αυξάνει τις αποδόσεις. Υπερβολική ποσότητα αζωτούχου λιπάνσεως υποκινεί τη φυτική αύξηση και αυξάνει την ευαισθησία στις ασθένειες και στο πλάγιασμα.

1.7.5.2 Φώσφορος και Κάλιο

Φωσφορική και καλιούχα λίπανση δεν γίνεται συνήθως στο λινάρι, εκτός από περιπτώσεις μεγάλης έλλειψης στο έδαφος.

1.7.5.3 Ψευδάργυρος

Το λινάρι είναι ευαίσθητο στην έλλειψη ψευδαργύρου, εφαρμογές θειϊκού ψευδαργύρου είναι πολύ συνηθισμένες στην Ευρώπη. Η τροφοπενία του ψευδαργύρου δημιουργεί χλωρωτικά φυτά και μειωμένη ανάπτυξη του κορυφαίου μεριστώματος.

1.7.6 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Ο χρόνος συγκομιδής του λιναριού επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες και την τελική χρήση του προϊόντος. Συγκομιδή του λιναριού σε διαφορετικές περιόδους με βάση τη μέθοδο CFF (CFF: Clemson Fiber Flax, είναι ένα σύστημα που βελτιστοποιεί την απόδοση του κλωστικού λιναριού και την ποιότητα του προσδιορίζοντας την προετοιμασία του χωραφιού, την ημερομηνία σποράς και τις τεχνικές συγκομιδής) παρέχει μια διαφοροποίηση των προϊόντων:

1. Πρώιμη καλλιέργεια μόνο για παραγωγή ίνας, μαζί με ανώριμους σπόρους για μεγαλύτερη ποιότητα ίνας, ή
2. Όψιμη καλλιέργεια για παραγωγή και σπόρου και ίνας.

Το λινάρι θερίζεται συνήθως όταν ωριμάσουν 74% των καψών που αποκοτούν καφέ χρώμα και ακολούθως με τη μείωση της υγρασίας μπορεί να αλωνιστεί με αλωνιστική μηχανή. Εάν και τα φυτά και οι σπόροι είναι αρκετά ξηροί, μπορεί να γίνει θεριζοαλωνισμός. Η θεριζοαλωνιστική πρέπει να ρυθμιστεί προσεκτικά, για να αποτραπεί ζημία στο περιβλημά του σπόρου και η απώλεια των σπόρων στο έδαφος (Daun, 1993).



Εικόνα 5 Μηχανήματα συγκομιδής του λιναριού

1.8 ΧΡΗΣΕΙΣ

Το λινάρι (*Linum usitatissimum* L.) γενικά καλλιεργείται είτε για παραγωγή ίνας χρησιμοποιώντας ποικιλίες για ίνα είτε για παραγωγή σπόρου όπου χρησιμοποιούνται οι ποικιλίες με μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι. Πρόσφατα, μελετήθηκε η διπλή χρήση τόσο των σπόρων όσο και του στελέχους (Kaul *et al.*, 1994; Foster *et al.*, 1997). Γεγονός είναι, όπως αναφέρθηκε και από τους Easson & Molloy (1996), ότι η απόδοση της ίνας είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή του σπόρου (1366-2267 kg ha⁻¹ έναντι 451-837 kg ha⁻¹).

Παρόλα αυτά, εάν μαζί με τα στελέχη του λιναριού μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και οι σπόροι, η χρησιμότητα και η αξία μεταποίησης της καλλιέργειας θα αυξανόταν, καθώς και το εισόδημα των αγροτών (Reijonen 1998).

Πίνακας 1 Παραγωγή και απόδοση για τα έτη 1990 και 2007 (Πηγή FAOSTAT)

ΧΩΡΑ	AREA HARVASTED (HA)		YIELD (HG/HA)	
	1990	2007	1990	2007
Λευκορωσία		65476		2214 Fc
Βέλγιο-Λουξεμβούργο	11722		7500 Fc	
Τσεχία		2640		6598 Fc
Εσθονία		136		11691 Fc
Γαλλία	60927	72000 F	5976 Fc	5694 Fc
Γερμανία	3000 *	6300	13333 Fc	10158 Fc
Ελλάδα	0 NR	0 NR	0 NR	0 NR
Ουγγαρία	8578	1900 F	11456 Fc	10263 Fc
Ιταλία	530	3000 *	9056 Fc	6666 Fc
Λετονία		500		2000 Fc
Λιθουανία		700		5714 Fc
Ολλανδία	5535	4500 F	14453 Fc	7777 Fc
Πολωνία	29630	1759	3660 Fc	11591 Fc
Ρουμανία	49900	473	5611 Fc	8329 Fc
Ρωσία		74000		10770 Fc
Σλοβακία		1726		7746 Fc
Ισπανία	20	6250 F	7000 Fc	11680 Fc
Σουηδία	0	4321	0	15505 Fc
Ουκρανία		24100		4730 Fc
Αγγλία	33700	12500	20771 Fc	18400 Fc

* = Unofficial figure | F = FAO estimate | NR = Not reported by country | Fc = Calculated data

FAOSTAT | ©FAO Statistics Division 2009 | 11 December 2009

Στην έρευνα για εναλλακτικές καλλιέργειες με σκοπό την αύξηση της ποικιλομορφίας των ευρωπαϊκών καλλιεργειών, το λινάρι (*Linum usitatissimum* L.) για παραγωγή λιναρόσπορου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε ένα ευρύ φάσμα αγρο-οικολογικού περιβάλλοντος, παρόλο που δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ένα νέο είδος καθώς είναι ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα φυτά. Υπάρχουν αρκετά πλεονεκτήματα που μπορούν να προκύψουν από μια

ευρύτερη καλλιέργεια του στην Ευρώπη. Είναι ένα είδος με χαμηλές απαιτήσεις σε άζωτο (Hocking *et al.*, 1987), μειώνοντας έτσι το ρίσκο των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Δεν χρειάζονται ειδικά μηχανήματα για σπορά και συγκομιδή, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ίδιος εξοπλισμός με τα χειμερινά σιτηρά.

1.8.1 Λινάρι για ανθρώπινη κατανάλωση

Η χρήση του λιναριού ως πηγή τροφίμων και φυσικό καθαριστικό χρονολογείται πίσω από τους αρχαίους Έλληνες και τους Αιγυπτίους. Χρησιμοποιήθηκε επίσης ως τρόφιμο στην Ασία και στην Αφρική (Berglund, 2002). Οι μοναδικές και διαφορετικές ιδιότητες του λιναριού αναβιώνουν το ενδιαφέρον για αυτήν την καλλιέργεια, γεγονός ότι το 2005, περίπου 200 νέα τρόφιμα και προϊόντα προσωπικής φροντίδας που εισήχθησαν στην αμερικανική αγορά περιείχαν λινάρι ή συστατικά λιναριού (Morris, 2007), υποδηλώνει ότι τα βασισμένα στο λινάρι προϊόντα έχουν υψηλή αναπτυξιακή δυναμική στη βιομηχανία των λειτουργικών προϊόντων.

Ο συμβατικός σπόρος λιναριού περιέχει ένα μίγμα λιπαρών οξέων και είναι πλούσιος σε δύο σημαντικά λιπαρά οξέα, α-λινολενικό οξύ (ALA C18:3 - ω-3) και λινελαιϊκό οξύ (LA; C18:2 - ω-6).

Πίνακας 2 Τυπική περιεκτικότητα % των λιπαρών οξέων του λαδιού από λιναρόσπορο.

C16:0	6%	Παλμιτικό οξύ
C18:0	2,5%	Στεατικό οξύ
C20	0,5%	Αραχιδικό οξύ
C18:1	19%	Ελαιϊκό οξύ
C18:2	24,1%	Λινελαιϊκό οξύ
C18:3	47,4%	Λινολενικό
	0,2%	Άλλα

Το ω-3 λιπαρά οξέα απαιτούνται για τη βέλτιστη ανάπτυξη του νευρικού συστήματος και την ωρίμανση της οπτικής οξύτητας (αμφιβληστροειδής) στα πρόωρα νεογνά και τα νήπια (Neuringer & Connor, 1986; Uauy *et al.*, 1996).

Ανεπάρκεια των ω-3 λιπαρών οξέων αυξάνει τις πιθανότητες για διαβήτη, καρκίνο, αρθρίτιδα, φλεγμονώδεις ασθένειες, κατάθλιψη, καρδιακές παθήσεις, υπέρταση, προβλήματα μνήμης, αύξησης βάρους και μερικών αλλεργιών (Morris, 2007).

Τα ω-3 λιπαρά οξέα έχουν δείξει μετά από κλινικές μελέτες ότι μειώνουν την εμφάνιση της στεφανιαίας νόσου. Η ημερήσια λήψη των συνολικών ω-3 λιπαρών οξέων στις Η.Π.Α. είναι περίπου 1.6 g/ημέρα ($\approx 0.7\%$ της προσροφούμενης ενέργειας). Από αυτά, το α-λινολενικό οξύ είναι περίπου 1.4 g/ημέρα. Οι κυριότερες πηγές για το α-λινολενικό οξύ είναι οι ακόλουθες:

Πίνακας 3 Περιεχόμενο α-Λινολενικό οξύ επιλεγμένων λαδιών από λαχανικά, ξηρούς καρπούς και σπόρους *(Πηγή USDA Nutrient Laboratory)

	Περιεχόμενο α-Λινολενικό οξύ, gr/tbsp*
Ελαιόλαδο	0,1
Καρύδια (αγγλικά)	0,7
Λάδι Σόγιας	0,9
Ελαιοκράμβη	1,3
Λάδι Καρυδιών	1,4
Λινάρι	2,2
Λάδι Λιναριού	8,5

1.8.2 Λινάρι για εδωδιμο λάδι

Η άμεση χρήση του μη επεξεργασμένου συμβατικού λαδιού του λιναριού στην ανθρώπινη διατροφή περιορίζεται από τη σταθερότητα των προϊόντων. Το λάδι του λιναρόσπορου με το υψηλό α-λινολενικό οξύ είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην οξείδωση και τον πολυμερισμό. Ενώ αυτές οι ιδιότητες το καθιστούν κατάλληλο για άλλες βιομηχανικές εφαρμογές,

περιορίζει την άμεση αντικατάσταση του λαδιού του λιναριού αντί του λαδιού της ελαιοκράμβης (*Brassica napus* L.) ή του αραβοσίτου (*Zea mays* L.). Οι ιδιότητες του λαδιού του λιναριού είναι τόσο μοναδικές και γι' αυτό καταβάλλεται ιδιαίτερη προσπάθεια για να ανταγωνιστεί το προφίλ του λιπαρού οξέος. Δεδομένα ερευνών για την ενίσχυση των ελαίων της σόγιας και της ελαιοκράμβης σε ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα με σκοπό την αντικατάσταση των ιχθυελαίων στη διατροφή μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία και για την ενίσχυση του λινελαίου (Cahoon, 2003; Scarth & Tang, 2006).

1.8.3 Λινάρι για Παραγωγή Ίνας

Για αιώνες, η ίνα λιναριού είχε καταλάβει μια σημαντική θέση στη βιομηχανία κλωστοϋφαντουργίας. Η ίνα λιναριού χρησιμοποιήθηκε από τους προϊστορικούς κατοίκους των λιμνών της Ελβετίας για την παραγωγή του λινού > 5000 έτη π.Χ. Η τέχνη της ύφανσης της ίνας λιναριού στο λινό μπορεί να είχε δημιουργηθεί στην Αίγυπτο επειδή τα ρούχα που τύλιγαν τα σώματα των Φαραώ αποτελούνταν από τις ίνες λιναριού. Εισήχθη έπειτα στην Ινδία, όπου, πριν από τη χρήση του βαμβακιού, το λινό χρησιμοποιήθηκε από πολλές φυλές (Richharia, 1962). Οι πρώτοι άποικοι έφεραν το λινάρι για την ίνα του στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Με την επέκταση της καλλιέργειας του βαμβακιού και την εφεύρεση της εικοκιστικής μηχανής του βαμβακιού στις ΗΠΑ, η χρήση του λινού ως κλωστοϋφαντουργικό προϊόν μειώθηκε.

Οι ίνες του στελέχους του λιναριού είναι πρώτιστα κύτταρα φλοιωμάτων, στα οποία το πάχος των τοιχωμάτων των κυττάρων μπορεί να φθάσει τα 10 μm και παραπάνω (10 έως 100 φορές παχύτερο από άλλους τύπους κυττάρων). Σύμφωνα με την παραδοσιακή μέθοδο, που χρησιμοποιούσαν και στην Ελλάδα, όταν υπήρχε η καλλιέργεια του λιναριού, τα στελέχη μετά τον αποχωρισμό των καψών υποβάλλονται σε βακτηριακή ζύμωση, είτε με την παραμονή τους σε νερό για 10-12 ημέρες, είτε σε βροχερές περιοχές με την επίδραση των βροχών και της δροσιάς στον αγρό. Μ' αυτόν τον τρόπο

αποσυντίθενται οι πηκτίνες και χαλαρώνουν οι ίνες. Στη συνέχεια τα στελέχη ξηραίνονται και με ειδικά εργαλεία ή μηχανές αποχωρίζονται οι ίνες από τον βλαστό. Οι ίνες αποτελούσαν συνήθως το 10-20% του βάρους του βλαστού, όταν χρησιμοποιούνταν η παλιά τεχνολογία. Σε ανεπτυγμένες περιοχές σήμερα γίνεται εκρίζωση των φυτών με μηχανές αντί για κοπή (Foulk *et al.*, 2002; Sharma & Van Sumere, 1992).

Στη δεκαετία του '80, έγιναν διάφορες προσπάθειες για να αναπτυχθεί μια νέα μέθοδος, αντικαθιστώντας τα αναερόβια βακτηρίδια με ένζυμα (Van Sumere, 1992). Οι προσπάθειες γίνονταν επίσης από το Τμήμα Γεωργίας των Η.Π.Α. (USDA) ώστε να αναπτυχθεί μια πιλοτική μέθοδος ένζυμο-ενυδατώσεως για την αντικατάσταση των παραδοσιακών μεθόδων, με σκοπό την παραγωγή ινών λιναριού με συγκεκριμένες ιδιότητες βιομηχανικών χρήσεων (Foulk *et al.*, 2002). Τα πλεονεκτήματα αυτής της νέας μεθόδου περιλαμβάνουν μειωμένο χρόνο ενυδατώσεως, αυξημένη παραγωγή και σταθερότητα ινών (Foulk *et al.*, 2002).

Πίνακας 4 Ιδιότητες των ινών του λιναριού με διαφορετική επεξεργασία (Πηγή: Akin *et al.*, 2000).

Δείγμα	Δύναμη (g/tex)	Fineness (micronaire)
European long line, dew-retted	38 ± 5	8.0
South Carolina grown, dew-retted, cottonized	24 ± 2	4.2
Ariane fiber flax, spray-enzyme-retted _z	27 ± 4	7.1
Shirley-cleaned _z	18 ± 2	4.6
Ariane fiber flax, spray-enzyme-retted _y	33 ± 5	7.8
Shirley-cleaned _y	27 ± 2	4.8
Seed flax, spray-enzyme-retted, Shirley-cleaned	21 ± 1	4.1
Upland cotton (included as reference)	21 to 25	3.7 to 4.2

_zEnzyme-retted with 0.3% v/v enzyme mixture supplied by Novozymes, Franklinton, North Carolina.

_yEnzyme-retted with 0.05% v/v enzyme mixture supplied by Novozymes, Franklinton, North Carolina.

Η ίνα του λιναριού είναι μαλακή, λαμπερή και εύκαμπτη. Είναι πιο ισχυρή από την ίνα βαμβακιού αλλά λιγότερο ελαστική. Η ίνα που λαμβάνεται από το λινάρι είναι γνωστή για το μήκος, την αντοχή της αλλά και η χημική σύνθεση και η διάμετρος είναι επίσης σημαντικές (Smeder & Liljedahl, 1996). Οι λεπτότερες ίνες χρησιμοποιούνται για τα υφάσματα λινού όπως υφάσματα δαμάσκηνα, δαντέλλες και σεντονόπανα. Οι χονδρότερες ίνες χαμηλότερης ποιότητας χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σπάγκου και σχοινού.

Το λινάρι είναι μια πηγή βιομηχανικών ινών που μετά από επεξεργασία, αποδίδει μακριές και κοντές ίνες ύφανσης (Van Sumere, 1992). Η μακριά ίνα χρησιμοποιείται στην κατασκευή των υψηλών αξίας προϊόντων λινού, ενώ οι κοντές μη συνεχείς ίνες χρησιμοποιούνται για τα χαμηλότερης αξίας προϊόντα όπως τα καλύμματα, τα χαλιά, τα στρώματα και τους τάπητες. Τα νήματα των ινών λιναριού είναι αρκετά ισχυρά για την προετοιμασία των νημάτων ραπτικής, για τη ραφή κουμπιών και παπουτσιών. Το λινό χρησιμοποιείται επίσης στην παραγωγή των υψηλότερων ποιοτικώς χαρτομάντιλων, κλινοστρωμών, κουρτινών, υφασματομπορίας, κάλυψης μαξιλαριών, καλυμμάτων τοίχων, πετσετών, άλλων διακοσμητικών υλικών και υλικών για τα κοστούμια και τα παραδοσιακά ενδύματα της Ασίας (Gill, 1987). Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των επίπλων από μορισσανίδες (Papadopoulos & Hague, 2003). Σε σύγκριση με τα βιομηχανικά ξύλινα μόρια, τα μόρια λιναριού χαρακτηρίστηκαν από υψηλότερο μήκος στο πάχος και το μήκος στις αναλογίες πλάτους και το χαμηλότερο φαινόμενο ειδικό βάρος (Papadopoulos & Hague, 2003). Οι ίνες λιναριού γίνονται επίσης ένα αναπόσπαστο τμήμα των νέων σύνθετων υλικών που χρησιμοποιούνται στο εσωτερικό των αυτοκινήτων και στην οικοδομική βιομηχανία. Οι συνθετικές ουσίες που φτιάχνονται από την ίνα λιναριού βασισμένη σε πολυμερές σώμα θα μπορούσε να είναι μια φιλική προς το περιβάλλον και βιοδιασπώμενη εναλλακτική λύση στα συμβατικά πλαστικά (Wrobel *et al*, 2004).

Μετά από την εξαγωγή της ίνας από το στέλεχος του λιναριού, το 80% των υπολειμμάτων του στελέχους μπορεί να αποσπαστεί μηχανικά. Αυτό το υλικό μπορεί να μετατραπεί σε πολτό και να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή χαρτιού. Η ίνα λιναριού είναι επίσης μια πρώτη ύλη στη βιομηχανία χαρτιού, για τη χρήση των τυπωμένων τραπεζογραμμάτων και το χαρτί περιτυλίγματος των τσιγάρων. Οι ίνες του λιναριού πλεονεκτούν στις βιομηχανικές εφαρμογές. Είναι μια βιοδιασπώμενη, ανανεώσιμη, μη λειαντική πρώτη ύλη, παρ' όλο που υστερεί σε ορισμένες χρήσεις λόγω μη κατάλληλων μηχανικών ιδιοτήτων όπως η εκτατή δύναμη, οι ελαστικές ενότητες (Wedler & Kohler, 1994; Smeder & Liljedahl, 1996). Η σχέση μεταξύ του κόστους παραγωγής και των συγκριτικών πλεονεκτημάτων της ίνας μπορεί να περιορίσει τη χρήση του λιναριού σε εφαρμογές μεγάλης κλίμακας.

1.8.4 Λινάρι ως τροφή για τα ζώα

Το λινάρι είναι ενσωματωμένο στα ζωικά τρόφιμα με διάφορες μορφές: ολόκληρος σπόρος, συμπληρώματα λαδιού, πίτα. Η πίτα, γνωστή ως LSOM ή κέικ λιναρόσπορου στην Ευρώπη και την Ασία, αντίστοιχα, είναι το υπόλειμμα μετά από την εξαγωγή του λαδιού από τους σπόρους. Αυτό το πολύτιμο προϊόν ζωοτροφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συμπληρώσει τις διατροφές και των μηρυκαστικών και των μη-μηρυκαστικών.

Η ποσότητα των λοβών στη ζωοτροφή του λιναριού είναι περίπου 38%, δύο φορές το επίπεδο της πίτας ελαιοκράμβης ή σόγιας (Anonymous, 1997). Το υποπροϊόν της αποφλοιώσης του σπόρου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην τροφή των κατοικίδιων πτηνών ή στο σιτηρέσιο των πουλερικών (Oomah & Mazza, 1998). Το λάδι από το σπόρο του λιναριού χρησιμοποιείται επίσης στις τροφές των κατοικίδιων ζώων (σκυλιών, γατών και αλόγων. Τα βασικά λιπαρά οξέα (ALA και LA) παρόντα στον σπόρο του λιναριού συμβάλλουν σε ένα λαμπερό τρίχωμα, βοηθούν στην πρόληψη ξηροδερμίας και στην

πιτυρίαση και στη μείωση των στομαχικών διαταραχών και προβλημάτων των ζώων.

1.8.5 Λινάρι για Βιομηχανικές Χρήσεις

Οι βιομηχανικές εφαρμογές είναι δυνατές σε ποικιλίες λιναριού με υψηλή περιεκτικότητα σε α-λινολενικό οξύ (18:3 C> 57%). Όταν το λάδι του λιναριού εκτεθεί στον αέρα, οι διπλοί δεσμοί του λινολενικού οξέως αντιδρούν με το οξυγόνο και σχηματίζουν μια σχετικά μαλακή, ανθεκτική ταινία. Αυτή η ιδιότητα είναι γνωστή ως ποιότητα "ξήρανσης" του λαδιού του λιναρόσπορου και είναι υπεύθυνη για την εκτενή χρήση του στην κατασκευή βερνικιών,

λαδόπανων, μελανιού για εκτυπωτή, απομίμηση δέρματος και επίσης ως διαχωριστικό για συγκεκριμένες επιφάνειες στις εθνικές οδούς (Rowland *et al.*, 1995). Η ποιότητα ξήρανσης του λαδιού μπορεί να



βελτιωθεί με την προσθήκη ενός καταλύτη μετάλλων **Εικόνα 6** Διάφοροι τύποι υλικών που παράγονται από το λάδι του λιναριού

για να προωθηθεί η οξειδωση και επίσης μερικώς να προ-οξειδωθεί το λάδι μέσω της έκθεσης στον αέρα. Εκτός από τη χρήση του ως βερνίκι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο στα χρώματα ζωγραφικής, καθιστώντας τα ελαιοχρώματα περισσότερο ρευστά, διαφανή και στιλπνά. Το λάδι του λιναριού χρησιμοποιείται ως "λούστρο" για τα ξύλινα έπιπλα για να αποτρέψει τα χτυπήματα. Δεν καλύπτει την επιφάνεια του ξύλου αλλά ενυδατώνει στους πόρους, αφήνοντας μια λαμπερή αλλά όχι στιλπνή επιφάνεια.

Το λάδι είναι η σημαντικότερη πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για να γίνει το δάπεδο από το λινέλαιο. Στο στάδιο της κατασκευής λινελαίου, το οξειδωμένο λάδι αναμιγνύεται με το κολοφώνιο για να παραχθούν κόκκοι λινελαίου, που πιέζονται επάνω σε υπόστρωμα γιούτας, κάνοντας τα φύλλα λινελαίου (Green floors linoleum flooring, 2008). Αυτό το φυσικό υλικό δαπέδου είναι μακράς διάρκειας και ελκυστικό.

Η φυτική κόλλα του σπόρου λιναριού έχει γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες καλύτερες από το Tween 80 και της αραβικής κόμμεως και έχει πιθανές βιομηχανικές χρήσεις (Minker *et al.*, 1973). Η αποφλοιώση του σπόρου λιναριού είναι επίσης μια σημαντική διαδικασία για την προστιθέμενη αξία των βιομηχανικών προϊόντων. Για την παραλαβή πρωτεϊνικών προϊόντων, έχουν γίνει προσπάθειες να αφαιρεθεί το υδροκολλώδες κόμμι του σπόρου του λιναριού με την ξηρή αποφλοιώση των σπόρων (Dev & Quensel, 1988).

Το άχυρο από το λινάρι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο ουδέτερου άνθρακα το οποίο καίγεται καθαρά και έχει την ίδια θερμομαντική αξία με το ελαφρύ κάρβουνο.



Διάγραμμα 1 Χρήσεις του λιναριού

Πίνακας 5 Θρεπτική αξία του λιναριού

Θρεπτικό Συστατικό	Μονάδα	Αξία στα 100gr	Αριθμοί μετρήσεων	Τυπικό σφάλμα
Νερό	g	6,96	3	1,636
Ενέργεια	Kcal/kJ	534/2234	0	
Πρωτεΐνη	g	18,29	7	0,917
Ολικά λιπίδια	g	42,16	6	3,188
Τέφρα	g	3,72	3	0,026
Ύνα	g	27,3	3	0,323
Ολικά σάκχαρα	g	1,55	0	
Σουκρόζη	g	1,15	3	0,310
Γλυκόζη	g	0,40	3	0,190
Ιχνοστοιχεία				
Ασβέστιο	mg	255	7	35,614

Σίδηρος	mg	5,73	7	0,555
Μαγνήσιο	mg	392	7	20,100
Φώσφορος	mg	642	3	20,250
Κάλιο	mg	813	7	9,324
Νάτριο	mg	30	7	3,989
Ψευδάργυρος	mg	4,34	7	0,118
Χαλκός	mg	1,220	7	0,075
Μαγγάνιο	mg	2,482	7	0,186
Σελήνιο	mcg	25,4	2	
Βιταμίνες				
Βιταμίνη C	mg	0,6	3	0,108
Θειαμίνη	mg	1,644	3	1,111
Ριβοφλαβίνη	mg	0,161	3	0,071
Νιασίνη	mg	3,080	3	0,130
Παντοθενικό οξύ	mg	0,985	3	0,415
Βιταμίνη B-6	mg	0,473	3	0,138
Folate, total	mcg	87	3	24,975
Folate, food	mcg	87	3	24,975
Folate, DFE	mcg_DFE	87	0	
Χολίνη,συνολική	mg	78,7	0	
Betaine	mg	3,1	1	
Lutein+zeaxanthin	mcg	651	9	52,611
Βιταμίνη E	mg	0,31	6	0,006
Tocopherol,gamma	mg	19,95	6	5,066
Tocopherol,delta	mg	0,35	6	0,131
Βιταμίνη K	mcg	4,3	2	
Λιπίδια				
Λιπαρά οξέα	g	3,663	0	
14:0	g	0,008	3	0,008
15:0	g	0,005	1	
16:0	g	2,165	7	0,191
17:0	g	0,018	1	
18:0	g	1,33	7	0,064

20:0	g	0,052	3	0,005
22:0	g	0,052	3	0,011

1.9 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Οι περισσότερες ποικιλίες του λιναριού είναι ανθεκτικές στη φουζαρίωση (*Fusarium oxysporum* f.sp.lini.) και σκωρίαση (*Melampsora lini*). Η ριζοκτόνια μπορεί να είναι πρόβλημα υπό ορισμένους όρους.

Πιθανές αλληλεπιδράσεις του *L. usitatissimum* με άλλες μορφές ζωής

Πίνακας 6 Πιθανές επιδράσεις του λιναριού με άλλες μορφές ζωής

Άλλες μορφές ζωής	Αλληλεπίδραση με <i>L. usitatissimum</i> (Παθογόνο, Συμβιωτικός ή Ευεργετικός Οργανισμός, Καταναλωτής, Μεταφορά Γονιδίων)
<i>Melampsora lini</i>	Παθογόνο
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lini</i>	Παθογόνο
<i>Septoria linicola</i>	Παθογόνο
<i>Rhizoctonia solani</i>	Παθογόνο
<i>Polyspora lini</i>	Παθογόνο
<i>Colletotrichum lini</i>	Παθογόνο
Σήψη σποροφύτων (specify)	Παθογόνο
Άλλες ασθένειες (specify)	Παθογόνο
Aster yellows mycoplasma	Παθογόνο
Flax bollworm	Καταναλωτής
Αφίδες	Καταναλωτής
Χρήσιμα Έντομα	Συμβιωτικός ή χρήσιμος οργανισμός
Μυκόρριζα	Συμβιωτικός ή χρήσιμος οργανισμός

Έντομα εδάφους	Καταναλωτής
Γαιοσκώληκες	Καταναλωτής
Μικροοργανισμοί του εδάφους	Συμβιωτικός ή χρήσιμος οργανισμός, Καταναλωτής
Πουλιά	Καταναλωτής
Animal browsers	Καταναλωτής
Άλλα <i>L. Usitatissimum</i> φυτά	Μεταφορέας γονιδίων

1.10 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Οι όροι οικολογική καλλιέργεια, βιολογική καλλιέργεια ή οργανική καλλιέργεια είναι συνώνυμες έννοιες.

Ως ξεχωριστές κατηγορίες και ως ποιοτικές έννοιες, χαρακτηρίζουν τον ίδιο επιστημονικό κλάδο και υποδηλώνουν βασικές και τυπικές πλευρές μιας γεωργίας η οποία είναι ιδιαίτερα φιλική προς τη φύση και περιβαλλοντικά ανεκτή. Και οι τρεις έννοιες, ως ονομασίες για την ίδια μορφή της γεωργίας λαμβάνονται ως ισοβαρείς (κατάλληλες). Στη χώρα μας έχει καθιερωθεί ο όρος βιολογική γεωργία. Η λέξη «γεωργία» παραπέμπει στη φυτική παραγωγή, δηλαδή στις μεθόδους καλλιέργειας, και όχι στον γενικό όρο περί γεωργίας.

Στη βιολογική καλλιέργεια, η γεωργική εκμετάλλευση είναι προσαρμοσμένη σχεδόν οργανικά στα δεδομένα της εν λόγω περιοχής. Προσαρμογή στην περιοχή και εκμετάλλευση σύμφωνα με τις δυνατότητες της περιοχής γίνονται εξατομικευμένα, σε περιορισμένο χώρο και ειδικά για τον κάθε οικότοπο. Για τη σωστή οργάνωση και λειτουργία αυτής της μορφής της γεωργίας απαιτούνται πρότυπα και κανόνες.

«Ο πιο σημαντικός παράγοντας που θα βοηθήσει τη βιολογική γεωργία να συμβάλλει επιτυχώς στην ασφάλεια της τροφής είναι η στάση αυτών που παίρνουν τις αποφάσεις. Η βιολογική γεωργία πρέπει να συζητηθεί με ανοιχτά

μυαλά, με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα να ληφθούν υπόψη πολύ καθαρά» (Wynen, 1998).

Σύμφωνα με το Κώδικα Τροφίμων & Ποτών του FAO:

«Η βιολογική γεωργία, είναι ένα ολιστικό σύστημα διαχείρισης της παραγωγής, το οποίο προωθεί και ενισχύει την υγεία του αγροοικοσυστήματος, περιλαμβάνοντας την βιοποικιλότητα, τους βιολογικούς κύκλους και τη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους. Δίνει έμφαση στη χρήση της πρακτικής διαχείρισης αντί της χρήσης εξωτερικών γεωργικών εισροών, συμπεριλαμβάνοντας τις τοπικές συνθήκες που απαιτούν τοπικά συστήματα. Όλο αυτό, συμπληρώνεται χρησιμοποιώντας, όπου είναι δυνατό, γεωπονικούς, βιολογικούς και μηχανικούς τρόπους, που είναι αντίθετοι στη χρήση συνθετικών υλικών, για να ολοκληρώσει κάθε ειδική λειτουργία στο σύστημα» (FAO 1999).

Ένα μεγάλο ποσοστό της επιφάνειας της γης έχει μετατραπεί από την ανθρώπινη δραστηριότητα, με σημαντικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα, στην τροφική αλυσίδα, στη δομή και τη βιολογία του εδάφους και στο κλίμα. Η γη που χρησιμοποιείται ως αγροτική φτάνει το 38% της συνολικής παγκόσμιας επιφάνειας εδάφους, από την οποία το 69% αποτελούν μόνιμα λιβάδια, 28% είναι αροτραίες καλλιέργειες και το 3% είναι μόνιμες καλλιέργειες (FAO 2004).

Είναι η βιολογική γεωργία πιο φιλική στο περιβάλλον;

Υπάρχει μια ευρεία συμφωνία ότι η βιολογική γεωργία έρχεται πιο κοντά σε μια φιλική προς το περιβάλλον γεωργία (Πίνακας 7). Ιδιαίτερα έντονο είναι το σημαντικό επίπεδο της μόλυνσης από εντομοκτόνα στη συμβατική γεωργία, σε αντίθεση με τη βιολογική που η χρήση τους είναι πολύ περιορισμένη. Ένας δεύτερος σημαντικό τομέας στον οποίο η βιολογική γεωργία είναι πιο φιλική προς το περιβάλλον είναι η προστασία του εδάφους. Η φροντίδα του εδάφους είναι κατευθυντήρια αρχή της βιολογικής γεωργίας. Ένα τρίτο πλεονέκτημα

εικφράζεται από το σκοπό να ενισχυθεί η βιοποικιλότητα: η βιολογική γεωργία εξαρτάται από τις άθικτες οικολογικές ισορροπίες και τις ευνοϊκές βιολογικές διαδικασίες που εκφράζονται σε οικολογικές υπηρεσίες όπως η γονιμοποίηση ή ο έλεγχος των παρασίτων από φυσικούς εχθρούς (Alfoldi *et al.*, 2002). Stolze *et al.* (2000) και άλλοι καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η βιολογική γεωργία δημιουργεί πιο ευνοϊκές συνθήκες στα είδη και τα οικοσυστήματα σε επίπεδο ποικιλότητας χλωρίδας και πανίδας σε σύγκριση με τα συστήματα της συμβατικής γεωργίας.

Η οργανική διαχείριση θα μπορούσε να είναι το κλειδί που θα φέρει την υποβαθμισμένη γη πίσω στην παραγωγή και να συνεισφέρει σημαντικά στο παγκόσμιο πρόβλημα τροφής (Alfoldi *et al.*, 2002).

Πίνακας 7 Επισκόπηση των απόλυτων και σχετικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων της βιολογικής γεωργίας συγκρινόμενη με τη συμβατική.

Απόλυτη: αναφέρεται στην επίπτωση της βιολογικής γεωργίας στο περιβάλλον

Σχετική: αναφέρεται στη σχετική επίπτωση σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΑΠΟΨΗ	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ	
		Απόλυτη	Σχετική
Βιοποικιλότητα	Γενετική ποικιλότητα	+	+
	Ποικιλότητα χλωρίδας	+	++
	Ποικιλότητα πανίδας	+	+++
	Ποικιλότητα φυσικού περιβάλλοντος	+?	+
Τοπίο	Δομή του τοπίου και αισθητική αξία	+?	+
Έδαφος	Οργανική ύλη και οξύτητα	?	++
	Βιολογική δραστηριότητα	+?	+++
	Δομή του εδάφους	?	+
	Διάβρωση	-	++/-
	Απερήμωση	+	+
Εδαφικό και επιφανειακό νερό	Χρήση θρεπτικών στοιχείων και ισορροπία	-	++
	Έκπλυση νιτρικών	-	++/-
	Φωσφορικά	0	+?
	Εντομοκτόνα	-	+++

	Παθογόνα	-	-?
Κλίμα και Αέρας	CO ₂	+?	+?
	N ₂ O	-	+/-?
	CH ₄	-	?
	NH ₃	-	+/-?
Ενέργεια	Ένταση της χρήσης της ενέργειας	ME	++/-
	Αποδοτικότητα της χρήσης της ενέργειας	ME	+?

+ = Λίγο καλύτερα, ++ = Καλύτερα, +++ = Ουσιαστικά καλύτερα, ++/- = Καλύτερα με κάποιες πτυχές αρνητικές, +? = Καλύτερα με κάποιες αβεβαιότητες, +/-? = Ένα μέρος καλύτερα ένα χειρότερα με κάποιες αβεβαιότητες, ? = Ασαφές, - = Αρνητική επίπτωση, 0 = Καμία επίπτωση ή αλλαγή, ME = Μη εφαρμόσιμο.

1.11 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Η διαχείριση της γονιμότητας του εδάφους στα συστήματα της βιολογικής γεωργίας έχει βασιστεί σε κάποιες αρχές. Παρόλο που κάποιοι έχουν ισχυριστεί ότι τα συστήματα βιολογικής γεωργίας έχουν ριζικές διαφορές από τα άλλα συστήματα, αυτό δεν μπορεί να τεκμηριωθεί από την άποψη της γονιμότητας του εδάφους. Η διαχείριση λοιπόν χαρακτηρίζεται ποικιλοτρόπως από μικτή κτηνοτροφία, αμειψισπορές, χλωρές λιπάνσεις με ψυχανθή, εισροές οργανικών υλών και τη χρήση λιπασμάτων που δεν είναι ευδιάλυτα στο έδαφος (Stockdale *et al.*, 2001).

Τα ψυχανθή αποτελούν θεμελιώδη συνιστώσα των συστημάτων βιολογικής γεωργίας (στα λιβάδια, τη χλωρή λίπανση, την κάλυψη καλλιεργειών) επειδή μειώνουν ή περιορίζουν την ανάγκη λίπανσης με άζωτο με την προϋπόθεση να αζωτοδεσμεύουν (Μπιλάλης *et al.*, 2006). Η αειφορία της χρήσης των ψυχανθών στον ανεφοδιασμό με άζωτο τόσο στη βιολογική όσο και τη συμβατική γεωργία (Ridley *et al.*, 2004) εξαρτάται από:

1. Σταθεροποίηση επαρκούς αζώτου στη βιομάζα των ψυχανθών
2. Ικανότητα του εδάφους στην αύξηση της ορυκτοποίησης του οργανικού αζώτου

3. Ικανότητα των γεωργικών πρακτικών να αυξήσουν ευεργετικά τη γονιμότητα του εδάφους και τα περιβαλλοντικά αποτελέσματα από τα ψυχανθή και να μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις (π.χ. αύξηση της οξύτητας και της έκπλυσης του αζώτου).

1.12 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Με βάση έναν καλλιεργητή βιολογικών βοτάνων στον Καναδά (Schimpf & Lundberg-Schimpf 2005):

«Βοτανίζουμε 12 ώρες την ημέρα, 6 μέρες την εβδομάδα. Θα ήταν 7 μέρες αλλά χρειάζεται να ποτίζουμε κάθε τόσο.»

Η διαχείριση των ζιζανίων είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα στην οικονομία της καλλιέργειας βιολογικών. Έρευνες σε βιοκαλλιεργητές σε διάφορες χώρες κατά τη διάρκεια των ετών έχουν δείξει ότι τα ζιζάνια είναι πρωτεύων περιοριστικός παράγοντας κατά το μεταβατικό στάδιο (Baker & Smith, 1987; Peacock, 1990; Beveridge & Naylor, 1999; Walz, 1999; Zinati, 2002).

Ως αποτέλεσμα της απαγόρευσης των συνθετικών ζιζανιοκτόνων, η βιολογική γεωργία πρέπει να διαχειριστεί τις διάφορες καλλιέργειες και τα ζιζάνια χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό έμμεσων και άμεσων μεθόδων μηχανικών ρυθμίσεων για τα ζιζάνια (Πίνακας 8). Οι έμμεσες μέθοδοι αποτελούνται από όλες τις τεχνικές που έχουν στόχο τη βελτίωση της απόδοσης των καλλιεργειών, την ελάττωση της διάδοσης των σπόρων των ζιζανίων και την καταστολή της ανάπτυξης των ζιζανίων στις μόνιμες καλλιέργειες. Οι άμεσες μέθοδοι έχουν σκοπό να ρυθμίσουν τα ζιζάνια μηχανικά, χειρονακτικά, θερμικά ή βιολογικά. Αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με προληπτική και πολιτιστική μέθοδο για αποτελεσματική και μακροπρόθεσμη διαχείριση των ζιζανίων (Barberi, 2002).

Πίνακας 8 Μέθοδοι μη-χημικής διαχείρισης ζιζανίων (Πηγή: Körke 2000).

Έμμεσες Μέθοδοι	Άμεσες Μέθοδοι
Εναλλαγή καλλιέργειών <ul style="list-style-type: none"> • Ανταγωνισμός • Αλληλοπάθεια 	Μηχανικός Τρόπος <ul style="list-style-type: none"> • Βοτάνισμα • Ποικίλες Κατεργασίες • Φρεζάρισμα • Βούρτσες • Επιστρώματα
Υγιεινή του χώρου <ul style="list-style-type: none"> • Καθαρισμός των σπόρων • Απολύμανση των μηχανημάτων και των εργαλείων 	Θερμική Μέθοδος <ul style="list-style-type: none"> • Φλόγιστρα • Με ατμό • Υπέρυθρες
Καλλιέργεια του εδάφους <ul style="list-style-type: none"> • Κατεργασία (αναστροφή-μη αναστροφή) • Φωτοβιολογία 	Βιολογική Μέθοδος <ul style="list-style-type: none"> • Βόσκηση με ζώα • Κλασσικός βιο-έλεγχος • Βίο-ζιζανιοκτόνα, μικροοργανισμοί ως παθογόνα των ζιζανίων
Εξέλιξη της ανταγωνιστικότητας <ul style="list-style-type: none"> • Ποιότητα του σπόρου • Μορφολογία και σθένος των ποικιλιών • Πυκνότητα, απόσταση γραμμών, κατεύθυνση σποράς • Στρατηγική λίπανση και άρδευση 	

1.13 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ

Η μειωμένη κατεργασία είναι μια ιδέα που γίνεται πράξη για πολλές δεκαετίες (Baker *et al.*, 1996), αλλά πού πρόσφατα, και για ποικίλους λόγους, οι παραγωγοί έχουν σε μεγάλο βαθμό υιοθετήσει τη μειωμένη κατεργασία ως κύρια των γεωργικών πρακτικών τους (Lafond *et al.*, 1996). Μειωμένη εδαφική διάβρωση και βελτιωμένο φιλτράρισμα του νερού είναι δυο πλεονεκτήματα τα οποία μπορούν άμεσα να συνεισφέρουν στα αυξημένα υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους (Lafond, 1993; Lafond *et al.*, 1993). Άλλα πιθανά πλεονεκτήματα της μειωμένης κατεργασίας μπορεί να είναι μειωμένο κόστος καυσίμων, μεγαλύτερη ελαστικότητα χρόνου κατά τη σπορά, βελτιωμένη

εδαιφική δομή και καλύτερα επίπεδα οργανικής ουσίας στο έδαφος (Baker *et al.*, 1996).

Οι τεχνικές κατεργασίας μπορούν να έχουν μια πολύ μεγάλη επίδραση στην ποιότητα της σποροκλίνης, με τη συμβατική κατεργασία πολύ συχνά να καταλήγει σε ένα χαλαρό υπόστρωμα (Baker *et al.*, 1996). Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την απευθείας σπορά ή την ακατεργασία, στις οποίες το υπόστρωμα είναι πιο αδιαπέραστο και πιο συμπαγές, με πολύ μικρό ποσοστό υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους.

1.14 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

1.14.1 ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τα κυριότερα συστήματα κατεργασίας τα οποία εφαρμόζονται σε παγκόσμιο επίπεδο σήμερα στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, είναι τα εξής (Sprague, 1986):

α) Αροτριαία ή συμβατική κατεργασία: Γίνεται με την χρήση αρότρου ή δισκαρότρου με στόχο την αναστροφή του εδάφους, την καταστροφή της βλάστησης και την ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων της επιφάνειας. Ακολουθείται από την χρήση μηχανημάτων της δευτερογενούς κατεργασίας που στοχεύουν στην ομαλοποίηση της επιφάνειας και στο σχηματισμό της σποροκλίνης.

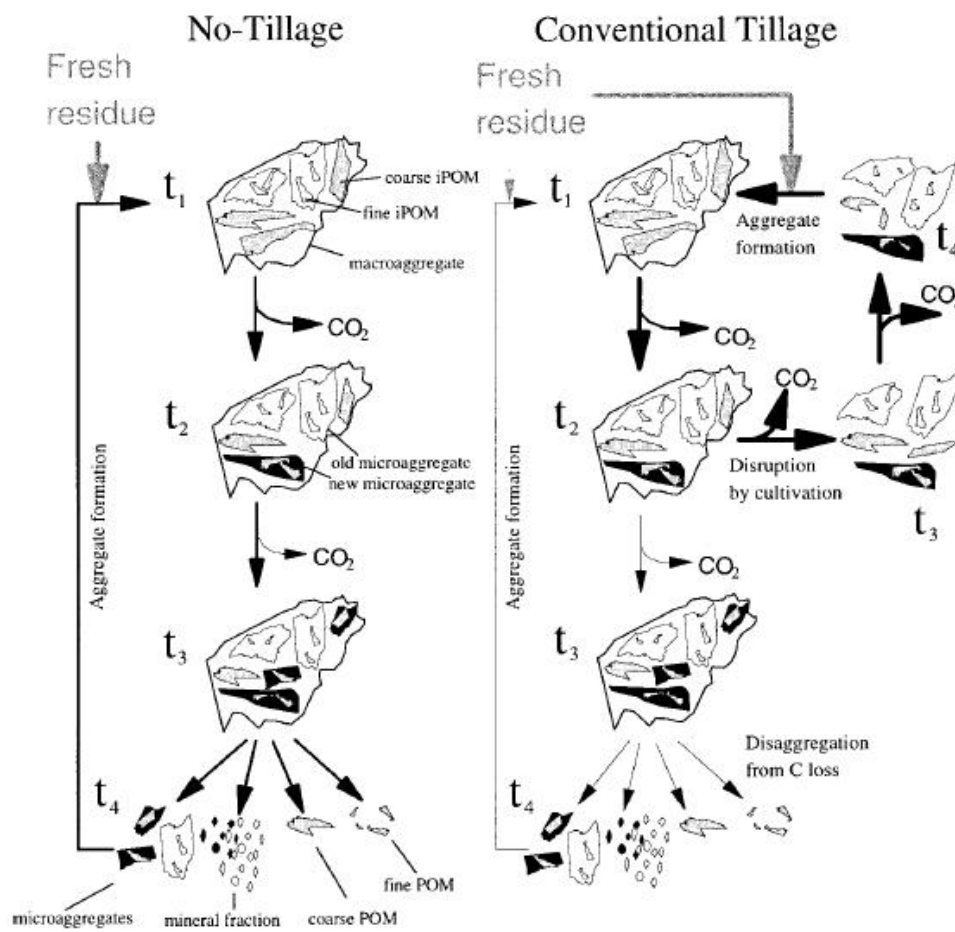
β) Μειωμένη κατεργασία: Γίνεται με τη χρήση της φρέζας ή του καλλιεργητή και σκοπός της κατεργασίας είναι η ομαλοποίηση, το σχίσιμο και η αναμόχλευση της ανώτερης επιφάνειας του εδάφους, ενώ ταυτόχρονα γίνεται ενσωμάτωση των υπολειμμάτων ή της ανεπιθύμητης βλάστησης στο έδαφος.

γ) No-Tillage (Ακατεργασία) : Είναι ένα σύστημα κατά το οποίο στενές μόνο λωρίδες του εδάφους αναμοχλεύονται και γι' αυτό το λόγο είναι αναγκαία η χρήση ζιζανιοκτόνων ή άλλων μέσων καταπολέμησης των ζιζανίων.

Η κατεργασία των λωρίδων δεν ξεπερνά τα 5x5 cm και θεωρείται αναγκαία για να καταστεί εφικτή η σπορά.

Ο Ελληνικός όρος που χαρακτηρίζει το No-Tillage είναι **ακατεργασία** και όχι **ακαλλιέργεια** και αυτό γιατί με την ακατεργασία, ο σπόρος τοποθετείται σε έδαφος του οποίου δεν αναμοχλεύεται μηχανικά ολόκληρη η επιφάνεια, ενώ η λέξη **ακαλλιέργεια** περιγράφει έδαφος με ή χωρίς κατεργασία στο οποίο όμως δεν υπάρχει καλλιέργεια «ακαλλιέργεια».

Στη χώρα μας στη συμβατική κατεργασία γίνονται 7 περίπου επεμβάσεις, στη μειωμένη κατεργασία 4-5 επεμβάσεις ενώ στην ακατεργασία περίπου 3 επεμβάσεις, οι οποίες αφορούν εκτός από τα μηχανήματα κατεργασίας και τις επεμβάσεις ζιζανιοτονίας και λίπανσης (Ευθυμιάδης, 1990).



Εικόνα 7 Εννοιολογικό μοντέλο του συνόλου των υπολειμμάτων δείχνει τη συσσώρευση και ορυκτοποίηση κάτω από τα συστήματα ακατεργασίας (NT) και συμβατικής κατεργασίας (CT).

1.14.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ

Τα συστήματα κατεργασίας ανάλογα με το είδος του εργαλείου αφήνουν ή όχι φυτικά υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους, ο ρόλος των οποίων χαρακτηρίζεται καθοριστικός σχεδόν από το σύνολο των ερευνητών στην επίδραση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους και δρουν άμεσα ή και έμμεσα στη διάβρωση. Όλες οι τεχνικές κατεργασίας οι οποίες αφήνουν υπολείμματα με ποσοστό εδαφοκάλυψης πάνω από 30%, χαρακτηρίζονται σαν συντηρητική κατεργασία¹ σε αντίθεση με την συμβατική κατεργασία όπου δεν αφήνει υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους αλλά ενσωματώνει τα υπολείμματα της καλλιέργειας όπως και κάθε άλλο είδος βλάστησης (π.χ. ζιζάνια) στο έδαφος. Τα κυριότερα συντηρητικά συστήματα κατεργασίας περιγράφονται στον πίνακα 9.

Με την συντηρητική κατεργασία επιτυγχάνονται δύο πράγματα:

- α) σημαντικές ποσότητες οργανικών υπολειμμάτων παραμένουν στην επιφάνεια του εδάφους &
- β) περιορίζεται η κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με την συμβατική κατεργασία.

¹ Η Συντηρητική κατεργασία είναι όρος που δεν έχει αναφερθεί έως τώρα στην Ελληνική βιβλιογραφία και ο αγγλοσαξονικός όρος είναι *Conservation Tillage* 2

Πίνακας 9 Γενική Ταξινόμηση διαφορετικών Συντηρητικών συστημάτων κατεργασίας. Όλα τα συστήματα αφήνουν 30% των υπολειμμάτων της καλλιέργειας στην επιφάνεια.

Σύστημα κατεργασίας	Καλλιεργητική Τεχνική
Ακατεργασία	Το έδαφος παραμένει αδιατάρακτο έως τη σπορά , κατά την οποία μία μικρή ζώνη 5x5cm κατεργάζεται. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με χημική ζιζανιοκτονία.
Κατεργασία σε Σαμάρια	Το έδαφος παραμένει αδιατάρακτο έως τη σπορά , η σπορά γίνεται σε σαμάρια με υπολείμματα και χώμα. Τα υπολείμματα καλύπτουν το 1/3 του εδάφους. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με χημική ζιζανιοκτονία και με σκαλιστήρια.
Κατεργασία σε λωρίδες	Το έδαφος παραμένει αδιατάρακτο έως τη σπορά . Κατεργασία γίνεται σε στενές λωρίδες με φρέζες ή με μικρούς καλλιεργητές κ.α. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με χημική ζιζανιοκτονία και με σκαλιστήρια.
Κατεργασία με υπολείμματα	Το έδαφος είναι κατεργασμένο προ της σποράς, αλλά τουλάχιστον το 30% των υπολειμμάτων μένει πάνω ή κοντά στην επιφάνεια. Χρησιμοποιούνται καλλιεργητές ή δισκάρωτρα κ.α. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με χημική ζιζανιοκτονία και με σκαλιστήρια.
Μειωμένη κατεργασία	Κάθε άλλο σύστημα κατεργασίας και καλλιεργητικής τεχνικής που αφήνει τουλάχιστον 30% των υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους.

1.14.3 ΠΟΡΩΔΕΣ

Με τη συμβατική κατεργασία στο βάθος κατεργασίας παρατηρείται αύξηση του ολικού πορώδους και του μακρο-πορώδους σε σχέση με την ελάχιστη κατεργασία. Όμως κάτω από αυτό το βάθος και λόγω της γεωργικής

πρακτικής προκαλείται μείωση του ολικού πορώδους, του μακροπορώδους και αύξηση της φαινομενικής πυκνότητας και της αντίστασης του εδάφους στη διείσδυση (Hermawen & Cameron, 1993).

Τόσο η κατεργασία του εδάφους όσο και τα φυτικά υπολείμματα προκαλούν αύξηση του μακροπορώδους ενώ υφίσταται υψηλού βαθμού συσχέτιση μεταξύ μακροπορώδους και φαινομενικής πυκνότητας (Carter, 1998).

Σε έρευνα στην Ιντιάνα μελετήθηκε η επίδραση 4 διαφορετικών συστημάτων εδαφοκατεργασίας (*καλλιεργητής - άροτρο - δισκάρωτρο - ακατεργασία*) στο μακρο-πορώδες του εδάφους στα βάρη 0-10, 10-20 & 20-30 cm όπου ως το βάθος των 10cm ο καλλιεργητής παρουσίασε μεγαλύτερο ποσοστό μακροπόρων ενώ στα υπόλοιπα βάρη, το σύστημα της ακατεργασίας έδωσε το μεγαλύτερο ποσοστό μακροπόρων (Heard *et al.*, 1998; Roseberg, 1992).

Όσα περισσότερα περάσματα γεωργικών μηχανημάτων γίνονται τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση του ολικού πορώδους και κυρίως των μακροπόρων οι οποίοι καταστρέφονται (Alakukku, 1996). Η μείωση του ποσοστού των μακροπόρων προκαλείται και από το βάρος των μηχανημάτων καθώς και από την πίεση των ελαστικών, (Danfors, 1994). Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι με το πέραςμα του χρόνου και με τις συνεχείς γεωργικές μεταχειρίσεις (συγκομιδή, στελεχοκοπή κ.α.) στα εδάφη που εφαρμόστηκε το σύστημα της ακατεργασίας χρειάζεται να δεχθούν κατεργασία με κάποιο μηχάνημα ώστε να αυξηθεί ξανά το ολικό πορώδες και κυρίως οι μακροπόροι.

Η ύπαρξη υπολειμμάτων στο έδαφος και η οργανική ουσία ανεξάρτητα από το σύστημα εδαφοκατεργασίας, επιδρούν μειωτικά στη φαινομενική πυκνότητα και αυξητικά στο ολικό πορώδες (Kandiah, 1979).

1.14.4 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

1.14.4.1 Εδαφοκατεργασία & οξύτητα του εδάφους

Η εδαφοκατεργασία επιδρά στην οξύτητα του εδάφους μέσω της οργανικής ουσίας, των κρυσταλλικών ορυκτών της αργίλου, των ένυδρων οξειδίων του *Fe* και του *Al*, την παρουσία ουδέτερων διαλυτών αλάτων καθώς και το CO_2 .

Η οργανική ουσία περιέχει καρβοξυλικές, φαινολικές και αμινικές ομάδες ικανές να συγκρατούν με ομοιοπολικό δεσμό ιόντα H^+ και να συμπεριφέρονται ως ασθενή οξέα με ποικίλο βαθμό διάστασης. Κατά τη διαδικασία αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων και της οργανικής ουσίας του εδάφους παράγονται οργανικά και ανόργανα οξέα με αποτέλεσμα μείωση του pH.

Σημαντική επίδραση στην οξύτητα του εδάφους ασκεί και η λίπανση με ανόργανα λιπάσματα. Επειδή στην ακατεργασία δεν γίνεται ενσωμάτωση των NH_4 - λιπασμάτων και κυρίως της $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ αυτά παραμένουν στα πρώτα cm του εδάφους με αποτέλεσμα να συσσωρεύεται NH_4^+ . Σε πενταετή έρευνα συνεχούς χρήσης $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ με ποσότητες 200 kg/ha στο σύστημα της ακατεργασίας παρατηρήθηκε στα πρώτα εκατοστά του εδάφους μεταβολή του pH από 6,9 σε 4,7 (Fox & Hoffman, 1981).

Σε δύο εδάφη Oxisol και Alfisol, στη Βραζιλία, παρατηρήθηκε ότι στη συμβατική κατεργασία μειώθηκε η τιμή pH σε σχέση με το σύστημα της ακατεργασίας, ενώ παρόμοια συμπεριφορά παρατηρήθηκε και στο ποσοστό οργανικής ουσίας και ολικού N (Sidiras *et al.*, 1985).

Υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι το pH μεταξύ της ακατεργασίας και της συμβατικής κατεργασίας, δεν παρουσιάζει διαφορές και αυτό το αποδίδουν στην ταχεία αποδόμηση της οργανικής ουσίας λόγω υψηλών θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων (Conyers *et al.*, 1996; Mahler & Harder, 1984; Jacobsen & Westerman, 1991).

1.14.4.2 Ποσοστό οργανικού C και Ολικού N

Οι δύο κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στη βιολογική αποδόμηση της οργανικής ουσίας είναι το σύστημα εδαφοκατεργασίας και η θερμοκρασία του εδάφους. Στο σύστημα της ακατεργασίας με τη διαδικασία διαχείρισης των υπολειμμάτων και την τοποθέτησή τους στην επιφάνεια επηρεάζεται η εδαφική υγρασία, η θερμοκρασία καθώς και η διατήρηση της δομής του εδάφους. Επίσης μειώνεται η επιφανειακή απορροή (Gate, 1984).

Η επίδραση της κατεργασίας στο ποσό του οργανικού C και ολικού N αφορά κυρίως τη ζώνη κατεργασίας ενώ κάτω από αυτή δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές. Σύγκριση 3 συστημάτων εδαφοκατεργασίας, ακατεργασία, άροτρο και καλλιεργητής έδειξαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα N και C στο σύστημα της ακατεργασίας και ακολούθησε το σύστημα του καλλιεργητή, (Karlen *et al.*, 1994.; Singh *et al.*, 1994; Alvarez *et al.*, 1995).

Σημαντική είναι η αλληλεπίδραση της κατεργασίας και της λίπανσης (Kahnt, 1976). Η κατεργασία με άροση και 4 διαφορετικά επίπεδα λίπανσης με N επηρέασε σημαντικά την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας η οποία ήταν μεγαλύτερη στη μικρότερη δόση νιτρικής λίπανσης (50 Kg/ha) σε σχέση με τα (150 Kg/ha) (Borresen & Njos, 1994).

Η ακατεργασία αύξησε το ποσοστό του οργανικού C σε σχέση με την συμβατική κατεργασία ανεξάρτητα από τον τύπο του εδάφους και την κοκομετρική σύσταση (Rhoton *et al.*, 1993).

Τα φυτικά υπολείμματα και τα καλλιεργητικά συστήματα επιδρούν σημαντικά στα ποσά N και C. Σε αμειψισπορά σόργο – αγρανάπαυση – σιτάρι στο της ακατεργασίας μετρήθηκαν μικρότερες ποσότητες ανόργανου N ενώ μεγαλύτερες ολικού N και οργανικού C σε σχέση με την συμβατική κατεργασία με άροτρο (Christensen *et al.*, 1994).

Στο σύστημα της ακατεργασίας κάτω από ξηροθερμικές συνθήκες καθώς και εντατικής γεωργίας το προστιθέμενο με την λίπανση N συγκρατείται στο έδαφος σε οργανική μορφή μέσω της μικροβιακής δραστηριότητας, ενώ

τα υπολείμματα στην επιφάνεια αποδομούνται με αργό ρυθμό δίνοντας έτσι N μέσω της μικροβιακής βιομάζας (Porter *et al.*, 1996).

Τα υπολείμματα των διαφόρων καλλιεργειών περιέχουν μεγάλες ποσότητες N. Σε έρευνα στην Αυστραλία βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα N στο έδαφος ήταν μεγαλύτερη στα αγροτεμάχια όπου αξιοποιήθηκαν τα υπολείμματα σε σχέση με αυτά που απομακρύνθηκαν ενώ η απόδοση ήταν κατά 10% μεγαλύτερη σε αυτά με τα υπολείμματα (Rochester *et al.*, 1997).

Ακόμη και στα Vertisols εδάφη όπου υπάρχει φυσική αναστροφή του εδάφους η σύγκριση των συστημάτων της ακατεργασίας και της συμβατικής κατεργασίας επί 20ετίας έδειξε υπεροχή του συστήματος της ακατεργασίας σε οργανικό C, ολικό N, μικροβιακό N και μικροβιακή βιομάζα, στα πρώτα 2,5 cm (Dalal *et al.*, 1991).

Η σχέση μεταξύ αντίστασης και οργανικής ουσίας είναι αρνητική. Η μεγάλη αντίσταση όμως, πολλές φορές είναι αποτέλεσμα της συμπίεσης του εδάφους από τα μηχανήματα και επιδρά στη μικροβιακή δραστηριότητα μειώνοντας την έκλυση CO₂ και την ανοργανοποίηση του N, γεγονός που οφείλεται στη διαφορετική αεροχωρητικότητα μεταξύ συμπιεσμένου και μη συμπιεσμένου εδάφους (Jensen *et al.*, 1996).

Σε έρευνα επίδρασης των συστημάτων της ακατεργασίας και της συμβατικής κατεργασίας στην οργανική ουσία σε ψυχρό και ξηρικό κλίμα βρέθηκε, ότι στο σύστημα της ακατεργασίας το ποσοστό ανοργανοποιήσιμου N ήταν μεγαλύτερο ενώ ήταν μικρότερο το ποσοστό ανοργανοποιήσιμου C σε σχέση με τη συμβατική κατεργασία. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη θερμοκρασία καθώς και στη μεγαλύτερη υγρασία κάτω από το σύστημα της ακατεργασίας (Franzluebbers & Arshad, 1996).

Σε μελέτη επίδρασης των υπολειμμάτων και των καλλιεργητικών συστημάτων στην οργανική ουσία και στην Μέση Σταθμισμένη Διάμετρο Συσσωματωμάτων, στο επιφανειακό έδαφος, βρέθηκε ότι τα ποσοστά οργανικού C και ολικού N όπως και η μικροβιακή δραστηριότητα ήταν

μεγαλύτερα στο σύστημα της ακατεργασίας και ακολουθούσε το σύστημα της άροσης. Επίσης παρατηρήθηκε υψηλή θετική γραμμική συσχέτιση μεταξύ Μέση Σταθμισμένη Διάμετρο Συσσωματωμάτων και ποσοστού οργανικού (Carter, 1992).

1.15 ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ

Η συμβιωτική δράση των ειδών μυκόρριζας είναι γνωστή για την αποτελεσματικότητά τους στην πρόσληψη φωσφόρου και στην αύξηση της εισροής φωσφόρου στα φυτά (Sanders & Tinker, 1971; Jakobsen, 1986).

Οι υφές της μυκόρριζας υπάρχουν και στη ρίζα-ξενιστή (εσωτερικό μυκήλιο) και έξω από αυτό (εξωτερικό μυκήλιο). Ποσοτικοποίηση της αποικίας των μυκήτων στη ρίζα γίνεται πολύ απλά με τη χρήση βιοχημικών (Hepper 1977; Bethlenfalvay & Ames, 1987; Olsson *et al.*, 1997) ή μικροσκοπικών (Philips & Hayman, 1970) τεχνικών, και η τελευταία μπορεί να συνδυαστεί με μορφομετρικές μεθόδους που αυξάνουν την ανάλυση των μετρήσεων (Toth & Toth, 1982; Toth *et al.*, 1991). Το λινάρι, συνήθως, παρασιτίζεται ισχυρά από AM μύκητες (Dugassa *et al.*, 1996) και εξαρτάται από αυτούς ως πηγή P σε χαμηλά ως μέτρια επίπεδα διαθεσιμότητας φωσφόρου (Dickson, 2003; Thompson, 1996; Thingstrup *et al.*, 1998).

Τα είδη της μυκόρριζας είναι πιθανότατα οι πιο άφθονοι μύκητες στα καλλιεργούμενα εδάφη, υπολογίζονται περίπου μεταξύ 5 έως 50% της βιομάζας των εδαφικών μικροβίων (Μπιλάλης *et al.*, 2008; Olsson *et al.*, 1999). Η ικανότητα των ειδών της μυκόρριζας να ενισχύουν την πρόσληψη του φυτού ξενιστή σε δυσκίνητα θρεπτικά στοιχεία, συγκεκριμένα σε P και Z (Bilalis *et al.*, 2008; Thompson, 1987), και την ανάγκη τους, έως και 20%, της φωτοσύνθεσης των ξενιστών για εγκατάσταση και διατηρησιμότητα είναι δεκτά (Bilalis *et al.*, 2009; Graham, 2000; Jakobsen & Rosendahl, 1990). Ο αποικισμός με είδη μυκόρριζας μπορεί επίσης να προστατεύει τις ρίζες των φυτών από συγκεκριμένα παθογόνα και να βελτιώνει τις υδατικές σχέσεις,

ιδιαίτερα κάτω από συνθήκες περιορισμού θρεπτικών στοιχείων (Graham, 2001; Sánchez-Díaz & Honrubia, 1994).

1.16 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Δεν υπάρχουν δεδομένα στην Ελλάδα για βιολογική καλλιέργεια λιναριού και το συγκεκριμένο πείραμα αποτελεί πρώτη προσέγγιση του θέματος. Το γεγονός ότι δεν υπάρχουν δεδομένα προκύπτει κατόπιν επικοινωνίας με τους φορείς πιστοποίησης, οι οποίοι ουδέποτε έχουν πιστοποιήσει βιολογικό λινάρι.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση των κύριων καλλιεργητικών τεχνικών (λίπανσης και κατεργασίας) στην ανάπτυξη και στις αποδόσεις του βιολογικού λιναριού.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για την μελέτη του θέματος εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός, στον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (37° 59'01.83" N, 23° 42'07.37" E, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας) ο οποίος δέχεται διαχείριση ως βιολογικός αγρός από το 1995. Καλλιεργήθηκαν τα ψυχανθή βίκος (*Vicia sativa*) και κουκιά (*Vicia faba*), ως ενδιάμεση καλλιέργεια (για χλωρή λίπανση) κατά τη χρονική περίοδο Ιανουαρίου 2009 έως Μάιο 2009. Στη συνέχεια, ακολούθησε η καλλιέργεια του λιναριού, που ήταν η κύρια καλλιέργεια κατά τη χρονική περίοδο Μάιο 2009 έως Αύγουστου 2009.

2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Ακολουθήθηκε σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 4 επαναλήψεις, 3 κύρια τεμάχια (διαφορετική κατεργασία εδάφους: 1. Καλλιεργητής και φρέζα – 2. Φρέζα – 3. Άροτρο και φρέζα) και 3 υποτεμάχια (διαφορετική χλωρή λίπανση: 1. Βίκος – 2. Κουκιά – 3. Μάρτυρας) (Σχήμα 1).

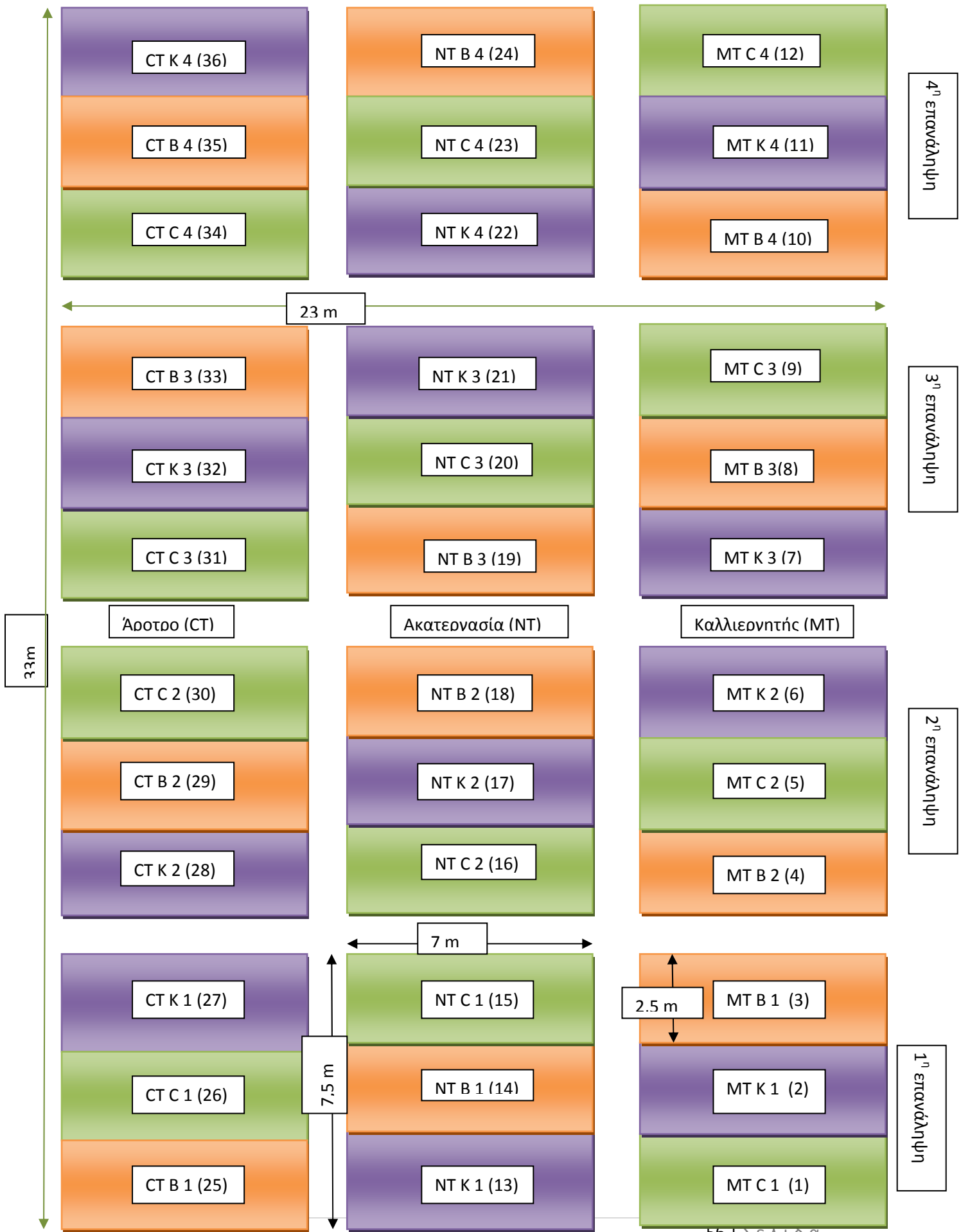
Ο συνολικός αριθμός των υποτεμαχίων ήταν 36.

Κάθε κύριο τεμάχιο είχε εμβαδό 52,5 m² ενώ κάθε υποτεμάχιο είχε εμβαδό 17 m². Συνολικά υπήρχαν 9 υποτεμάχια σε κάθε επανάληψη.

Η συνολική επιφάνεια του αγρού ήταν 33m X 23m= 759m².

2.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του πειράματος των υποδιαιρεμένων πειραματικών τεμαχίων έγκειται στην ευχέρεια, την οποία παρέχει στον ερευνητή να συμπεριλάβει στο πείραμά του παράγοντες, των οποίων τα επίπεδα για τεχνικούς ή άλλους λόγους απαιτούν μεγάλου μεγέθους πειραματικές μονάδες σε σύγκριση προς τα επίπεδα των άλλων παραγόντων του πειράματος. Στα πειράματα αυτά, το αποτέλεσμα του παράγοντα των κυρίων τεμαχίων εκτιμάται με μικρότερη ακρίβεια, ενώ αντιθέτως το αποτέλεσμα του παράγοντα των υποτεμαχίων και της αλληλεπίδρασης των παραγόντων εκτιμάται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η ανάλυση γίνεται περισσότερο πολύπλοκη όταν λείπουν ορισμένα πειραματικά δεδομένα.



Σχήμα 1 Ο πειραματικός αγρός

Υπόμνημα

CT: Conventional Tillage (Συμβατική Κατεργασία)

MT: Medium Tillage (Ελάχιστη Κατεργασία)

NT: No Tillage (Ακατεργασία)

B: Βίος

K: Κουριά

C: Compost (μάρτυρας)

1-36: αριθμός υποτεμαχίων

2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΥ

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Το έδαφος του πειραματικού αγρού, κατόπιν αναλύσεως, χαρακτηρίζεται σαν αργιλλοπηλώδες (CL) σύμφωνα με την παρακάτω ανάλυση:

CaCO ₃	15,99%	Μαργώδες
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	1,47%	Χαμηλή περιεκτικότητα
NO ₃ ⁻	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Κατά Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na ⁺	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική Σύσταση	ClayLoam	Αργιλλοπηλώδες (CL)

2.4 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Έγιναν τριών ειδών κατεργασίες στον πειραματικό αγρό.

- Στην πρώτη (1^η) κατεργασία (Μειωμένη, ΜΤ) χρησιμοποιήθηκε καλλιεργητής με βάθος κατεργασίας περίπου 30 cm και ακολούθησε μονό πέρασμα με φρέζα στα 5 cm έτσι ώστε να αφήσει αρκικά υπολείμματα στην επιφάνεια.
- Στην δεύτερη (2^η) κατεργασία (Συμβατική, CT) χρησιμοποιήθηκε άροτρο με βάθος άροσης 20-25 cm και διπλό πέρασμα με φρέζα.
- Στη μεταχείριση της ακατεργασίας (NT) έγινε μονό πέρασμα με φρέζα, με μεγάλη ταχύτητα και σε βάθος μικρότερο των 5 cm προκειμένου να είναι εύκολη η σπορά ενώ στην επιφάνεια παρέμειναν ο μεγαλύτερος όγκος υπολειμμάτων.

Για τη χλωρή λίπανση οι κατεργασίες έγιναν στις 20 Ιανουαρίου 2009, ενώ για το λινάρι στις 12 και 13 Μαΐου 2009.

Η χάραξη των γραμμών σποράς έγινε με γραμμοχαράκι. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 30 cm. Η σπορά έγινε με τα χέρια για μεγαλύτερη ακρίβεια και σε κάθε περίπτωση.

2.5 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Καλλιεργήθηκαν τα ψυχανθή ως χλωρή λίπανση:

- Βίκος (*Vicia sativa*), ποικιλία Αλέξανδρος
- Κουκιά (*Vicia faba*), ποικιλία Aquadolce

Ο πειραματικός αγρός σπάρθηκε στις 21 Ιανουαρίου 2009. Σε κάθε υποτεμάχιο σπάρθηκαν 6 γραμμές (απόσταση γραμμών 30 cm). Το φύτευμα του βίκου ολοκληρώθηκε στις 2 Φεβρουαρίου 2009. Το φύτευμα των κουκιών

ολοκληρώθηκε στις 11 Φεβρουαρίου 2009. Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 400 g στο κάθε υποτεμάχιο.

Έγινε κοπή φυτών από το βίκο και από τα κουνιά και προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος τους και η περιεκτικότητα σε άζωτο στο υπέργειο μέρος.

Πίνακας 10 Περιεκτικότητα αζώτου στις οργανικές λιπάνσεις στα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας.

	Συμβατική Κατεργασία (CT)	Ελάχιστη Κατεργασία (MT)	Ακατεργασία (NT)
Κουνιά	22,50 kg N/στρ	25,05 kg N/στρ	25,42 kg N/στρ
Βίκος	27,49 kg N/στρ	29,37 kg N/στρ	32,88 kg N/στρ
Compost	5,71 kg N/στρ	5,71 kg N/στρ	5,71 kg N/στρ

Η ενσωμάτωση των ψυχανθών έγινε στις 24 Απριλίου 2009.

Στη συνέχεια, καλλιεργήθηκε το λινάρι (*Linum usitatissimum* c.v. Everest). Με βάση την εγκύκλιο με **Αρ. Πρωτ. 166759** του 2000 η ποικιλία αυτή του λιναριού ανήκει στις ελαιοδοτικές ποικιλίες. Η σπορά έγινε στις 14 Μαΐου 2009. Σε κάθε υποτεμάχιο σπάρθηκαν 6 γραμμές (απόσταση γραμμών 30 cm).

2.6 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Μετά τη σπορά του λιναριού και κατά τη διάρκεια όλης της περιόδου μέχρι την ωρίμανση του, έγιναν 6 ποτίσματα. Το σύστημα άρδευσης που

χρησιμοποιήθηκε ήταν τεχνητή βροχή. Σε τακτά χρονικά διαστήματα διενεργούνταν σιαλίσματα και βοτανίσματα για να περιορισθεί ο αριθμός των ζιζανίων.

2.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

2.7.1 ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ

Πραγματοποιήθηκαν δυο μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε 50 ΗΑΣ (ημέρες από τη σπορά) στο στάδιο της άνθισης και η δεύτερη 74 ΗΑΣ στο στάδιο λίγο πριν την ωρίμανση.

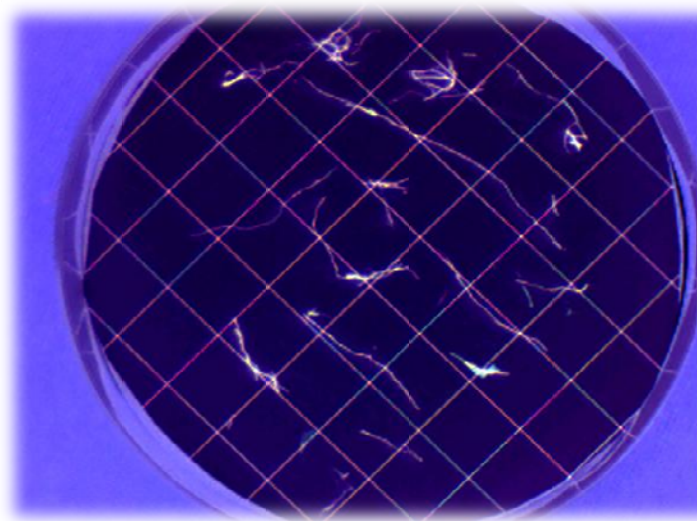
Σε κάθε μέτρηση πραγματοποιήθηκαν οι εξής επιμέρους μετρήσεις:

- **ΥΨΟΣ:** Οι μετρήσεις του ύψους πραγματοποιήθηκαν σε κάθε υποτεμάχιο σε φυτά που υπήρχαν σε απόσταση 1 μέτρου (η απόσταση αυτή καθορίστηκε μετά το φύτευμα των φυτών).
- **ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ:** Στα φυτά του μέτρου υπολογίσθηκε η πυκνότητα.
- **ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ:** Κοπή 3 φυτών/υποτεμάχιο.
- **ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ:** Τα 3 φυτά τοποθετούνταν σε κλίβανο σε θερμοκρασία 64° C για 24 ώρες. Στη συνέχεια ζυγίζονταν σε ζυγαριά ακριβείας για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους.
- **ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ:** επιλέχθηκαν 10 αντιπροσωπευτικά φυτά από κάθε υποτεμάχιο και έγινε προσδιορισμός της φυλλικής επιφάνειας με τη χρήση του προγράμματος DT Scan (Delta –T Scan version 2.04; Delta –T Devices Ltd, Burwell, Cambridge, UK) αφού προηγουμένως είχε γίνει σάρωση του δείγματος.

2.7.2 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Πραγματοποιήθηκαν δυο μετρήσεις. Η πρώτη στις 8 Ιουλίου 2009 (55 ημέρες από τη σπορά) και η δεύτερη στις 28 Ιουλίου 2009 (75 ημέρες από τη σπορά). Η δειγματοληψία ήταν τυχαία. Με σιδερένιο κύλινδρο όγκου 100 cm³ εξάγονταν αδιατάρακτα δείγματα εδάφους με ριζικό σύστημα. Στη συνέχεια προστέθηκε νερό με πολυμεταφωσφωρικό Νάτριο για να πραγματοποιηθεί η διασπορά των κολλοειδών του εδάφους, έτσι ώστε να είναι εύκολη η εξαγωγή των ριζών. Τέλος το δείγμα του εδάφους το περνούσαμε από 2 κόσινα διαφορετικής διαμέτρου, στα οποία συγκρατούνταν οι ρίζες, οι οποίες εξάγονταν με λαβίδες.

- **ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ:** Οι ρίζες στραγγίζονταν σε διηθητικό χαρτί και στην συνέχεια γίνονταν η μέτρηση του ξηρού βάρους στην ζυγαριά ακριβείας.
- **ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ, ΜΕΣΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΙΖΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ:** Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια προγράμματος στον Η/Υ (Delta –T Scan version 2.04; Delta –T Devices Ltd, Burwell, Cambridge, UK), αφού προηγουμένως πραγματοποιήθηκε σάρωση των ριζών με σαρωτή.
- **ΟΛΙΚΟ ΑΖΩΤΟ:** Ο προσδιορισμός στο έδαφος έγινε με την μέθοδο Kjeldahl που στηρίζεται στη μετατροπή όλων των μορφών του αζώτου σε κατιόντα αμμωνίου και στη συνέχεια στον προσδιορισμό του (Bremer, 1960).
- **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΥΚΟΡΙΖΑΣ:** Ένα δείγμα από τις ρίζες δέχθηκε χρώση με trypan blue σε λακτοφενόλη, σύμφωνα με τη μέθοδο των Phillips & Hayman (1970) και υπολογίσθηκε το ποσοστό αποικισμού της ρίζας με στερεοσκόπιο και τη βοήθεια του προγράμματος Motic Image Plus 2.0 (2009)(Giovannetti & Mosse, 1980).



Εικόνα 8 Φωτογραφία που λήφθηκε από τη συσκευή Motic Image Plus 2.0 για να μετρηθεί και να υπολογιστεί το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας.

2.7.3 ΕΔΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

2.7.3.1 Πορώδες: Το πορώδες πρέπει να μετράται σε φυσική κατάσταση του εδάφους. Αυτό επιτυγχάνεται όταν η λήψη των δειγμάτων γίνει με τη βοήθεια των ειδικών μεταλλικών δακτυλίων. Ο υπολογισμός του πορώδους έγινε από τις παραμέτρους του φαινομένου ειδικού βάρους (Φ.Ε.Β) και του πραγματικού ειδικού βάρους (Π.Ε.Β). Η έκφραση επί τοις % του όγκου δίνεται από την ακόλουθη έκφραση : $\Pi = (1 - \text{Φ.Ε.Β.} / \text{Π.Ε.Β.}) \times 100$, όπου Π = πορώδες, % κατ' όγκο (Σιδηράς, 2002).

2.7.3.2 pH και Αλατότητα: η μέτρηση έγινε σε πάστα κορεσμού 1:1 (50gr χώμα: 50ml αποσταγμένο νερό). Ανακατεύουμε ανά 5 λεπτά για 1 ώρα και κατόπιν γίνεται η μέτρηση.

2.7.4 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ:

Προσδιορισμός Οργανικής Ουσίας Εδάφους κατά WALKLEY – BLACK(1934):

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας του εδάφους σε οργανική ουσία είναι βασικής σημασίας, γιατί η οργανική ουσία είναι πηγή θρεπτικών στοιχείων (αζώτου, φωσφόρου, καλίου, κ.α.), τα οποία είναι απαραίτητα για την κανονική ανάπτυξη του φυτού. Εκτός αυτού η οργανική ουσία του εδάφους συμβάλλει στη βελτίωση πολλών ιδιοτήτων του εδάφους, όπως η απορρόφηση και η συγκράτηση του νερού στο έδαφος, η συγκράτηση κατιόντων υπό ανταλλάξιμη μορφή, η δημιουργία και η διατήρηση καλής δομής στο έδαφος.

Ο προσδιορισμός της οργανικής ουσίας γίνεται με την εξής μέθοδο:

Δείγμα εδάφους βάρους 1 gr το ρίχνουμε σε μια κωνική φιάλη των 500 ml. Προσθέτουμε 10 ml διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 1N (M.B./6) και αναδεύουμε περιστρέφοντας τη φιάλη, για να αναμιχθεί το έδαφος. Στη συνέχεια προσθέτουμε γρήγορα 20 ml πυκνό H_2SO_4 με ογκομετρικό κύλινδρο. Αναδεύουμε πάλι περιστρέφοντας τη φιάλη με προσοχή για 30''-60'' ώστε να μην κολλήσουν τεμαχίδια εδάφους στα τοιχώματα της φιάλης και μετά αφήνουμε τη φιάλη να ηρεμήσει για 30'.

Στη συνέχεια προσθέτουμε 200 ml αποσταγμένο νερό, 10 ml πυκνό H_3PO_4 και 0,2 gr NaF και την αφήνουμε να ψυχθεί. Προσθέτουμε 1-2 ml δείκτη διφαινυλαμίνης.

Ο τύπος που μας δίνει την οργανική ουσία είναι:

$$\text{Ολική Οργανική Ουσία } \% = (T - T') N * 0,67/B$$

Όπου T=20, T'= δείγμα, N= 0,5 και B= βάρος δείγματος.



Εικόνα 9 Οι φιάλες που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας.

2.7.5 Προσδιορισμός ολικού αζώτου σε φυτικούς ιστούς κατά KJELDAHL (υγρή καύση)

Σκοπός της μεθόδου είναι ο προσδιορισμός του οργανικού και ανόργανου αζώτου, που βρίσκεται στους φυτικούς ιστούς, σε μορφή νιτρικών (NO_3^-) ή ακόμα και νιτρωδών (NO_2^-) αλάτων.

Η μέθοδος περιλαμβάνει κατεργασία ενός δείγματος, που το διαλύουμε με πυκνό θειικό οξύ (H_2SO_4) 95% και Σαλικυλικό σε μια φιάλη KJELDAHL. Νιτρικά και Νιτρωδή αντιδρούν και σχηματίζουν ενώσεις αζώτου. Με την καύση διασπάται η ένωση αζώτου και παράγεται η αμμωνία, η οποία δεν πρέπει να μείνει σ' αυτή τη μορφή γιατί είναι πτητική. Έτσι, η αμμωνία παραμένει στη φιάλη με το Na_2SO_4 και μετατρέπεται σε $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

2.7.6 ΛΑΔΙ- ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

2.7.6.1 Κάψες ανά φυτό: Λαμβάνονταν 10 φυτά/υποτεμάχιο και καταμετρούνταν ο αριθμός των καψών/φυτό.

2.7.6.2 Σπόροι ανά κάψα: Λαμβάνονταν δείγμα 10 καψών/υποτεμάχιο, τρίβονταν στο εργαστήριο και καταμετρούνταν οι σπόροι.

2.7.6.3 Βάρος 1000 σπόρων: Ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας πενήντα (50) σπόροι και πολλαπλασιάστηκε το αποτέλεσμα με είκοσι (20).

2.7.6.4 Πρωτεΐνη %: Η περιεκτικότητα του ολικού αζώτου στους σπόρους πολλαπλασιασμένη με 6,25.

2.7.6.5 Περιεκτικότητα σε λάδι: Για να γίνει ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε λάδι ακολουθήθηκε ένα πρωτόκολλο ανάλυσης το οποίο περιγράφεται στη συνέχεια. Απομακρύνονται όλες οι ξένες ύλες από το λιναρόσπορο (π.χ. άλλα σπέρματα, πέτρες και μικρά στελέχη). Ο καθαρισμένος πλέον λιναρόσπορος αποξεραίνεται για 12 ώρες σε θερμοκρασία 105° C σε πυριαντήριο και στη συνέχεια συνθλίβεται σε σκόνη σε μύλο άλεσης (B-400, B Uchi Labortechnik AG, Ελβετία) με μια σειρά μεγέθους των 0,45-1,2 mm. Ως διαλύτης κατά την εκχύλιση χρησιμοποιείται το n-εξάνιο.

Η εκχύλιση γίνεται ως εξής: η σκόνη του λιναρόσπορου (10g) αναμειγνύεται με τον διαλύτη (n-εξάνιο) για την πραγματοποίηση τριών διαδοχικών εκχυλίσεων με αντίστοιχο όγκο διαλύτη 30-40 ml, το διάλυμα συλλέγεται σε κωνική φιάλη. Η φιάλη, στη συνέχεια, τοποθετείται σε λουτρό υπερήχων με ελεγχόμενη θερμοκρασία. Μετά από 10 λεπτά γίνεται η διήθηση, με ηθμό Whatman no 1. Το διήθημα τοποθετείται σε περιστροφικό εξαερωτή (rotary evaporator) για την μείωση του όγκου του διαλύτη μέχρι τη λήψη του λινέλαιου (Zhang *et al.*, 2008).



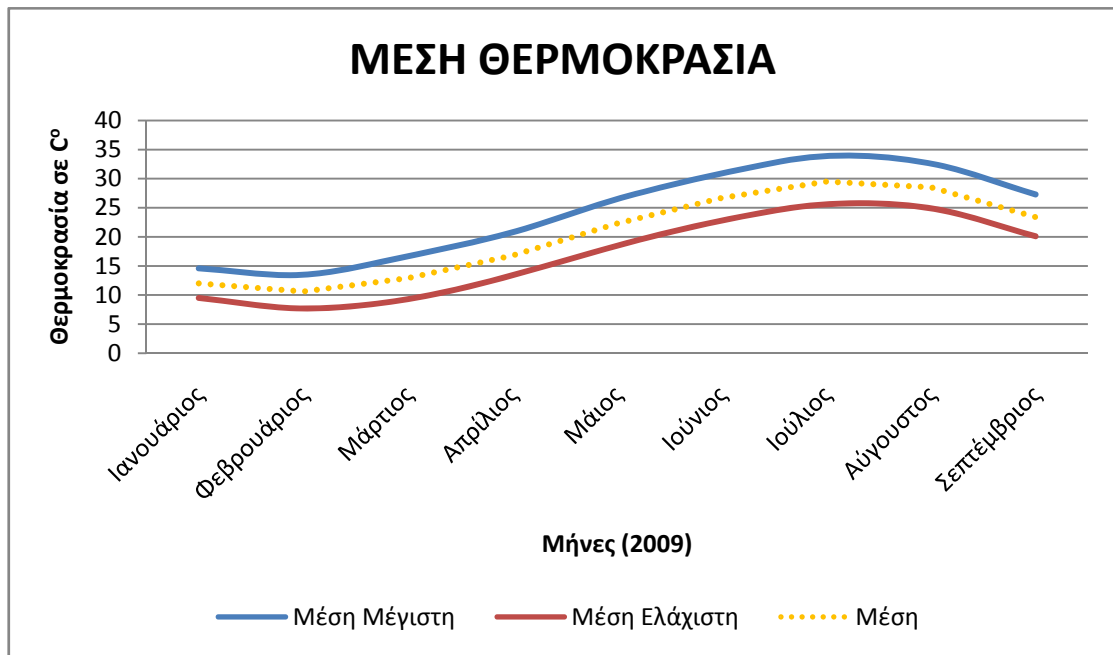
Εικόνα 10 Η συσκευή υπερήχων που χρησιμοποιείται για την παραλαβή του λινελαίου.

2.7.6.5 Απόδοση λαδιού: από τη στρεμματική απόδοση και από την περιεκτικότητα σε λάδι υπολογίστηκε η απόδοση του λαδιού.

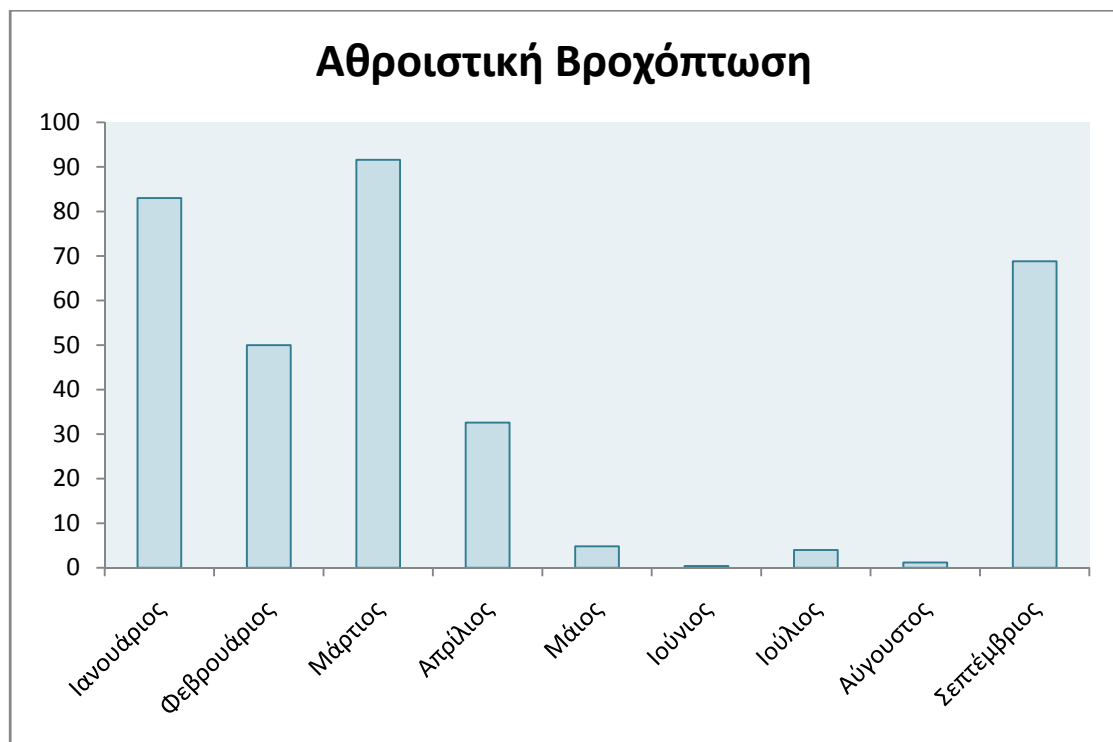
$$\text{Απόδοση σε λάδι} = \% \text{ Λάδι} * \text{Απόδοση σε σπόρο (kg/στρ.)}$$

2.8 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Παρουσιάζονται η διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας και η κατανομή της βροχόπτωσης κατά το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου – Σεπτεμβρίου 2009 (Διαγράμματα 2 και 3).



Διάγραμμα 2 Η διακύμανση της θερμοκρασίας (μέγιστη-μέση-ελάχιστη) για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).



Διάγραμμα 3 Η διακύμανση της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).

2.9 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

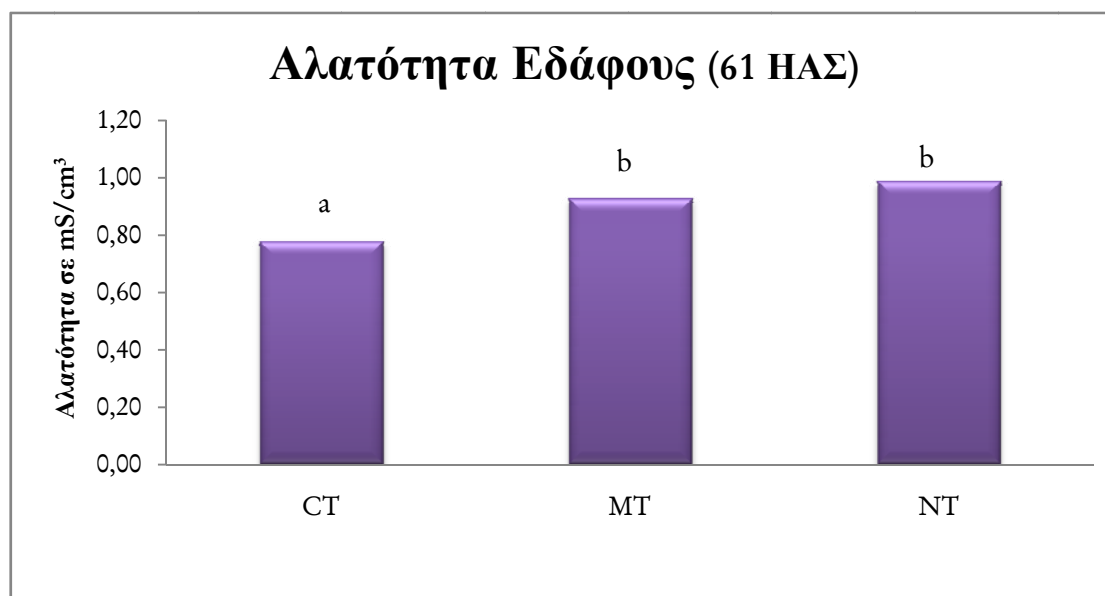
Οι συγκρίσεις μέσω έγιναν με το κριτήριο της ΕΣΔ για επίπεδο 5% και χρησιμοποιήθηκε τόσο για την ανάλυση διασποράς, όσο και για τις συγκρίσεις. Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε είναι το Statistica (Stat Soft 1996).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

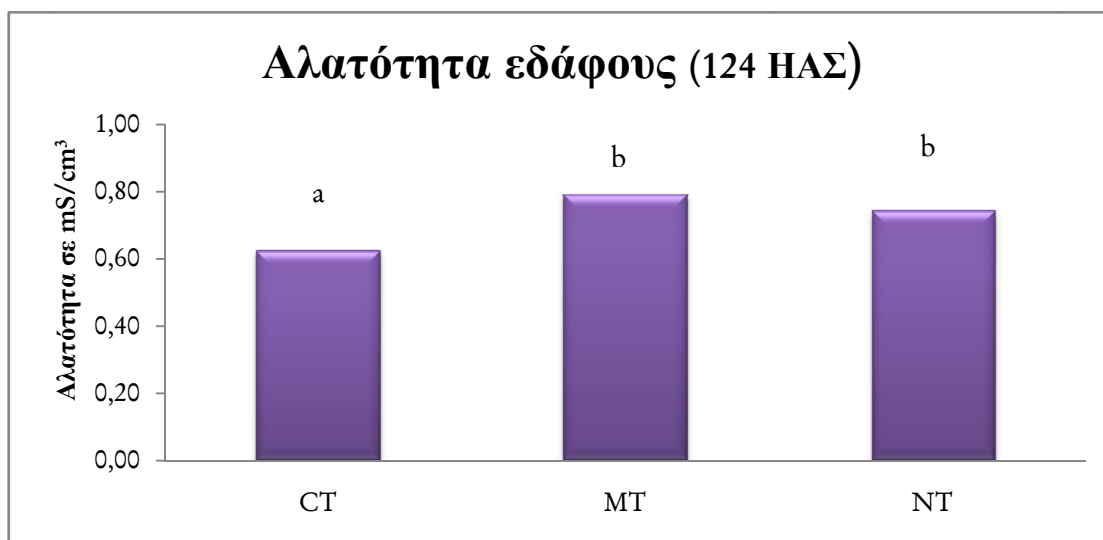
3.1 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

3.1.1 Αλατότητα του Εδάφους

Στις 61 και στις 124 ημέρες μετά τη σπορά του λιναριού η ανάλυση του δείγματος από το χώμα έδειξε ότι η αλατότητα κυμάνθηκε από 0,78-0,99 mS/cm^3 κατά την πρώτη μέτρηση, ενώ στη δεύτερη η τιμή της αλατότητας είχε μειωθεί και κυμάνθηκε από 0,62-0,74 mS/cm^3 . Και στις δύο περιπτώσεις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μετρήθηκαν στα τεμάχια της συμβατικής κατεργασίας τόσο με την ελάχιστη κατεργασία όσο και με την ακατεργασία (Διαγράμματα 4 και 5). Μεταξύ ελάχιστης κατεργασίας (MT) και ακατεργασίας (NT) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 4 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην αλατότητα του εδάφους 61 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).



Διάγραμμα 5 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην αλατότητα του εδάφους 124 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Ως προς την οργανική λίπανση οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το κριτήριο σύγκρισης μέσω της μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακες 11 και 12).

Πίνακας 11 Ανάλυση διασποράς για την αλατότητα του εδάφους 61 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

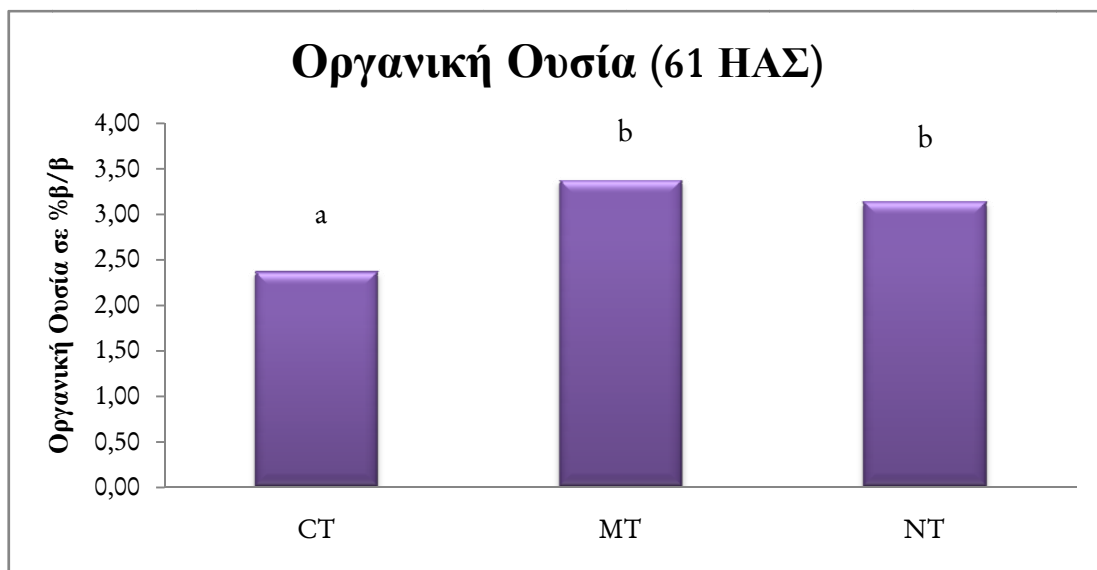
Αλατότητα εδάφους 61 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,134	2	0,269	12,338	0,007
Κατεργ. x Επανάλ.	0,011	6	0,065		
Οργ. λιπάνσεις	0,008	2	0,015	0,344	0,715
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	0,022	12	0,262		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	0,010	4	0,040	0,462	0,762
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	0,022	12	0,262		

Πίνακας 12 Ανάλυση διασποράς για την αλατότητα του εδάφους 61 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Αλατότητα εδάφους 124 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,091	2	0,182	8,092	0,020
Κατεργ.xEπανάλ.	0,011	6	0,068		
Οργ. λιπάσεις	0,001	2	0,002	0,141	0,870
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	0,007	12	0,088		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	0,015	4	0,059	2,005	0,158
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	0,007	12	0,088		

3.1.2 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ

Στις 61 ημέρες μετά τη σπορά του λιναριού, το σύστημα ελάχιστης κατεργασίας εμφάνισε τη μεγαλύτερη ποσότητα σε οργανική ουσία (3,38 %β/β) και ακολούθησαν τα συστήματα της ακατεργασίας (3,15 %β/β) και της συμβατικής κατεργασίας (2,37 %β/β). Οι διαφορές μεταξύ των τεμαχίων της ελάχιστης κατεργασίας και της ακατεργασίας δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, ενώ μεταξύ των τεμαχίων της συμβατικής κατεργασίας και των τεμαχίων της ελάχιστης και της ακατεργασίας ήταν στατιστικά σημαντικές (Διάγραμμα 6).



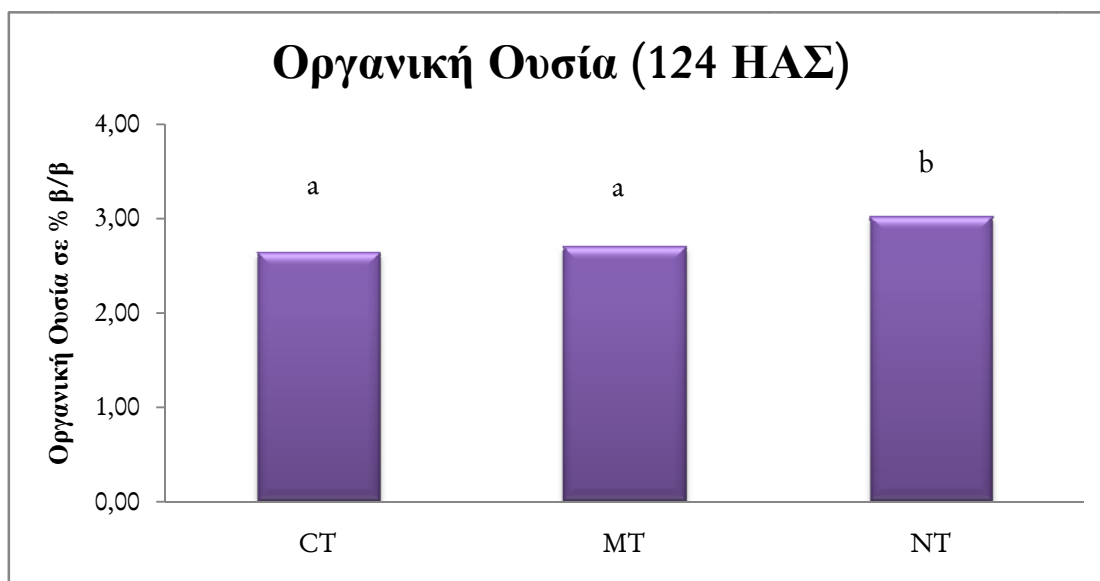
Διάγραμμα 6 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην οργανική ουσία του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 61 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Ως προς την οργανική λίπανση, στη μέτρηση 61 ημέρες μετά τη σπορά του λιναριού, οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το κριτήριο σύγκρισης μέσω της μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 13).

Πίνακας 13 Ανάλυση διασποράς για την οργανική ουσία του εδάφους 61 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Οργανική ουσία 61 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	3,365	2	6,729	19,078	0,003
Κατεργ. x Επανάλ.	0,176	6	1,058		
Οργ. λιπάνσεις	0,173	2	0,345	1,715	0,221
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	0,101	12	1,209		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	0,040	4	0,160	0,397	0,807
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	0,101	12	1,209		

Στις 124 ημέρες μετά τη σπορά του λιναριού, το σύστημα ακατεργασίας (3,02 %β/β) εμφάνισε τη μεγαλύτερη ποσότητα σε οργανική ουσία. Ακολούθησαν τα συστήματα της ελάχιστης κατεργασίας (2,71 %β/β) και της συμβατικής κατεργασίας (2,64 %β/β). Οι διαφορές μεταξύ των τεμαχίων της συμβατικής κατεργασίας και της ελάχιστης δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, ενώ μεταξύ των τεμαχίων της ακατεργασίας και των τεμαχίων της ελάχιστης και συμβατικής κατεργασίας ήταν στατιστικά σημαντικές (Διάγραμμα 7).



Διάγραμμα 7 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην οργανική ουσία του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 124 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

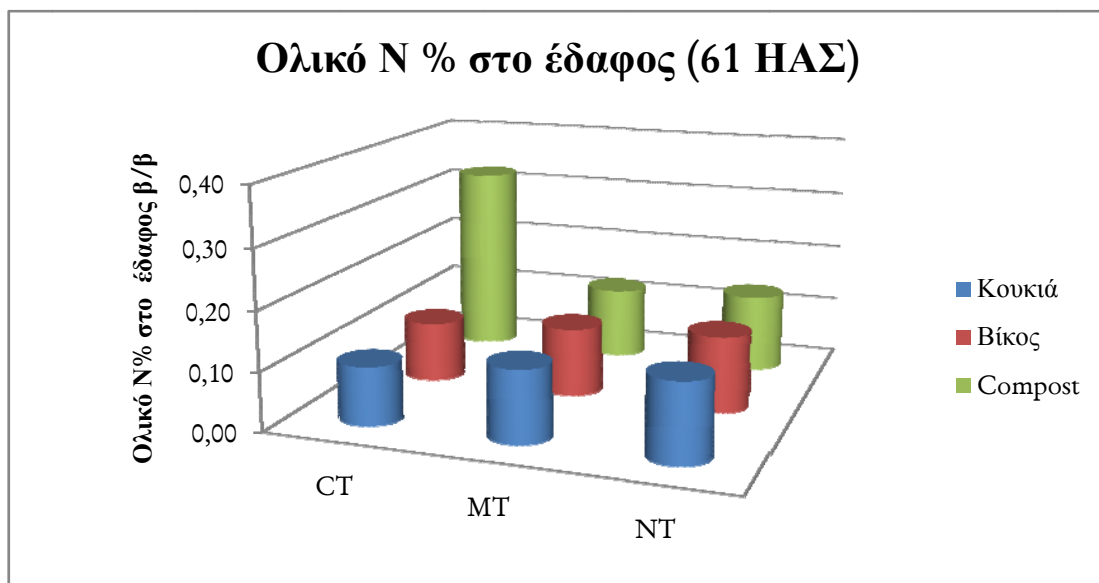
Ως προς την οργανική λίπανση, στη μέτρηση 124 ημέρες μετά τη σορά του λιναριού, οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το κριτήριο σύγκρισης μέσω με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 14).

Πίνακας 14 Ανάλυση διασποράς για την οργανική ουσία του εδάφους 124 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Οργανική ουσία 124 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,492	2	0,983	7,65	0,02
Κατεργ.χΕπανάλ.	0,064	6	0,386		
Οργ. λιπάνσεις	0,002	2	0,003	0,05	0,95
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	0,031	12	0,373		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	0,080	4	0,321	2,58	0,09
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	0,031	12	0,373		

3.1.3 ΟΛΙΚΟ-N ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Στις 61 ημέρες από τη σπορά του λιναριού, από τα τρία συστήματα κατεργασίας του εδάφους που συγκρίνονται, στη συμβατική κατεργασία μετρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές στην περιεκτικότητα οργανικού αζώτου (0,18%) στο έδαφος και ακολούθησαν η ακατεργασία (0,13%) και η ελάχιστη κατεργασία (0,12%). Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, μεταξύ των συστημάτων εδαφοκατεργασίας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

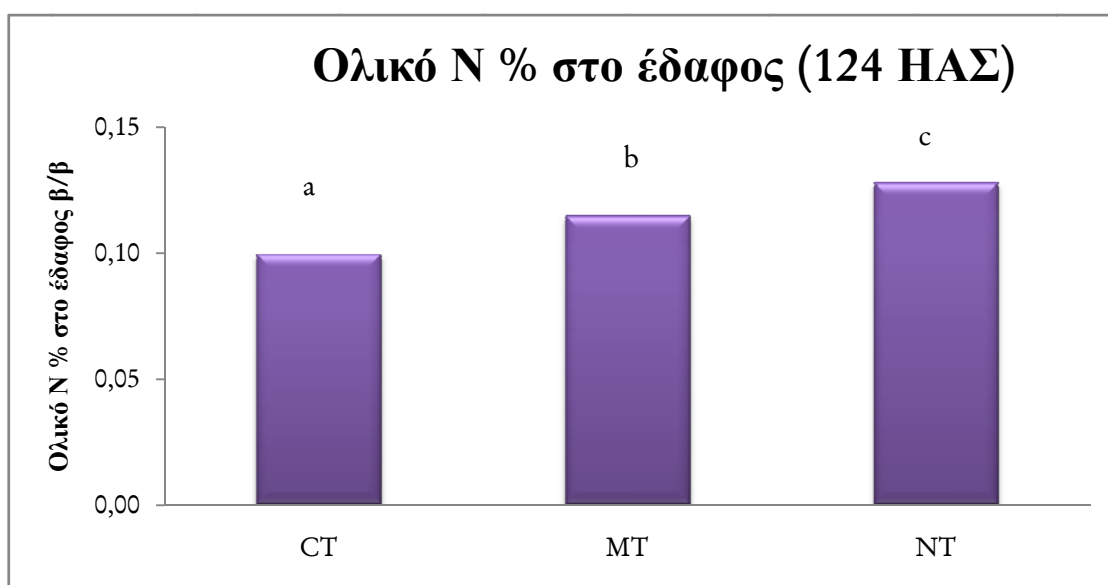


Διάγραμμα 8 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στην περιεκτικότητα ολικού N στο έδαφος 61 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Πίνακας 15 Σύγκριση μέσων για το ολικό N στο έδαφος 61 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	Μ.Ο.	ΕΣΔ _{5%}
CT	0,10	0,10	0,32	0,18	<i>ns</i>
MT	0,12	0,12	0,12	0,12	<i>ns</i>
NT	0,13	0,13	0,13	0,13	<i>ns</i>
Μ.Ο.	0,12	0,12	0,19		
ΕΣΔ _{5%}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		

Με βάση τον πίνακα 15 και το διάγραμμα 8 μεταξύ των οργανικών λιπάνσεων, το compost (0,19%) έδωσε την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ποσοστό οργανικού αζώτου και ακολούθησε η χλωρή λίπανση με βίκο και κουριά (0,12%). Μεταξύ των οργανικών λιπάνσεων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 9 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ολικό N του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 124 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

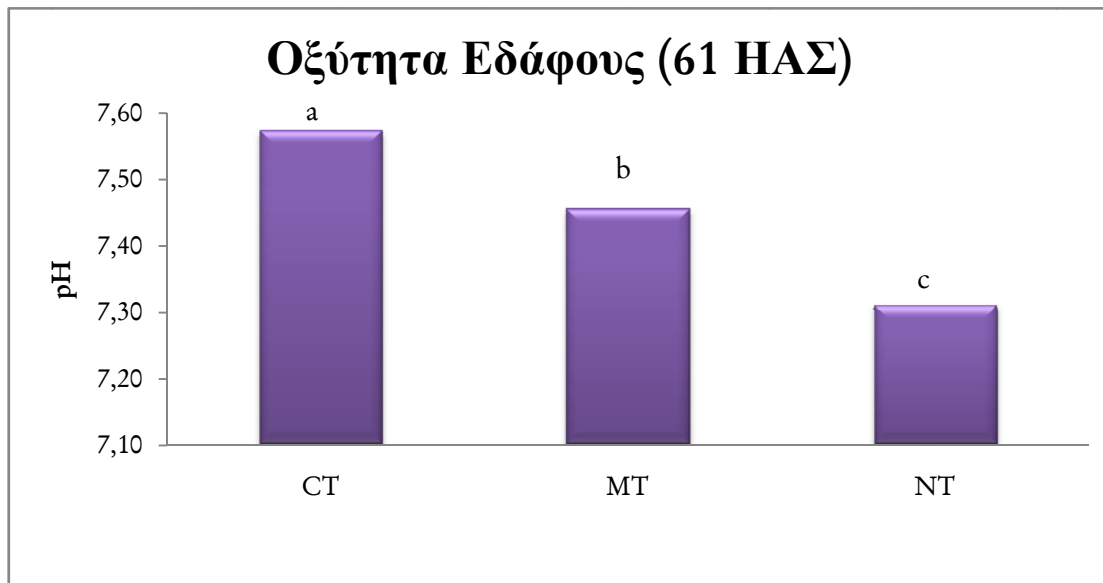
Στις 124 ημέρες από την σπορά, η ακατεργασία (0,13%) έδωσε τις υψηλότερες τιμές σε περιεκτικότητα αζώτου στο έδαφος. Η μεγαλύτερη αυτή περιεκτικότητα σε αυτό το σύστημα κατεργασίας ήταν κάτι το αναμενόμενο. Ακολούθησαν η ελάχιστη κατεργασία (0,11%) και τέλος η συμβατική (0,10%). Μεταξύ των τριών συστημάτων εδαφοκατεργασίας όλες οι διαφορές κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές (Διάγραμμα 9).

Ως προς την οργανική λίπανση, στη μέτρηση 124 ημέρες μετά τη σπορά του λιναριού, οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το κριτήριο σύγκρισης μέσων με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 16).

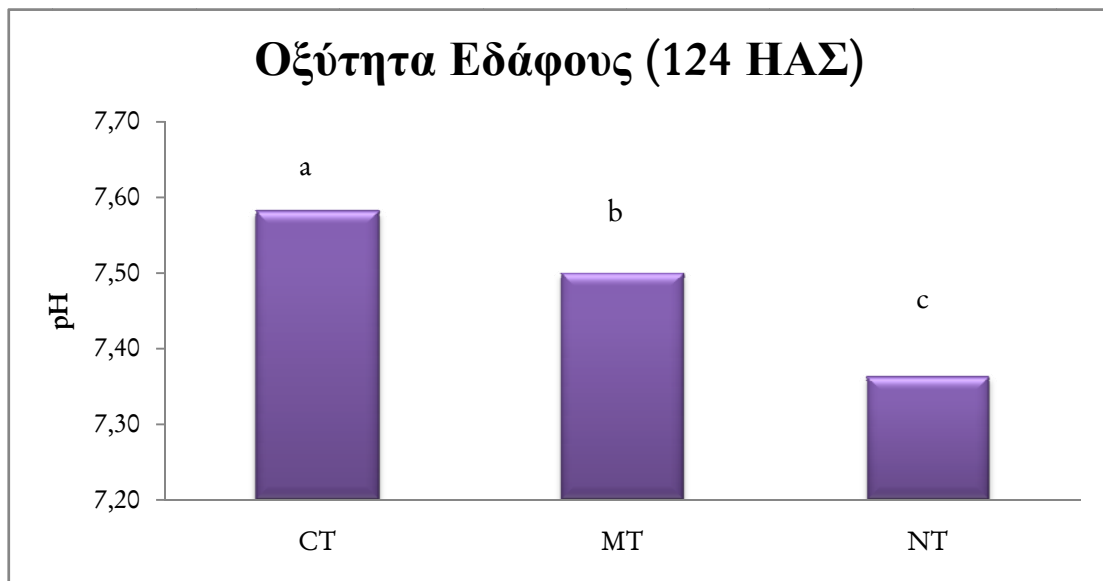
Πίνακας 16 Ανάλυση διασποράς για το άζωτο στο έδαφος 124 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Άζωτο στο έδαφος 124 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,00237	2	0,0047	119,48	0,00015
Κατεργ.χΕπανάλ.	0,00002	6	0,0001		
Οργ. λιπάνσεις	0,00000	2	0,0000	0,1053	0,9009
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	0,00002	12	0,0002		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	0,00004	4	0,0002	2,4405	0,1037
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	0,00002	12	0,0002		

3.1.4 ΟΞΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ



Διάγραμμα 10 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο pH του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 61 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).



Διάγραμμα 11 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην οργανική ουσία του εδάφους στην καλλιέργεια λιναριού 124 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Οι μετρήσεις της οξύτητας του εδάφους θεωρήθηκαν απαραίτητες λόγω της χρησιμοποίησης χλωρής λίπανσης με ψυχανθή και compost και την επίδραση που ασκούν αυτά στις τιμές του pH. Στις δύο μετρήσεις που έγιναν (61 και 124 ημέρες από τη σπορά) για τον προσδιορισμό της οξύτητας οι διαφορές μεταξύ των τεμαχίων βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές και για τα τρία είδη εδαφοκατεργασίας. Στο σύστημα της συμβατικής κατεργασίας μετρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές οξύτητας και βρέθηκαν 7,57 στην πρώτη μέτρηση και 7,58 στη δεύτερη. Ακολούθησε η ελάχιστη κατεργασία με pH 7,46 και 7,5 στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση αντίστοιχα. Τέλος, τις χαμηλότερες μετρήσεις έδωσε η ακατεργασία με pH 7,31 και 7,36 (Διαγράμματα 10 και 11).

Ως προς την οργανική λίπανση που εφαρμόστηκε πριν την καλλιέργεια του λinaριού δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών λιπάνσεων. Σε αυτό καταλήγουμε από τη σύγκριση των μέσων με τη μέθοδο ελαχίστης σημαντικής διαφοράς για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακες 17 και 18).

Πίνακας 17 Ανάλυση διασποράς για την οξύτητα του εδάφους 61 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

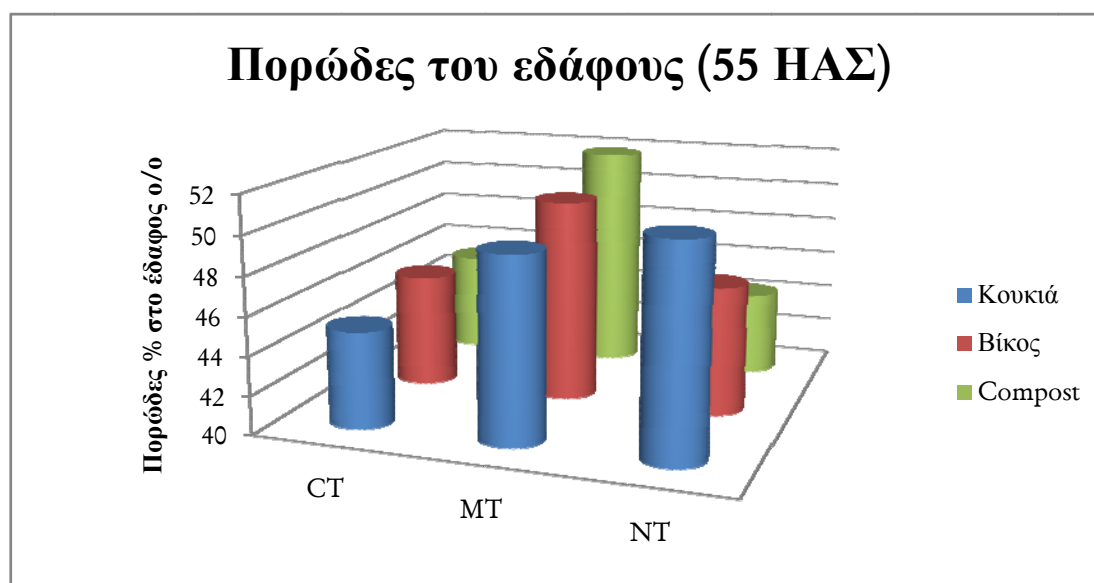
Οξύτητα εδάφους 61 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,206	2	0,412	540,087	0,0001
Κατεργ. x Επανάλ.	0,000	6	0,002		
Οργ. λιπάνσεις	0,002	2	0,005	0,133	0,877
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	0,018	12	0,219		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	0,003	4	0,011	0,145	0,962
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	0,018	12	0,219		

Πίνακας 18 Ανάλυση διασποράς για την οξύτητα του εδάφους 124 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Οξύτητα εδάφους 124 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,148	2	0,296	18,269	0,003
Κατεργ.χΕπανάλ.	0,008	6	0,049		
Οργ. λιπάνσεις	0,001	2	0,001	0,242	0,789
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	0,003	12	0,035		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	0,005	4	0,022	1,832	0,188
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	0,003	12	0,035		

3.1.5 ΠΟΡΩΔΕΣ

Το ποσοστό του πορώδους μετρήθηκε σε δείγματα χώματος που εξήχθησαν από το έδαφος με ογκομετρικό κύλινδρο. Ο προσδιορισμός των μετρήσεων έδειξε ότι τόσο στην πρώτη (55 ΗΑΣ) όσο και στην δεύτερη μέτρηση (75 ΗΑΣ) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικά διαφορές.



Διάγραμμα 12 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στο πορώδες του εδάφους 55 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

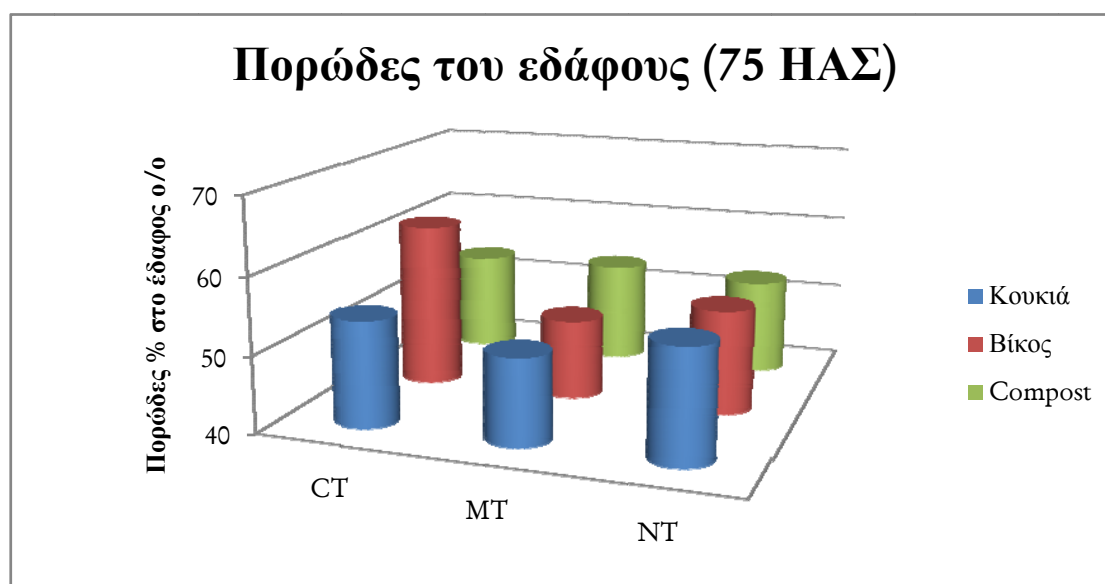
Πίνακας 19 Σύγκριση μέσων για το ποσοστό του πορώδους στο έδαφος 55 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ 5%
CT	44,99	45,90	45,25	45,38	<i>ns</i>
MT	49,50	50,50	51,81	50,60	<i>ns</i>
NT	50,84	46,70	44,36	47,30	<i>ns</i>
M.O.	48,44	47,70	47,14		
ΕΣΔ 5%	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		

Τα συστήματα κατεργασίας δεν επηρέασαν το πορώδες του εδάφους ($F=2,009$; $p=0,215$). Το ίδιο παρατηρήθηκε και για την οργανική λίπανση ($F=0,248$; $p=0,784$). Επίσης δεν βρέθηκε αλληλεπίδραση σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς ($F=1,069$; $p=0,414$).

Το διάγραμμα 12 και ο πίνακας 19 δείχνουν ότι από τα συστήματα κατεργασίας η ελάχιστη κατεργασία έδωσε τις καλύτερες τιμές σε ό,τι αφορά το ποσοστό του πορώδους (50,60%). Η ακατεργασία με ποσοστό 47,30% και η συμβατική κατεργασία με 45,38% ακολούθησαν.

Από την οργανική λίπανση, η χλωρή λίπανση με κουκιά είχε τα καλύτερα αποτελέσματα στο πορώδες του εδάφους (48,44%). Η χλωρή λίπανση με βίκιο και η οργανική με compost ακολούθησαν με μικρές διαφορές.



Διάγραμμα 13 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στο πορώδες του εδάφους 75 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Πίνακας 20 Σύγκριση μέσων για το ποσοστό του πορώδους στο έδαφος 75 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	M.O.	<i>EΣΔ</i> _{5%}
CT	53,89	61,64	53,02	56,19	<i>ns</i>
MT	51,26	50,42	53,24	51,64	<i>ns</i>
NT	54,74	53,68	52,59	53,67	<i>ns</i>
M.O.	53,30	55,25	52,95		
<i>EΣΔ</i> _{5%}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		

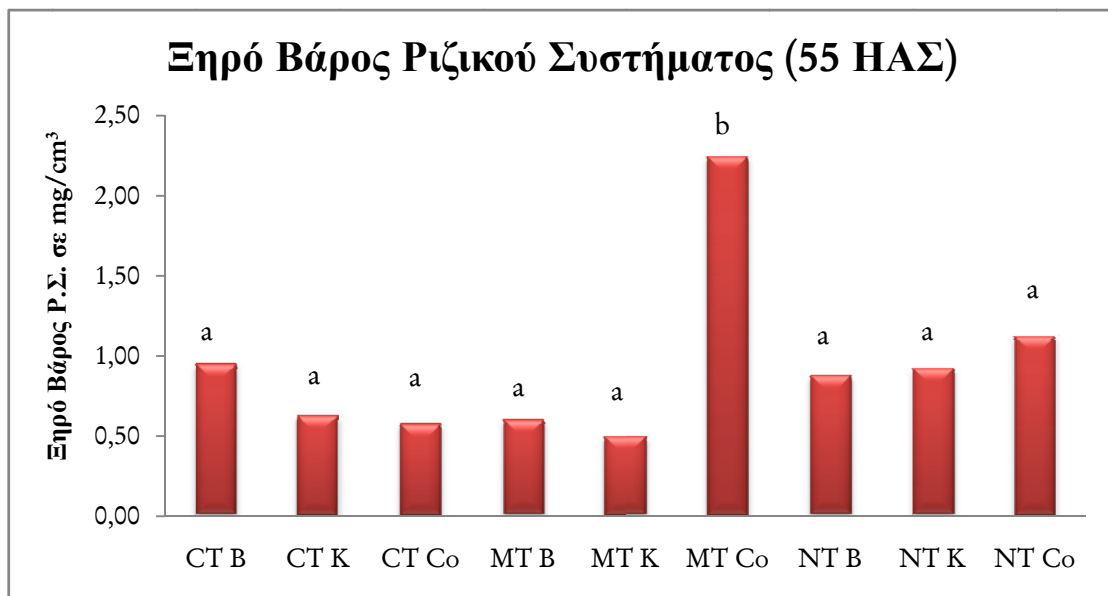
Ως προς τα συστήματα κατεργασίας ($F= 3,478; p=0,099$), την οργανική λίπανση ($F=1,032; p=0,386$) και την αλληλεπίδραση ($F=2,375; p=0,11$) δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Από το διάγραμμα 13 και τον πίνακα 20 μεταξύ των χλωρών λιπάνσεων και του compost, το υψηλότερο ποσοστό παρατηρήθηκε στον βίκο (52,3%). Ενώ από τα συστήματα κατεργασίας αυτό που υπερίσχυσε είναι η συμβατική κατεργασία με ποσοστό πορώδους 56,19%.

3.2 ΥΠΟΓΕΙΟ ΜΕΡΟΣ

3.2.1 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η μέτρηση του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος 55 ημέρες μετά τη σπορά έδειξε ότι υπήρχε αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών συστημάτων κατεργασίας και των οργανικών λιπάνσεων. Η υψηλότερη τιμή ($2,25 \text{ mg/cm}^3$) μετρήθηκε στην ελάχιστη κατεργασία με την εφαρμογή compost. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μεταξύ αυτής της μέτρησης και όλων των υπόλοιπων. Η χαμηλότερη τιμή μετρήθηκε στην ελάχιστη κατεργασία με χλωρή λίπανση κουκιών ($0,50 \text{ mg/cm}^3$). Μεταξύ όλων των άλλων μετρήσεων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 14 Αλληλεπίδραση των συστημάτων κατεργασίας με την οργανική λίπανση στο ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, B:Βίκος, K:Κουκιά, Co: Compost).

Πίνακας 21 Σύγκριση μέσων για το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	0,83	0,53	0,53	0,63	ns
MT	0,60	1,05	0,80	0,82	ns
NT	0,53	0,53	1,93	0,99	ns
M.O.	0,65	0,70	1,08		
ΕΣΔ_{5%}	ns	ns	ns		

Με βάση τον πίνακα 21 το σύστημα κατεργασίας που έδωσε το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ριζών είναι η ακατεργασία ($0,99 \text{ mg/cm}^3$). Η ελάχιστη κατεργασία με $0,82 \text{ mg/cm}^3$ ακολούθησε, ενώ η συμβατική κατεργασία υπολείπεται των άλλων δύο συστημάτων με $0,63 \text{ mg/cm}^3$. Μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

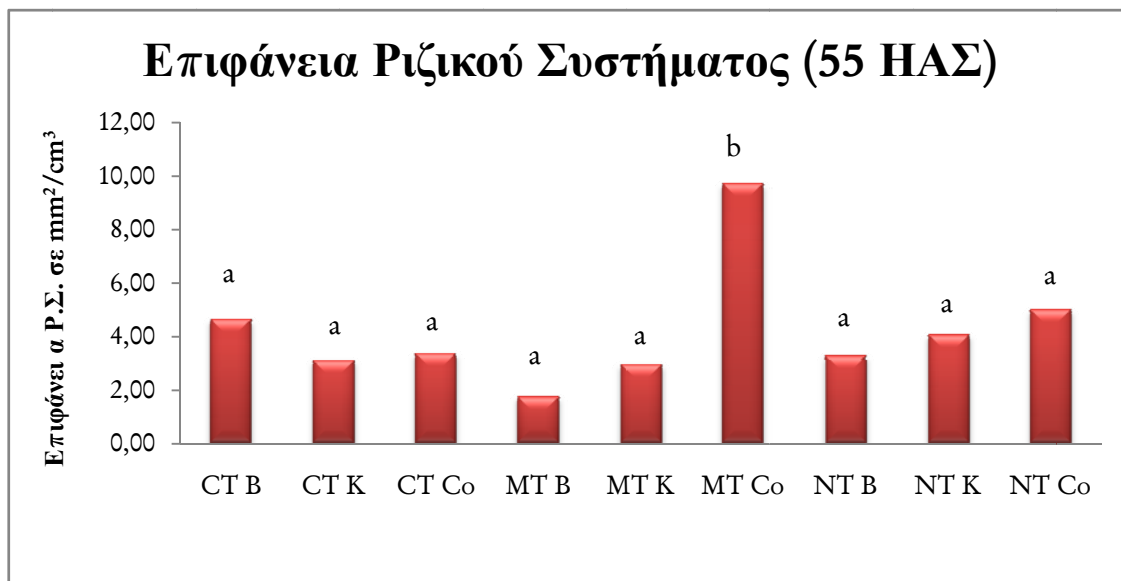
Όσον αφορά την οργανική λίπανση, το compost είχε τη μεγαλύτερη επίδραση στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος ($1,08 \text{ mg/cm}^3$). Με μικρή διαφορά μεταξύ τους επέδρασε η χλωρή λίπανση του βίκου και των κουκιών ($0,7$ και $0,65 \text{ mg/cm}^3$ αντίστοιχα). Οι διαφορές μεταξύ των οργανικών λιπάνσεων δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές (Πίνακας 22).

Πίνακας 22 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ξηρό Βάρος Ρ.Σ. 75 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,404	2	0,807	0,785	0,498
Κατεργ. x Επανάλ.	0,514	6	3,086		
Οργ. λιπάνσεις	0,674	2	1,349	1,500	0,262
Κατ. x Ορ. Λ. x Επανάλ.	0,450	12	5,396		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	1,131	4	4,524	2,516	0,097
Κατ. x Ορ. Λ. x Επανάλ.	0,450	12	5,396		

3.2.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στο διάγραμμα 15 φαίνεται η αλληλεπίδραση των διαφορετικών συστημάτων κατεργασίας και των διαφορετικών οργανικών λιπάνσεων. Τα τεμάχια που δέχθηκαν ελάχιστη κατεργασία και την εφαρμογή compost παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές συγκρίνοντας τις τιμές τους ($9,70 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$) με των υπόλοιπων τεμαχίων. Τα τεμάχια με τους υπόλοιπους συνδυασμούς συστημάτων κατεργασίας και οργανικών λιπάνσεων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η ελάχιστη κατεργασία με χλωρή λίπανση βίκου παρουσίασε τη μικρότερη τιμή ($1,74 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$), ενώ για τους υπόλοιπους συνδυασμούς επεμβάσεων η επιφάνεια του ριζικού συστήματος κυμάνθηκε από $2,96-5,01 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$.



Διάγραμμα 15 Αλληλεπίδραση των συστημάτων κατεργασίας με την οργανική λίπανση στην επιφάνεια του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, B: Βίκος, K: Κουριά, Co: Compost).

Πίνακας 23 Ανάλυση διασποράς για την επιφάνεια του ριζικού συστήματος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Επιφάνεια Ρ.Σ. 75 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	13,62	2	27,24	1,24	0,35
Κατεργ. x Επανάλ.	10,99	6	65,97		
Οργ. λιπάνσεις	19,20	2	38,39	2,69	0,11
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	7,14	12	85,63		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	11,15	4	44,60	1,56	0,25
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	7,14	12	85,63		

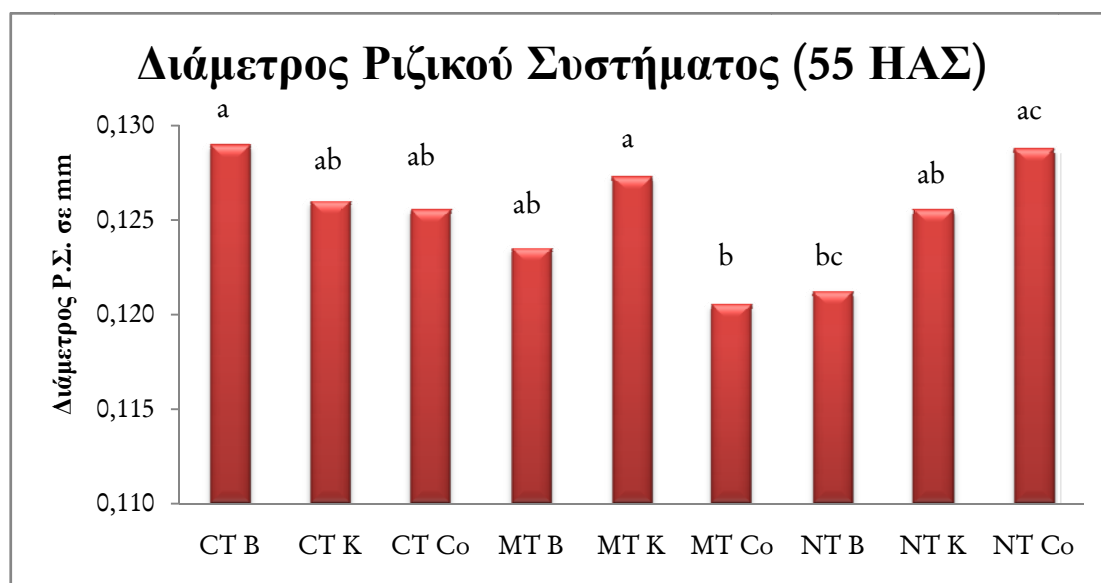
Από τον πίνακα 23 μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι για την μέτρηση της επιφάνειας του ριζικού συστήματος 75 ημέρες μετά τη σορά του λinaριού δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε ως προς τα συστήματα κατεργασίας, ούτε ως προς την οργανική λίπανση αλλά και ούτε ως προς τη μεταξύ τους αλληλαπίδραση.

Με βάση τον πίνακα 24 μπορούμε να πούμε ότι η ακατεργασία με $4,85 \text{ mm}^2 / \text{cm}^3$ από τα συστήματα κατεργασίας και η χρήση compost ($5,28 \text{ mm}^2 / \text{cm}^3$) από τις οργανικές λιπάνσεις έδωσαν τις καλύτερες τιμές σε επιφάνεια ριζικού συστήματος.

Πίνακας 24 Σύγκριση μέσων για την επιφάνεια του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λinaριού 75 ΗΑΣ.

	Κουριά	Βίος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	2,73	2,71	2,74	2,73	ns
MT	2,91	4,05	4,72	3,89	ns
NT	3,46	2,71	8,39	4,85	ns
M.O.	3,03	3,15	5,28		
ΕΣΔ_{5%}	ns	ns	ns		

3.2.3 ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Διάγραμμα 16 Αλληλεπίδραση των συστημάτων κατεργασίας με την οργανική λίπανση στη διάμετρο του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, B: Βίκος, K: Κουριά, Co: Compost).

Στο διάγραμμα 16 φαίνεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας και των οργανικών λιπάνσεων. Οι τιμές που κυμάνθηκε η διάμετρος του ριζικού συστήματος παρουσίασε πολύ μικρές διακυμάνσεις. Η μεγαλύτερη τιμή (0,129 mm) μετρήθηκε την ακατεργασία με εφαρμογή compost και στην συμβατική κατεργασία με χλωρή λίπανση βίκου. Μικρότερη τιμή (0,121 mm) έδωσε η ελάχιστη κατανάλωση με εφαρμογή compost. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ των τεμαχίων ελάχιστης κατεργασίας με τη χρήση compost τόσο με τη συμβατική κατεργασία με τη χλωρή λίπανση βίκου, όσο και με την ελάχιστη κατεργασία με χλωρή λίπανση κουριών. Μεταξύ των υπόλοιπων συνδυασμών των επεμβάσεων δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Από τον πίνακα 25 συμπεραίνουμε ότι τα συστήματα κατεργασίας ($F=2,8063$; $p=0,1379$) η οργανική λίπανση ($F=0,2322$; $p=0,7963$) και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση ($F=0,6216$; $p=0,6558$) δεν έδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές στη δεύτερη μέτρηση της διαμέτρου του ριζικού συστήματος.

Πίνακας 25 Ανάλυση διασποράς για τη διάμετρο του ριζικού συστήματος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Διάμετρος Ρ.Σ. 75 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,0001	2	0,0001	2,8063	0,1379
Κατεργ. x Επανάλ.	0,0000	6	0,0001		
Οργ. λιπάνσεις	0,0000	2	0,0000	0,2322	0,7963
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	0,0000	12	0,0002		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	0,0000	4	0,0000	0,6216	0,6558
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	0,0000	12	0,0002		

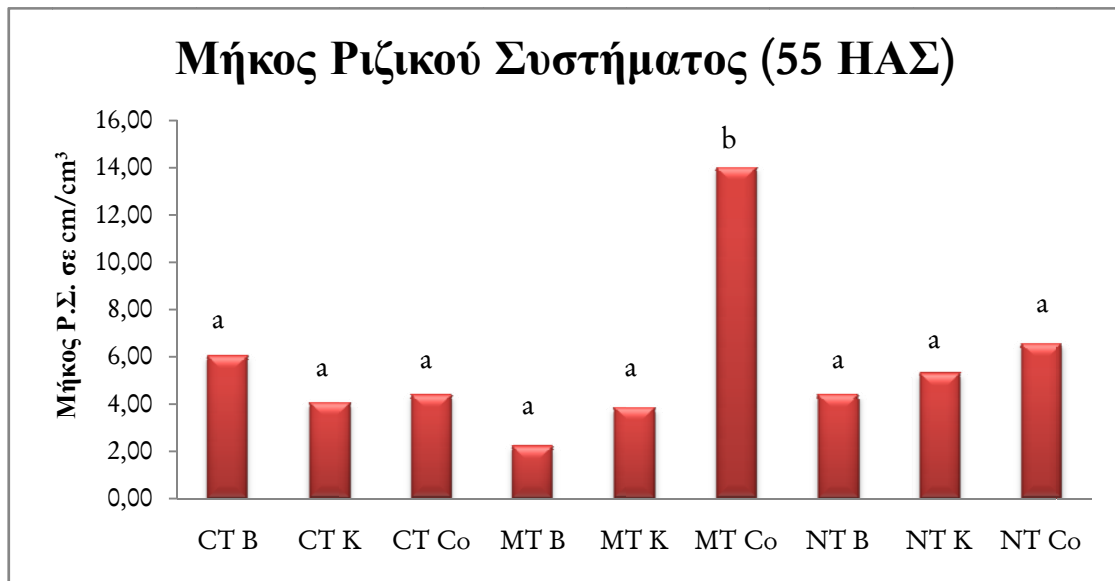
Στον πίνακα 26 φαίνονται αναλυτικά οι τιμές της διαμέτρου του ριζικού συστήματος του λιναριού 75 ημέρες μετά τη σπορά του. Μικρές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας, με την ακατεργασία ($0,128 \text{ mm}$) να βρίσκεται στην πρώτη θέση. Ακολούθησε η συμβατική κατεργασία ($0,125 \text{ mm}$).

Από τις οργανικές λιπάνσεις, η χλωρή λίπανση με κουριά ($0,126 \text{ mm}$) παρουσίασε μια μικρή διαφορά, ενώ η χλωρή λίπανση με βίκο και η χρήση compost έδωσαν τα ίδια αποτελέσματα ($0,125 \text{ mm}$).

Πίνακας 26 Σύγκριση μέσων για τη διάμετρο του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	0,124	0,126	0,124	0,125	<i>ns</i>
MT	0,125	0,124	0,125	0,124	<i>ns</i>
NT	0,131	0,127	0,128	0,128	<i>ns</i>
M.O.	0,126	0,125	0,125		
ΕΣΔ_{5%}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		

3.2.4 ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Διάγραμμα 17 Αλληλεπίδραση των συστημάτων κατεργασίας με την οργανική λίπανση στο μήκος του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, B: Βίκος, K: Κουκιά, Co: Compost).

Όπως μπορούμε να δούμε από το παραπάνω διάγραμμα στα τεμάχια που εφαρμόστηκε ελάχιστη κατεργασία και compost έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα ($14,02 \text{ cm/cm}^3$). Στα υπόλοιπα τεμάχια οι τιμές κυμάνθηκαν από $2,22-6,59 \text{ cm/cm}^3$. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσίασε το τεμάχιο της ελάχιστης κατεργασίας με compost συγκρίνοντας το με όλα τα υπόλοιπα. Δεν παρατηρήθηκε καμία άλλη στατιστικά σημαντική διαφορά.

Στη δεύτερη μέτρηση, 75 ημέρες από τη σπορά του λιναριού, όπως παρατηρούμε και από τον πίνακα 27 δεν μετρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε ως προς τα τρία συστήματα κατεργασίας ούτε ως προς τις οργανικές λιπάνσεις. Ούτε η μεταξύ τους αλληλεπίδραση έδωσε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά.

Πίνακας 27 Ανάλυση διασποράς για το μήκος του ριζικού συστήματος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Μήκος Ρ.Σ. 75 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	25,46	2	50,93	1,05	0,41
Κατεργ. x Επανάλ.	24,34	6	146,04		
Οργ. λιπάνσεις	44,00	2	88,00	2,87	0,10
Κατ. x Ορ. Λ. x Επανάλ.	15,33	12	183,93		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	22,63	4	90,51	1,48	0,27
Κατ. x Ορ. Λ. x Επανάλ.	15,33	12	183,93		

Πίνακας 28 Σύγκριση μέσων για το μήκος του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ.

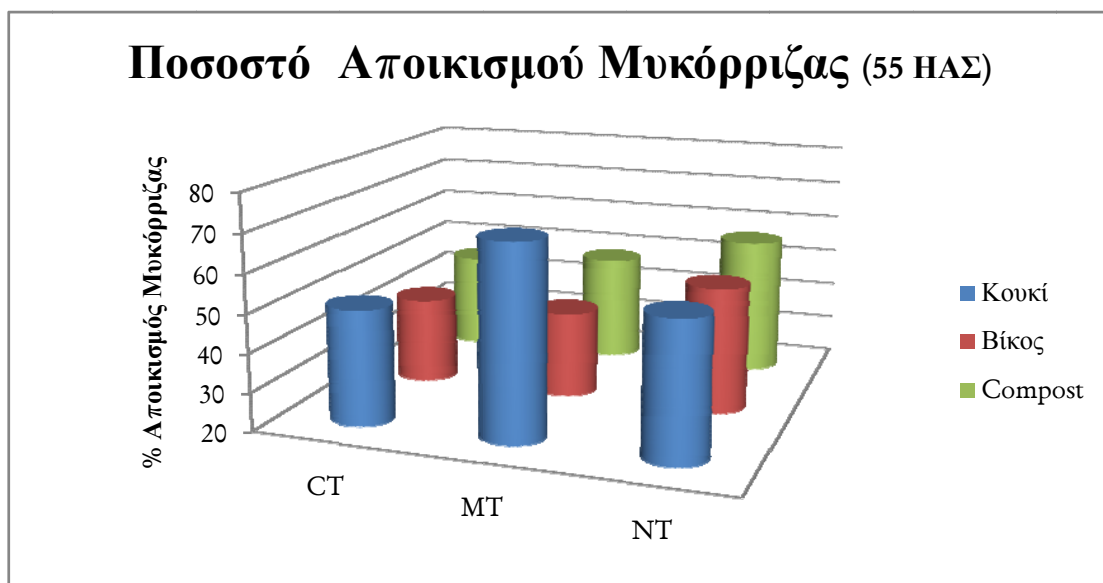
	Κουριά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	3,68	3,46	3,65	3,59	<i>ns</i>
MT	3,88	5,37	6,74	5,33	<i>ns</i>
NT	4,42	3,40	11,65	6,49	<i>ns</i>
M.O.	3,99	4,07	7,35		
ΕΣΔ_{5%}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		

Ο πίνακας 28 δείχνει ότι σε ό,τι αφορά τα συστήματα κατεργασίας η ακατεργασία ήταν αυτή η οποία έδωσε το μεγαλύτερο μήκος σε ριζικό σύστημα ($6,49 \text{ cm/cm}^3$) στην καλλιέργεια του βιολογικού λιναριού. Το μήκος του ριζικού συστήματος στην ελάχιστη κατεργασία μετρήθηκε και βρέθηκε $5,33 \text{ cm/cm}^3$. Αισθητά μικρότερες τιμές έδωσε η συμβατική κατεργασία με μήκος $3,59 \text{ cm/cm}^3$.

Η οργανική λίπανση με compost είχε τα θεαματικότερα αποτελέσματα σε ό,τι αφορά το μήκος του ριζικού συστήματος με τιμή που έφτασε τα $7,35 \text{ cm/cm}^3$. Στα τεμάχια που είχαμε χλωρή λίπανση με βίκο και κουριά η τιμές του μήκους του ριζικού συστήματος βρέθηκαν $4,07 \text{ cm/cm}^3$ και $3,99 \text{ cm/cm}^3$ αντίστοιχα.

3.2.5 ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ

Στην πρώτη μέτρηση, 55 ημέρες από τη σορά, το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές, σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς, σε ότι αφορούσε τα συστήματα κατεργασίας ($F=5,12$; $p=0,05$). Το ίδιο ίσχυσε για τις οργανικές λιπάνσεις ($F=2,596$; $p=0,116$) και για την μεταξύ τους αλληλεπίδραση ($F=1,095$; $p=0,403$).



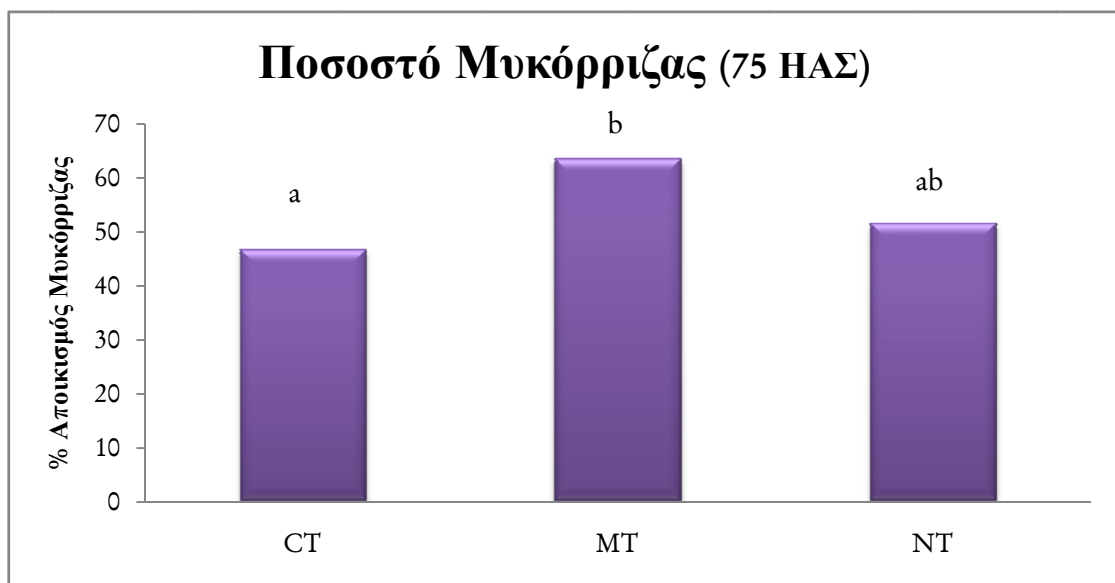
Διάγραμμα 18 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στο ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας 55 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Πίνακας 29 Σύγκριση μέσων για το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας στην καλλιέργεια λιναριού 55 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	49,81	42,33	45,26	45,80	ns
MT	70,04	42,29	47,83	53,39	ns
NT	55,52	52,67	56,09	54,76	ns
M.O.	58,46	45,76	49,73		
ΕΣΔ _{5%}	ns	ns	ns		

Στην πρώτη μέτρηση για τον προσδιορισμό του ποσοστού της μυκόρριζας τα τεμάχια με την ελάχιστη κατεργασία και τη χλωρή λίπανση του βίκου έδωσαν τα υψηλότερα ποσοστά (70,04%) (διάγραμμα 18). Από τα συστήματα κατεργασίας, η ακατεργασία έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα (54,76%) και ακολούθησε η ελάχιστη (53,39%) και η συμβατική κατεργασία (45,8%) (Πίνακας 29).

Από τις οργανικές λιπάνσεις, η χλωρή λίπανση με κουριά είχε τη μεγαλύτερη επίδραση στα ποσοστά αποικισμού της μυκόρριζας με τιμή 58,46%. Το compost με 49,73% και η χλωρή λίπανση με βίκο (45,76%) ακολούθησαν (Πίνακας 29).



Διάγραμμα 19 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Στο διάγραμμα 19 το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας παρατηρήθηκε στην ελάχιστη κατεργασία (63,6%). Ακολούθησε η ακατεργασία (51,6%) και τέλος η συμβατική κατεργασία (46,8%). Η συμβατική κατεργασία παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την

ελάχιστη, ενώ η ακατεργασία δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε ως προς την ελάχιστη κατεργασία ούτε ως προς τη συμβατική.

Ως προς την οργανική λίπανση οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το κριτήριο σύγκρισης μέσω με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 30).

Πίνακας 30 Ανάλυση διασποράς για το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

% Αποικισμού Μυκόρριζας 75 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	901,68	2	1803,37	6,45	0,032
Κατεργ.χΕπανάλ.	139,88	6	839,30		
Οργ. λιπάνσεις	237,24	2	474,49	1,85	0,199
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	128,26	12	1539,07		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	147,76	4	591,03	1,15	0,379
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	128,26	12	1539,07		

3.3 ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΜΕΡΟΣ

3.3.1 ΥΨΟΣ

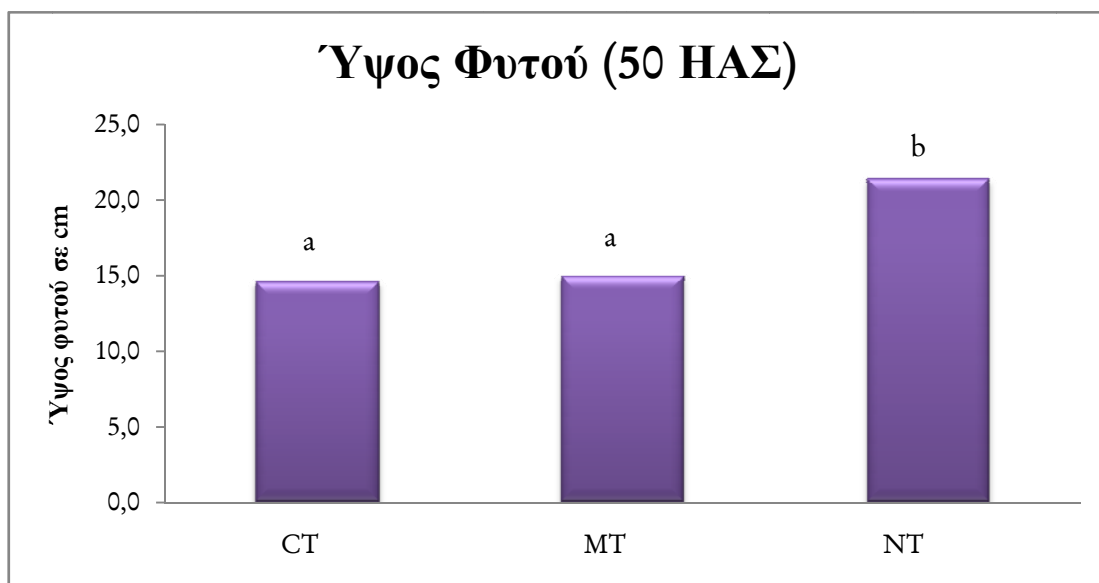
Το ύψος των φυτών μετρήθηκε σε δύο ημερομηνίες σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης. Όπως φαίνεται στον πίνακα 31, που αφορά τη μέτρηση 50 ημέρες από τη σπορά, παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας.

Η ακατεργασία ως σύστημα κατεργασίας έδωσε την υψηλότερη τιμή σε ύψος (21,4 cm). Η ελάχιστη κατεργασία έφτασε τα 14,9 cm και η συμβατική τα 14,6 cm. Στην πρώτη μέτρηση η συμβατική και η ελάχιστη κατεργασία παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με την ακατεργασία. Μεταξύ συμβατικής και ελάχιστης κατεργασίας δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 20).

Με βάση την ανάλυση διασποράς και της σύγκρισης των μέσων για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$, η οργανική λίπανση και η αλληλεπίδραση κατεργασίας με οργανική λίπανση δεν μετρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 31).

Πίνακας 31 Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 50 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ύψος φυτού 50 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	177,9	2	355,7	10,7	0,011
Κατεργ. x Επανάλ.	16,7	6	100,2		
Οργ. λιπάνσεις	3,5	2	6,9	0,2	0,841
Κατ. x Ορ. Λ. x Επανάλ.	19,7	12	236,3		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	14,9	4	59,8	0,8	0,572
Κατ. x Ορ. Λ. x Επανάλ.	19,7	12	236,3		



Διάγραμμα 20 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 50 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

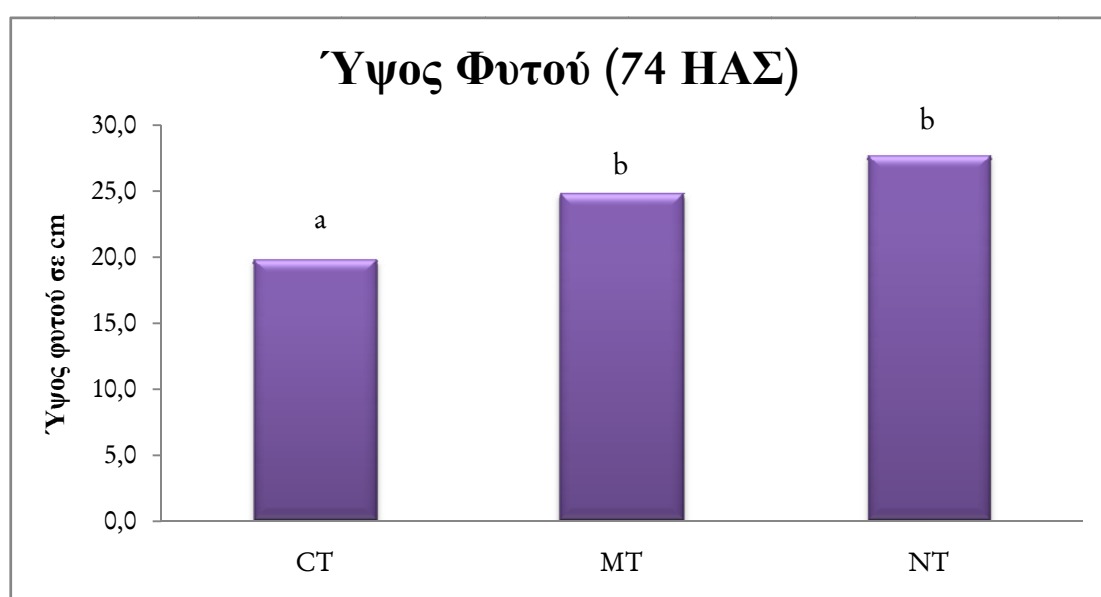
Από τη δεύτερη μέτρηση του ύψους του φυτού και την ανάλυση διασποράς που παρουσιάζεται στον πίνακα 32 παρατηρούμε ότι τα συστήματα κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 32 Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ύψος φυτού 74 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	190,2	2	380,4	10,3	0,011
Κατεργ.χΕπανάλ.	18,4	6	110,5		
Οργ. λιπάνσεις	2,5	2	5,0	0,2	0,797
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	10,8	12	130,0		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	9,3	4	37,1	0,9	0,517
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	10,8	12	130,0		

Όπως μετρήθηκε στην πρώτη μέτρηση έτσι και στις 74 ημέρες από τη σπορά, η ακατεργασία ήταν αυτή που έφερε τα καλύτερα αποτελέσματα ως προς το ύψος των φυτών (27,8 cm) της καλλιέργειας βιολογικού λιναριού. Ακολούθησε η ελάχιστη κατεργασία με ύψος που έφτασε τα 24,8 cm. Στη συμβατική κατεργασία μετρήθηκε το μικρότερο ύψος (19,9 cm).

Στη δεύτερη μέτρηση η συμβατική κατεργασία διέφερε στατιστικώς σημαντικά με την ελάχιστη κατεργασία και την ακατεργασία. Η ελάχιστη κατεργασία και η ακατεργασία δεν διέφεραν μεταξύ τους (Διάγραμμα 21).

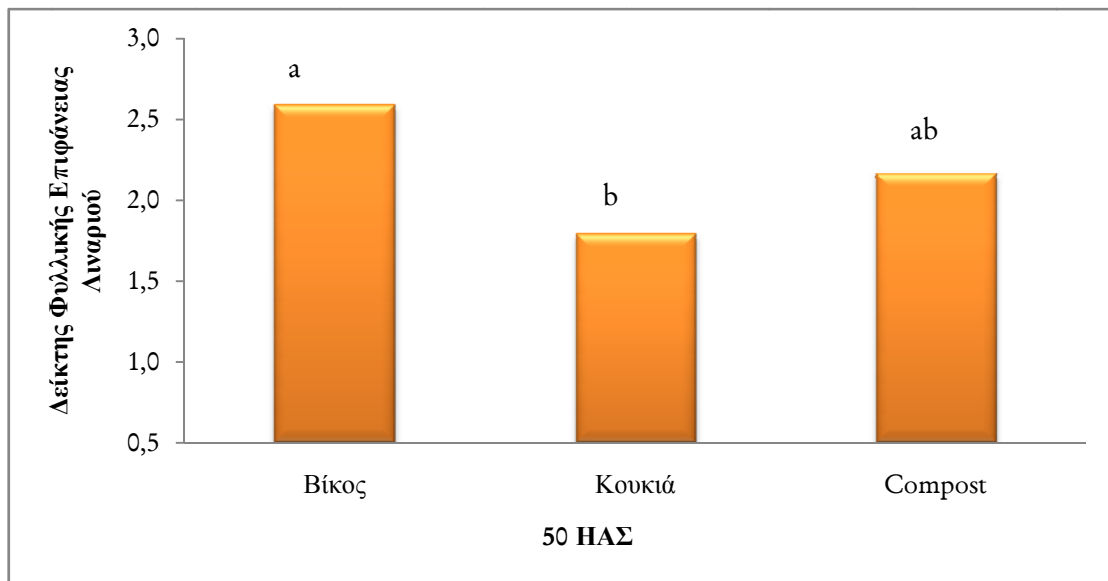


Διάγραμμα 21 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Ως προς την οργανική λίπανση οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το κριτήριο σύγκρισης μέσω της μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 32).

3.3.2 ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Η χλωρή λίπανση του βίκου έδωσε τη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια (2,59) στα φυτά του λinaριού και ακολούθησε η οργανική λίπανση με compost (2,17) και η χλωρή λίπανση των κουκιών (1,79). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ της χλωρής λίπανσης του βίκου και των κουκιών, ενώ το compost δεν διέφερε με κανένα από τα δύο είδη χλωρής λίπανσης (Διάγραμμα 22).



Διάγραμμα 22 Επίδραση της οργανικής λίπανσης στη φυλλική επιφάνεια των φυτών στην καλλιέργεια λinaριού 50 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%).

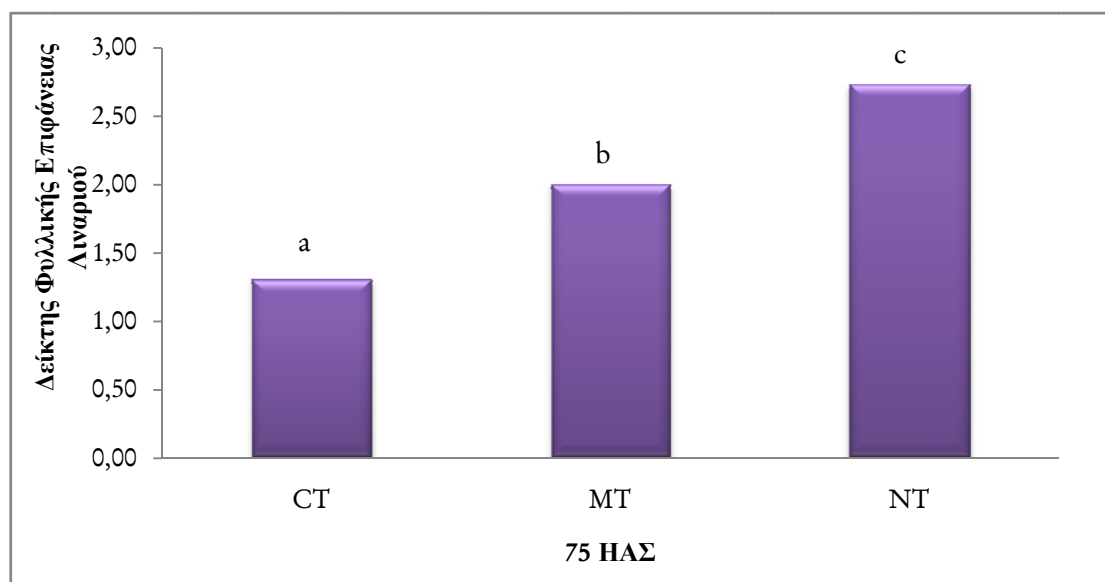
Ως προς τα συστήματα κατεργασίας, όπως βλέπουμε και στον πίνακα 33, στην πρώτη μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στην αλληλεπίδραση συστήματος κατεργασίας και οργανικών λιπάνσεων επίσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 33 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας λιναριού 50 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας 50 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	3,681	2	7,362	3,146	0,116
Κατεργ.χΕπανάλ.	1,170	6	7,020		
Οργ. λιπάνσεις	1,922	2	3,844	8,834	0,004
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	0,218	12	2,611		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	0,417	4	1,667	1,915	0,173
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	0,218	12	2,611		

Η ακατεργασία έδωσε, στη δεύτερη μέτρηση, το μεγαλύτερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (2,73) και ακολούθησε η ελάχιστη κατεργασία (2,00). Η τιμή του δείκτη για την συμβατική κατεργασίας υπολογίστηκε στα 1,31.

Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές (Διάγραμμα 23).



Διάγραμμα 23 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Από τον πίνακα 34 συμπεραίνουμε ότι στην οργανική λιπάνση και στην αλληλεπίδραση συστημάτων κατεργασίας με τις οργανικές λιπάνσεις δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

Πίνακας 34 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας της καλλιέργειας λιναριού 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας 75 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	B.E.	Μέσο τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	12,257	2	6,129	12,983	0,007
Κατεργ.χΕπανάλ.	2,832	6	0,472		
Οργ. λιπάνσεις	0,120	2	0,060	0,089	0,916
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	8,119	12	0,677		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	2,430	4	0,607	0,898	0,495
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	8,119	12	0,677		

3.3.3 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ

Το νωπό βάρος μετρήθηκε δύο φορές, 57 και 74 ημέρες από τη σπορά του λιναριού. Στους πίνακες που παρατίθενται φαίνεται η επίδραση του είδους της λίπανσης και του συστήματος κατεργασίας στο νωπό βάρος του φυτού.

Πίνακας 35 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Νωπό Βάρος 57 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	55080,2	2	110160,4	1,451	0,306
Κατεργ.χΕπανάλ.	37953,6	6	227721,6		
Οργ. λιπάνσεις	110089,2	2	220178,3	1,481	0,266
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	74337,4	12	892048,3		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	113431,4	4	453725,4	1,526	0,256
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	74337,4	12	892048,3		

Πίνακας 36 Σύγκριση μέσων για το νωπό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ.

	Κουριά	Βίος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	600,8	245,7	444,1	430,2	ns
MT	417,0	550,2	359,6	442,3	ns
NT	655,1	314,5	689,7	553,1	ns
M.O.	557,6	370,1	497,8		
ΕΣΔ_{5%}	ns	ns	ns		

Το σύστημα της ακατεργασίας είναι αυτό που παρουσίασε το μεγαλύτερο νωπό βάρος και στις δύο μετρήσεις. Στην πρώτη μέτρηση το νωπό βάρος βρέθηκε 553,1 kg/στρέμμα, ενώ στη δεύτερη έφτασε τα 1688,8 kg/στρέμμα. Ακολούθησε το σύστημα της ελάχιστης κατεργασίας (442,3 kg/στρέμμα στην πρώτη και 873,6 kg/στρέμμα στη δεύτερη μέτρηση). Η συμβατική κατεργασία έδωσε τις μικρότερες ποσότητες σε νωπό βάρος (Πίνακες 36 και 38). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές σε κανένα

είδος κατεργασίας σε καμία από τις δύο μετρήσεις που έγιναν (Πίνακες 35 και 37).

Η χλωρή λίπανση με κουριά είχε τη θετικότερη επίδραση στο νωπό βάρος της καλλιέργειας του λιναριού στην πρώτη μέτρηση (557,6 kg/στρέμμα), ενώ στη δεύτερη μέτρηση η χλωρή λίπανση με βίκο είχε καλύτερα αποτελέσματα με νωπό βάρος που έφτασε τα 1093 kg/στρέμμα (Πίνακες 36 και 38). Και σε αυτήν την περίπτωση όμως δεν μετρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των οργανικών λιπάνσεων (Πίνακες 35 και 37).

Η μεταξύ τους αλληλεπίδραση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε στην πρώτη ούτε στη δεύτερη μέτρηση.

Πίνακας 37 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Νωπό Βάρος 74 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	4270791	2	8541582	4,535	0,063
Κατεργ.χΕπανάλ.	941722,44	6	5650335		
Οργ. λιπάνσεις	100137,29	2	200274,6	0,207	0,816
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	484422,38	12	5813069		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	262174,66	4	1048699	0,541	0,709
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	484422,38	12	5813069		

Πίνακας 38 Σύγκριση μέσων για το νωπό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ.

	Κουριά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	653,4	503,2	423,3	526,6	ns
MT	1123,9	732,2	764,8	873,6	ns
NT	1444,9	2035,7	1585,7	1688,8	ns
M.O.	1074,1	1090,3	924,6		
ΕΣΔ _{5%}	ns	ns	ns		

3.3.4 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

Τα αποτελέσματα ως προς το ξηρό βάρος ήταν παρόμοια με το νωπό βάρος του φυτού. Έγιναν δύο μετρήσεις και εδώ, η πρώτη στις 57 ημέρες μετά τη σπορά και η δεύτερη στις 74 ημέρες μετά τη σπορά.

Πίνακας 39 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ξηρό Βάρος 57 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	5360,94	2	10721,87	1,59	0,28
Κατεργ. x Επανάλ.	3370,61	6	20223,68		
Οργ. λιπάνσεις	10792,97	2	21585,93	2,01	0,18
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	5369,58	12	64434,95		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	8722,21	4	34888,85	1,62	0,23
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	5369,58	12	64434,95		

Πίνακας 40 Σύγκριση μέσων για το ξηρό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ.

	Κουιιά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	180,29	72,42	130,80	127,84	ns
MT	124,81	156,23	113,44	131,49	ns
NT	194,54	96,73	207,14	166,14	ns
M.O.	166,54	108,46	150,46		
ΕΣΔ_{5%}	ns	ns	ns		

Με βάση τον πίνακα 39 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην κατεργασία, στην οργανική λίπανση αλλά και στη μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

Ο πίνακας 40 δείχνει ότι η ακατεργασία από τα συστήματα κατεργασίας με ξηρό βάρος 166,14 kg/στρέμμα και η χλωρή λίπανση με κουιιά από τις οργανικές λιπάνσεις με ξηρό βάρος 166,54 kg/στρέμμα έδωσαν τις καλύτερες

τιμές. Ακολούθησαν η ελάχιστη κατεργασία (131,49 kg/στρέμμα) και η συμβατική (127,84 kg/στρέμμα) από τα συστήματα κατεργασίας.

Από τις οργανικές λιπάνσεις ακολούθησε το compost (150,46 kg/στρέμμα) και τέλος η χλωρή λίπανση με βίκο (108,46 kg/στρέμμα) με τη μικρότερη τιμή σε ξηρό βάρος φυτών.

Πίνακας 41 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ξηρό Βάρος 74 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	481983,66	2	963967,31	3,67	0,09
Κατεργ.χΕπανάλ.	131308,16	6	787848,94		
Οργ. λιπάνσεις	6775,37	2	13550,74	0,14	0,87
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	49038,29	12	588459,44		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	44562,67	4	178250,69	0,91	0,49
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	49038,29	12	588459,44		

Με βάση τον πίνακα 41 καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην κατεργασία, στην οργανική λίπανση αλλά και στη μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

Ο πίνακας 42 δείχνει ότι η ακατεργασία από τα συστήματα κατεργασίας με ξηρό βάρος 580,55 kg/στρέμμα και η χλωρή λίπανση με βίκο από τις οργανικές λιπάνσεις με ξηρό βάρος 375,87 kg/στρέμμα έδωσαν τις καλύτερες τιμές. Ακολούθησαν η ελάχιστη κατεργασία (292,31 kg/στρέμμα) και η συμβατική (195,22 kg/στρέμμα) από τα συστήματα κατεργασίας.

Από τις οργανικές λιπάνσεις ακολούθησε η χλωρή λίπανση με κουριά (362,51 kg/στρέμμα) και τέλος το compost (329,70 kg/στρέμμα) με τη μικρότερη τιμή σε ξηρό βάρος φυτών.

Πίνακας 42 Σύγκριση μέσων για το ξηρό βάρος φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ.

	Κουριά	Βίχος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	237,77	185,32	162,57	195,22	<i>ns</i>
MT	393,88	243,82	239,25	292,31	<i>ns</i>
NT	455,90	698,49	587,28	580,55	<i>ns</i>
M.O.	362,51	375,87	329,70		
ΕΣΔ_{5%}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		

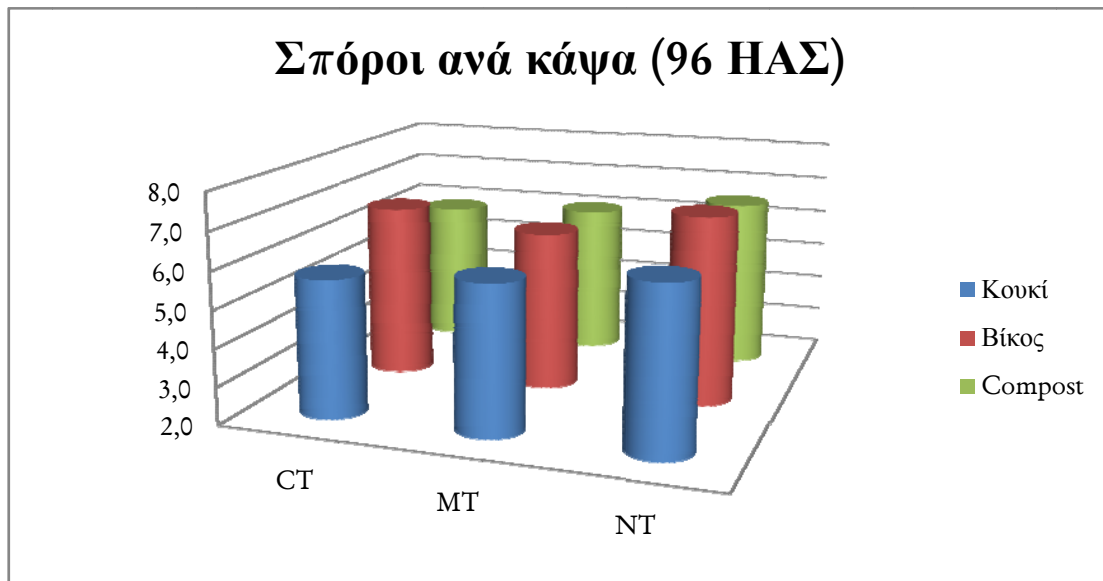
3.3.5 ΣΠΟΡΟΙ ΑΝΑ ΚΑΨΑ

Με τη συγκομιδή, προσδιορίστηκε ο αριθμός των σπόρων ανά κάψα. Η κατεργασία (6,63 σπόροι/κάψα) από τα συστήματα κατεργασίας και η χλωρή λίπανση με βίκιο (6,64 σπόροι/κάψα) έδωσαν τις καλύτερες και υψηλότερες τιμές σε σπόρους ανά κάψα (Διάγραμμα 24 και Πίνακας 44).

Πίνακας 43 Ανάλυση διασποράς για τους σπόρους ανά κάψα στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Σπόροι/κάψα 96 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	1,27	2	2,54	2,525	0,16
Κατεργ.xEπανάλ.	0,50	6	3,02		
Οργ. λιπάνσεις	1,41	2	2,81	2,165	0,157
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	0,65	12	7,79		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	0,13	4	0,52	0,202	0,932
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	0,65	12	7,79		

Δεν παρατηρήθηκαν ωστόσο στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο ως προς τα συστήματα κατεργασίας όσο και ως προς τις οργανικές λιπάνσεις και τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 43).



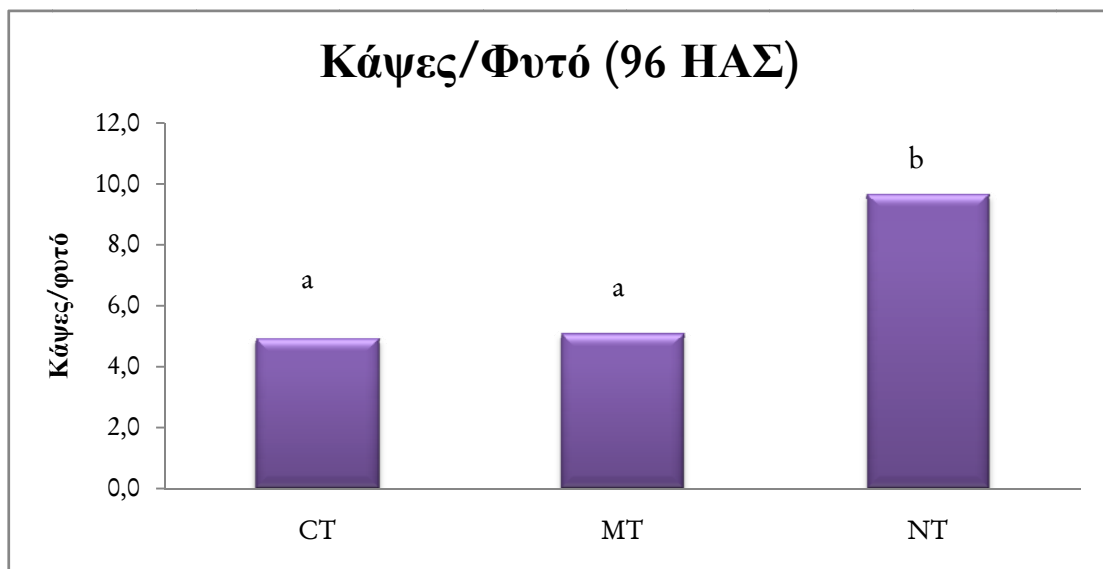
Διάγραμμα 24 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στους σπόρους ανά κάψα 96 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Πίνακας 44 Σύγκριση μέσων για τους σπόρους ανά κάψα στην καλλιέργεια λινარიού 96 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	5,66	6,64	5,86	6,05	ns
MT	5,94	6,26	6,06	6,09	ns
NT	6,34	7,03	6,53	6,63	ns
M.O.	5,98	6,64	6,15		
ΕΣΔ_{5%}	ns	ns	ns		

3.3.6 ΚΑΨΕΣ/ΦΥΤΟ

Μετρήθηκαν οι κάψες ανά φυτό και όπως παρατηρούμε και από το διάγραμμα 3.22 το σύστημα της ακατεργασίας έδωσε τις υψηλότερες τιμές (9,6 κάψες/φυτό). Η ελάχιστη κατεργασία (5,1 κάψες/φυτό) και η συμβατική κατεργασία (4,9 κάψες/φυτό) είχαν πολύ μικρές διαφορές. Το σύστημα της ακατεργασίας παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα υπόλοιπα δύο. Η συμβατική κατεργασία δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με την ελάχιστη (Διάγραμμα 25).



Διάγραμμα 25 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στις κάψες/φυτό στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Ως προς την οργανική λίπανση, στη μέτρηση 96 ημέρες μετά τη σπορά του λιναριού, οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το κριτήριο σύγκρισης μέσω με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 45).

Πίνακας 45 Ανάλυση διασποράς για τις κάψες ανά φυτό στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Κάψες/φυτό 96 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	85,88	2	171,76	6,328	0,033
Κατεργ. x Επανάλ.	13,57	6	81,43		
Οργ. λιπάνσεις	1,23	2	2,47	0,352	0,71
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	3,51	12	42,07		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	6,36	4	25,43	1,814	0,191
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	3,51	12	42,07		

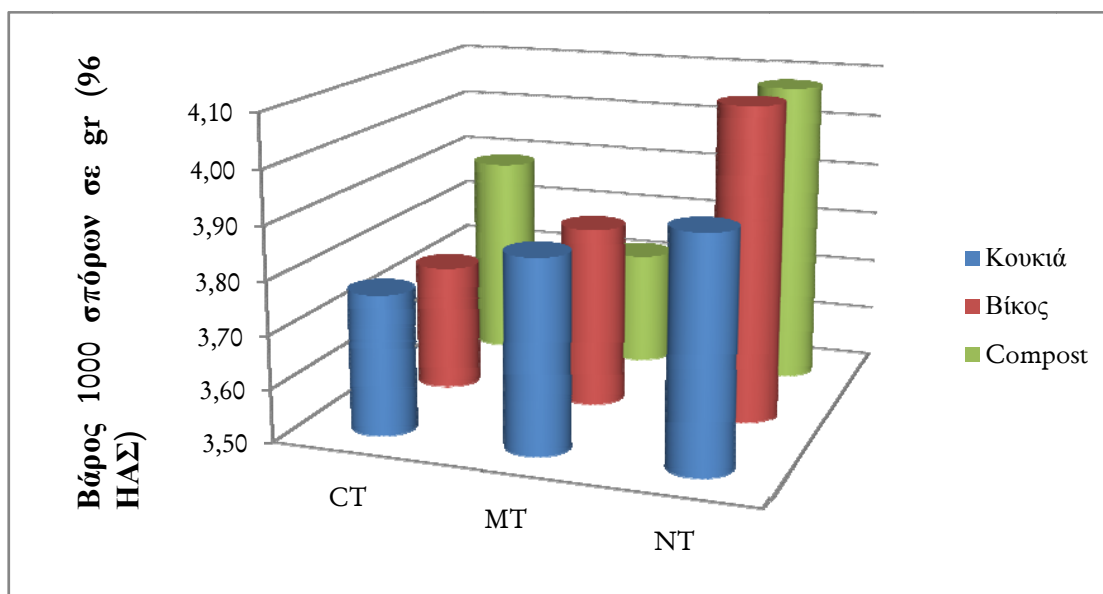
3.3.7 ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ

Με βάση τον πίνακα 46 και την ανάλυση διασπορών που ακολουθήθηκε, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα συστήματα κατεργασίας, οι οργανικές λιπάνσεις και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση δεν έδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 46 Ανάλυση διασποράς για το βάρος 1000 σπόρων στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Βάρος 1000 σπόρων 96 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,215	2	0,430	4,126	0,075
Κατεργ. x Επανάλ.	0,052	6	0,313		
Οργ. λιπάνσεις	0,007	2	0,013	0,221	0,805
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	0,030	12	0,364		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	0,037	4	0,148	1,219	0,354
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	0,030	12	0,364		

Το διάγραμμα 26 δείχνει ότι η ακατεργασία ήταν αυτή η οποία οδήγησε στην μεγαλύτερη αύξηση του βάρους 1000 σπόρων (4,03 gr). Τα υπόλοιπα συστήματα κατεργασίας υπολείπονταν σε αποδόσεις της ακατεργασίας. Η ελάχιστη κατεργασία έδωσε βάρος 1000 σπόρων 3,81 gr, ενώ η συμβατική 3,80 gr.



Διάγραμμα 26 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών οργανικών λιπάνσεων (Βίκος – Κουκιά – Compost) στο βάρος 1000 σπόρων 96 ΗΑΣ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Τόσο η χλωρή λιπανση με βίκο όσο και το compost είχαν τα ίδια αποτελέσματα στο βάρος 1000 (3,89 gr). Ακολουθεί η λιπανση με κουκιά με μικρή διαφορά (3,85 gr) (Διάγραμμα 26 και Πίνακας 47).

Πίνακας 47 Σύγκριση μέσων για το βάρος 1000 σπόρων του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	3,76	3,74	3,89	3,80	<i>ns</i>
MT	3,86	3,84	3,72	3,81	<i>ns</i>
NT	3,93	4,09	4,08	4,03	<i>ns</i>
M.O.	3,85	3,89	3,89		
ΕΣΔ_{5%}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		

3.3.8 ΑΖΩΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

Το ολικό Ν σε φύλλα και στελέχη προσδιορίστηκε σε δύο φάσεις, 57 και 74 ημέρες από τη σπορά του λιναριού.

Πίνακας 48 Ανάλυση διασποράς για το άζωτο του υπέργειου μέρους 57 ΗΑΣ στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Άζωτο υπέργειου μέρους 57 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,0015	2	0,0030	2,204	0,192
Κατεργ.χΕπανάλ.	0,0007	6	0,0040		
Οργ. λιπάνσεις	0,0002	2	0,0003	0,223	0,803
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	0,0008	12	0,0091		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	0,0004	4	0,0014	0,476	0,753
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	0,0008	12	0,0091		

Πίνακας 49 Σύγκριση μέσων για το ολικό Ν του υπέργειου μέρους του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 57 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίκος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	0,438	0,458	0,448	0,448	ns
MT	0,478	0,468	0,463	0,469	ns
NT	0,445	0,458	0,460	0,454	ns
M.O.	0,453	0,461	0,457		
ΕΣΔ_{5%}	ns	ns	ns		

Στην πρώτη όσο και στη δεύτερη μέτρηση τα συστήματα κατεργασίας δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 48 και Πίνακας 50). Η ελάχιστη κατεργασία έδωσε τις καλύτερες τιμές σε ποσοστό ολικού αζώτου στο υπέργειο μέρος και στην πρώτη (0,469%) και στη δεύτερη μέτρηση (0,457%) (Πίνακας 49 και Πίνακας 51). Ακολούθησαν η ακατεργασία (0,454% και 0,450%) και η συμβατική κατεργασία (0,448% και 0,450%).

Πίνακας 50 Ανάλυση διασποράς για το άζωτο του υπέργειου μέρους 74 ΗΑΣ στην καλλιέργεια λιναριού 96 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Άζωτο υπέργειου μέρους 74 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,0001	2	0,0003	0,052	0,949
Κατεργ.χΕπανάλ.	0,0028	6	0,0166		
Οργ. λιπάσεις	0,0007	2	0,0014	0,576	0,577
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	0,0012	12	0,0150		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	0,0007	4	0,0030	0,596	0,672
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	0,0012	12	0,0150		

Ως προς την οργανική λίπανση, και στις δύο μετρήσεις, οι διαφορές δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το κριτήριο σύγκρισης μέσων με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (Πίνακας 48 και Πίνακας 50).

Πίνακας 51 Σύγκριση μέσων για το ολικό N του υπέργειου μέρους του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ.

	Κουκιά	Βίος	Compost	M.O.	ΕΣΔ _{5%}
CT	0,430	0,453	0,468	0,450	<i>ns</i>
MT	0,463	0,460	0,448	0,457	<i>ns</i>
NT	0,443	0,465	0,458	0,455	<i>ns</i>
M.O.	0,445	0,459	0,458		
ΕΣΔ_{5%}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		

3.3.9 ΑΠΟΔΟΣΗ

Από τον πίνακα 52 διακρίνουμε ότι μετρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας, στις οργανικές λιπάνσεις, αλλά και στην μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

Πίνακας 52 Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε σπόρο στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Απόδοση σε σπόρο					
	Μέσο τετραγώνων	B.E	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	1619,73	2	3239,46	20,797	0,0020
Κατεργ. x Επανάλ.	77,88	6	467,30		
Οργ. λιπάνσεις	613,92	2	1227,83	11,529	0,0016
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν.	53,25	12	638,97		
Κατεργ. x Οργ. Λιπ.	541,98	4	2167,93	10,178	0,0008
Κατ. x Ορ. Λ. x Επαν	53,25	12	638,97		

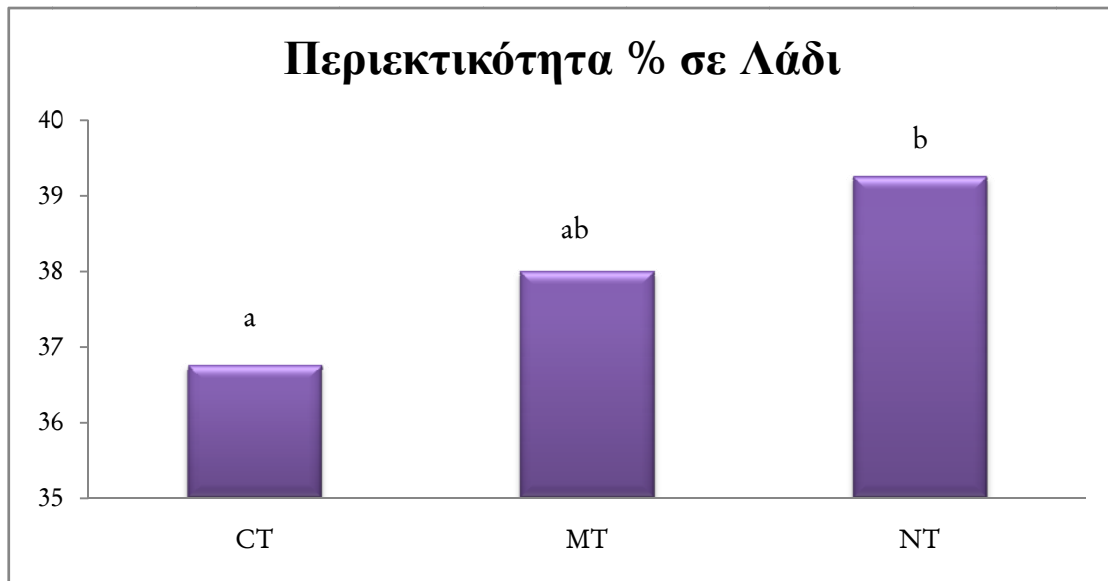
Από τον πίνακα 53 διακρίνουμε ότι τη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρους έδωσε η μειωμένη κατεργασία με χλωρή λίπανση βίκου (155 kg/στρέμμα), ενώ η μικρότερη απόδοση μετρήθηκε στο σύστημα της ακατεργασίας με χλωρή λίπανση κουκιών (117 kg/στρέμμα). Οι υπόλοιπες επεμβάσεις κυμάνθηκαν από 135-155 kg/στρέμμα.

Πίνακας 53 Ορθογώνιες συγκρίσεις των μέσων της απόδοσης σε σπόρο στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές, οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τους μέσους όρους)

	CT Βίκος	CT Κουκιά	CT Compost	MT Βίκος	MT Κουκιά	MT Compost	NT Βίκος	NT Κουκιά	NT Compost
	M=142	M=137	M=135	M=166	M=155	M=153	M=142	M=117	M=155
CT Βίκος		0,490	0,3435	0,005	0,083	0,138	0,989	0,002	0,099
CT Κουκιά	0,490		0,7939	0,001	0,019	0,034	0,499	0,013	0,023
CT Compost	0,343	0,794		0,000	0,010	0,019	0,351	0,024	0,013
MT Βίκος	0,005	0,001	0,0004		0,224	0,141	0,005	0,00000	0,193
MT Κουκιά	0,083	0,019	0,0101	0,224		0,788	0,081	0,00002	0,928
MT Compost	0,138	0,034	0,0191	0,141	0,788		0,134	0,00004	0,858
NT Βίκος	0,989	0,499	0,3506	0,005	0,081	0,134		0,002	0,096
NT Κουκιά	0,002	0,013	0,0243	0,000001	0,00002	0,00004	0,002		0,00003
NT Compost	0,099	0,023	0,0126	0,193	0,928	0,858	0,096	0,00003	

3.3.10 ΛΑΔΙ

3.3.10.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΛΑΔΙ



Διάγραμμα 27 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην περιεκτικότητα του λαδιού στην καλλιέργεια λinaριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Στο διάγραμμα 27 διακρίνουμε ότι το σύστημα της ακατεργασίας (39,3%) έδωσε τα υψηλότερα ποσοστά σε περιεκτικότητα λαδιού στην καλλιέργεια του λinaριού. Ακολούθησε η ελάχιστη κατεργασία (38%), η οποία δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε με τη συμβατική κατεργασία (36,8%) ούτε με την ακατεργασία.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ της ακατεργασίας και της συμβατικής κατεργασίας.



Διάγραμμα 28 Επίδραση των οργανικών λιπάνσεων στην περιεκτικότητα σε λάδι στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο $\alpha=5\%$).

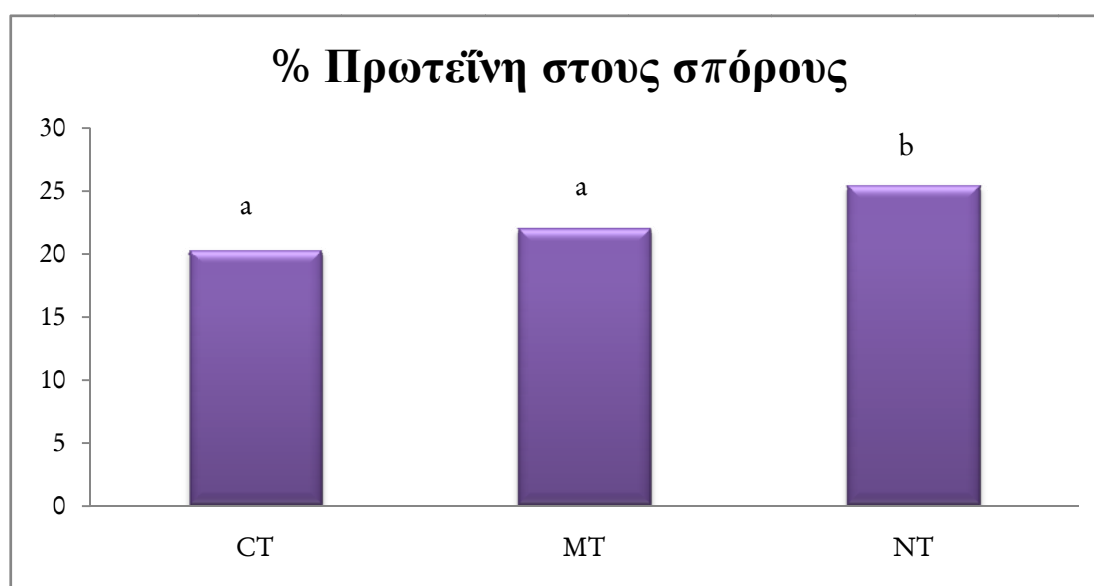
Η χλωρή λίπανση με κουκιά έδωσε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λάδι (39,67%). Ακολούθησαν τα τεμάχια με τη λίπανση του βίκου (37,67%). Στις διαφορετικές λιπάνσεις τα τεμάχια με compost είχαν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε λάδι (36,67%).

Στα τεμάχια της χλωρής λίπανσης με κουκιά παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τη χλωρή λίπανση με βίκο και με την εφαρμογή compost.

3.3.10.2 % ΠΡΩΤΕΪΝΗ ΣΤΟΥΣ ΣΠΟΡΟΥΣ

Η μέτρηση που έγινε για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των σπόρων σε πρωτεΐνη μας έδωσε τα εξής συμπεράσματα: η ακατεργασία παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό σε πρωτεΐνη (25,48%), η ελάχιστη κατεργασία με ποσοστό 21,99% έδωσε τη δεύτερη καλύτερη περιεκτικότητα. Η μικρότερη μετρήθηκε στο σύστημα της συμβατικής κατεργασίας (20,29%).

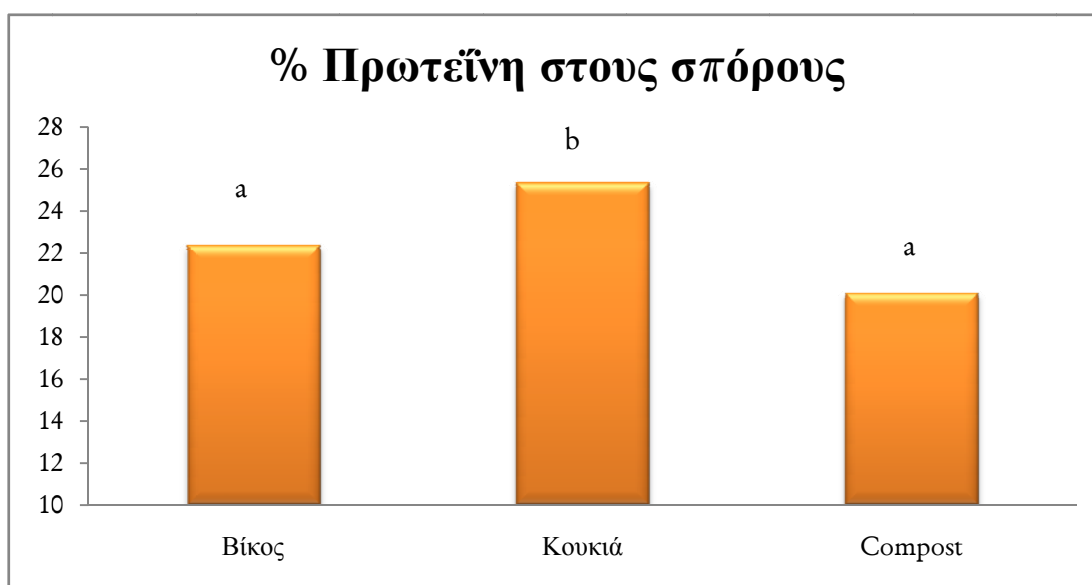
Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ της ακατεργασίας και των άλλων δύο συστημάτων κατεργασίας (Διάγραμμα 29).



Διάγραμμα 29 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην ποσοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στους σπόρους στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο $\alpha=5\%$, CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία).

Σε ότι αφορά τις οργανικές λιπάνσεις η χλωρή λίπανση με κουκιά είχε την αποτελεσματικότερη επίδραση στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη σε σπόρους με ποσοστό 25,36%. Ακολούθησε η χλωρή λίπανση με βίκιο (23,32%) και τέλος το compost με ποσοστό 20,08%.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μόνο μεταξύ της χλωρής λίπανσης με κουκιά με τους άλλους δύο τρόπους λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν (Διάγραμμα 30).



Διάγραμμα 30 Επίδραση των οργανικών λιπάνσεων στην ποσοστιαία περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στους σπόρους στην καλλιέργεια λinaριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο $\alpha=5\%$).

3.3.10.3 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΛΑΔΙ

Ο πίνακας 54 δείχνει ότι για το επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ τα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας και η αλληλεπίδραση μεταξύ των οργανικών λιπάνσεων και της κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 54 Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε λάδι στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Απόδοση σε λάδι					
	Μέσο τετραγώνων	B.E	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	272,23	2	544,46	10,64	0,011
Κατεργ.χΕπανάλ.	25,59	6	153,51		
Οργ. λιπάνσεις	19,80	2	39,60	2,2109	0,152
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν.	8,96	12	107,47		
Κατεργ.χΟργ. Λιπ.	66,17	4	264,66	7,388	0,003
Κατ.χΟρ. Λ.χΕπαν	8,96	12	107,47		

Στον πίνακα 55 είναι ορατές οι στατιστικά σημαντικές διαφορές για τις διαφορετικές επεμβάσεις που έγιναν στην καλλιέργεια του λιναριού. Οι μέσοι όροι δείχνουν ότι την καλύτερη απόδοση σε λάδι είχε το σύστημα της μειωμένης κατεργασίας με βίκο (62 kg/στρέμμα), ενώ τη μικρότερη απόδοση σε λάδι έδωσε η ακατεργασία με κουριά και η συμβατική κατεργασία με compost (48 kg/στρέμμα).

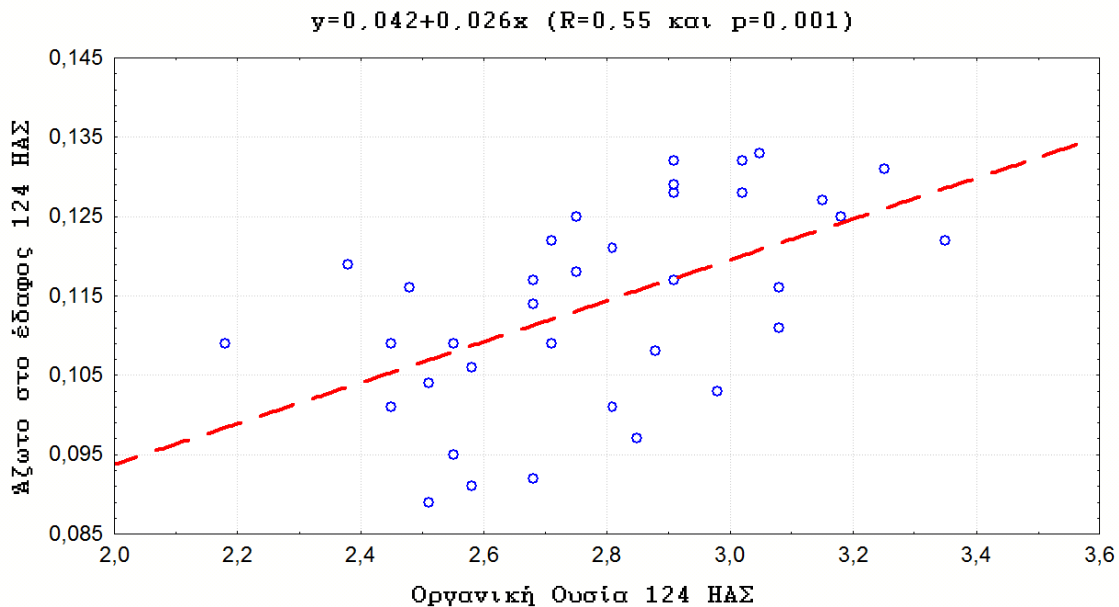
Πίνακας 55 Ορθογώνιες συγκρίσεις των μέσων της απόδοσης στην καλλιέργεια λιναριού για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές, οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τους μέσους όρους)

	CT Βίκος	CT Κουιά	CT Compost	MT Βίκος	MT Κουιά	MT Compost	NT Βίκος	NT Κουιά	NT Compost
	M=52	M=52	M=48	M=62	M=61	M=56	M=55	M=48	M=58
CT Βίκος		0,984	0,348	0,009	0,015	0,214	0,394	0,376	0,097
CT Κουιά	0,984		0,338	0,010	0,015	0,221	0,405	0,365	0,101
CT Compost	0,348	0,338		0,001	0,001	0,034	0,080	0,957	0,013
MT Βίκος	0,009	0,010	0,001		0,846	0,138	0,063	0,001	0,288
MT Κουιά	0,015	0,015	0,001	0,846		0,193	0,093	0,002	0,383
MT Compost	0,214	0,221	0,034	0,138	0,193		0,688	0,039	0,658
NT Βίκος	0,394	0,405	0,080	0,063	0,093	0,688		0,088	0,401
NT Κουιά	0,376	0,365	0,957	0,001	0,002	0,039	0,088		0,014
NT Compost	0,097	0,101	0,013	0,288	0,383	0,658	0,401	0,014	

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα αποτελέσματα είδαμε ότι η οργανική ουσία ήταν υψηλότερη στο σύστημα της ακατεργασίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η κατεργασία προκαλεί ταχεία οξείδωση της οργανικής ουσίας (Σιδηράς, 2002; Μπιλάλης, 1999). Οι τιμές του οργανικού άνθρακα και αζώτου στην επιφάνεια του εδάφους επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την κατεργασία και τις καλλιεργητικές τεχνικές (Adams & Laughlin, 1981; Ayanaba *et al.*, 1976; Doran, 1987; Lynch & Panting, 1980). Στην ακατεργασία, η οργανική ουσία διατηρεί τα επίπεδα της και μακροχρόνια με τη σωστή γεωργική πρακτική (όπως φυτικά υπολείμματα κ.α.) αυξάνει.

Η οργανική ουσία αποτελεί τη δεξαμενή των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων και του αζώτου. Η οργανική ουσία σχετίζεται θετικά με το ολικό άζωτο στο έδαφος (Διάγραμμα 31).



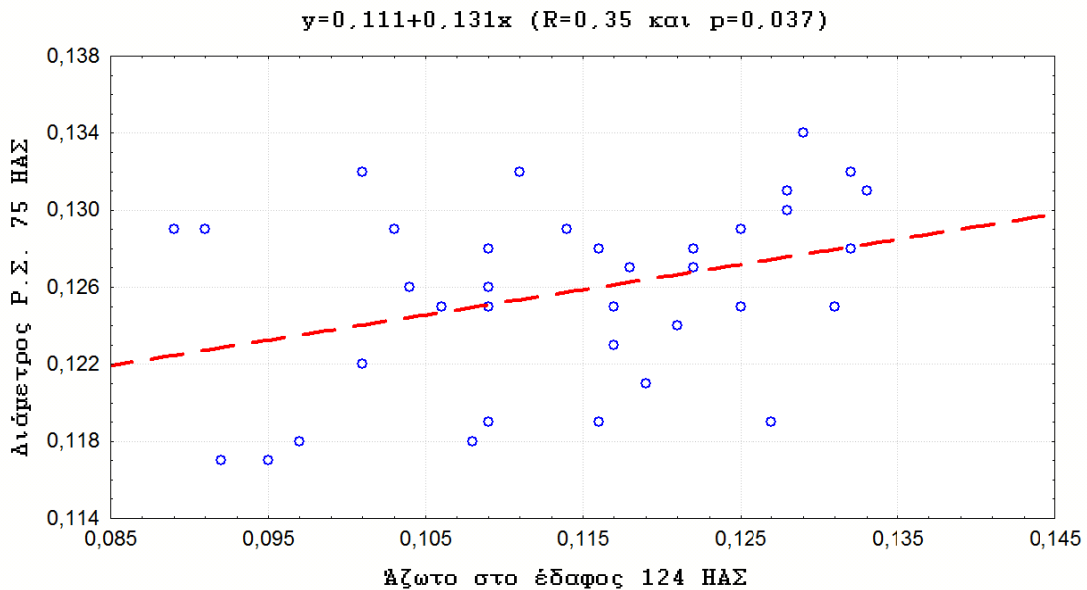
Διάγραμμα 31 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) και οργανικής ουσίας (% β/β) σε καλλιέργεια λιναριού 124 ΗΑΣ (n=36).

Το ολικό άζωτο στο έδαφος στο έδαφος ήταν υψηλότερο στο σύστημα της ακατεργασίας, γεγονός που συνδέεται με τον μικρότερο ρυθμό αποδόμησης της οργανικής ουσίας. Η κάλυψη με υπολείμματα καλλιεργειών, στο σύστημα της ακατεργασίας, η οργανική ουσία και οι μικροοργανισμοί του εδάφους έχουν προταθεί ως ο κύριος μηχανισμός ορυκτοποίησης του Ν κοντά στην επιφάνεια του εδάφους σε σύγκριση με το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας (Holland & Coleman, 1987; House, *et al.*, 1984; Doran, 1987). Η μικροβιακή βιομάζα και τα ορυκτοποιημένα οργανικά αποθέματα στην επιφάνεια του εδάφους της ακατεργασίας μπορεί να αντιπροσωπεύουν είτε τη δεξαμενή είτε την πηγή του διαθέσιμου Ν στο φυτό, ανάλογα με το κλίμα, την καλλιέργεια ή πρόσκαιρες αλλαγές στο εδαφικό περιβάλλον.

Αντίθετα η ταχεία οξείδωση της οργανικής ουσίας στο σύστημα της συμβατικής κατεργασίας οδήγησε στο μειωμένο ποσοστό του ολικού αζώτου στο έδαφος.

Η μυκόρριζα αποτελεί ποιοτικό δείκτη στη βιολογική γεωργία. Με βάση τα αποτελέσματα, παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες τιμές στο σύστημα της μειωμένης κατεργασίας. Το ποσοστό της μυκόρριζας δεν έδειξε να επηρεάζεται σημαντικά από κανένα είδος οργανικής λίπανσης αλλά αντέδρασε θετικά σε όλες. Το ποσοστό παρασιτισμού κρίνεται υψηλό κάτι που αναφέρεται και από άλλους ερευνητές (Dickson *et al.*, 2003). Το σύστημα μειωμένης κατεργασίας έχει λιγότερα αρνητικά αποτελέσματα σε σχέση με τη συμβατική κατεργασία στην αφθονία των οργανιδίων πολλαπλασιασμού της μυκόρριζας, γιατί η κατεργασία σε αυτά τα συστήματα γίνονται την άνοιξη και οι μύκητες της AM παραμένουν ανέπαφοι κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Kabir, 2004). Η ακατεργασία μαζί με μυκοτροφικές χειμερινές καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται ως επικάλυψη βελτιώνουν τις πυκνότητες των υφών της μυκόρριζας και την πιθανότητα να γίνει προσβολή, που μεταγενέστερα σταθεροποιούν το έδαφος και αυξάνουν την απόδοση της καλλιέργειας (Boswell *et al.*, 1998; Kabir & Koide 2000,2002; Kabir, 2004).

Το ολικό άζωτο του εδάφους επηρεάζει θετικά το ριζικό σύστημα και συγκεκριμένα τη διάμετρο του ριζικού συστήματος (Διάγραμμα 32).



Διάγραμμα 32 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (% β/β) (124 ΗΑΣ) και διαμέτρου ριζικού συστήματος (mm) (75 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος επηρεάστηκε στην καλλιέργεια βιολογικού λιναριού από το ολικό άζωτο του εδάφους. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό από το διάγραμμα που προηγήθηκε. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Paratheohari *et al.*, 2008.

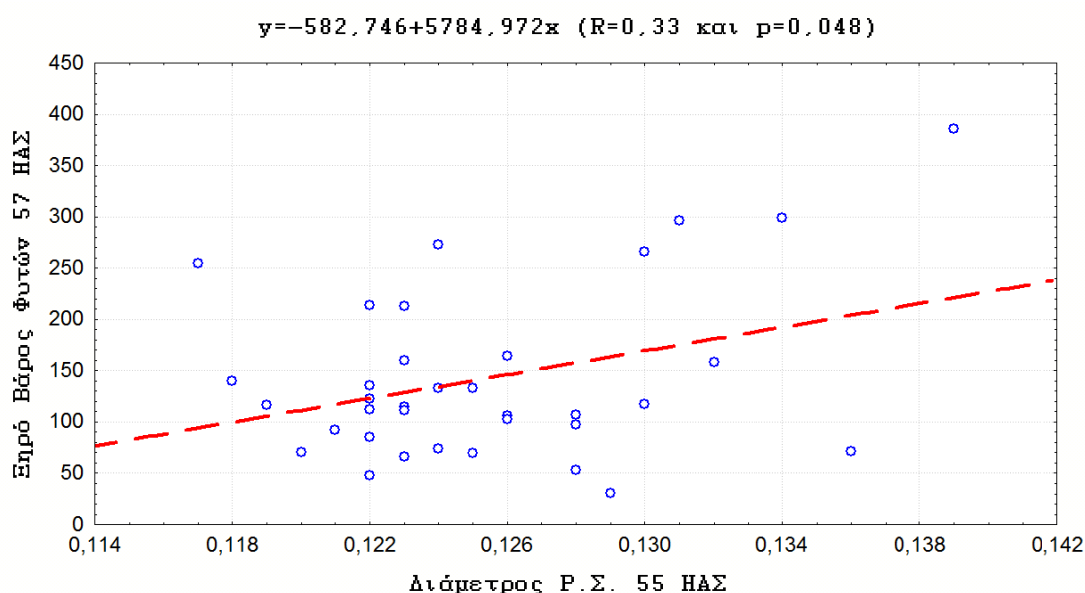
Επίσης η επιφάνεια του ριζικού συστήματος βρέθηκε μεγαλύτερη στο σύστημα της ακατεργασίας και στην λίπανση με compost. Παρατηρήθηκαν τάσεις και όχι σημαντικές διαφορές. Η επιφάνεια του ριζικού συστήματος είναι αυτή που επηρέασε άμεσα τη θρέψη του φυτού και συμβάλλει στο ξηρό του βάρος.

Βιβλιογραφικά υπάρχει αλληλεπίδραση συστήματος κατεργασίας και οργανικής λίπανσης. Η κατεργασία και μέσω αυτής ο αερισμός προκαλεί και ευνοεί την οξείδωση της οργανικής ουσίας σε αντίθεση με το σύστημα της

κατεργασίας που δεν αναμοχλεύει και διατηρεί σε σταθερούς ρυθμούς την ανανέωση του εδαφικού αέρα και κυρίως στο βάθος 0-15cm. Οι Six *et al.* (1999) έχουν βρει παρόμοια σχέση. Οι McCarty *et al.* (1995) παρουσίασαν παρόμοιες θέσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί επηρεάζεται και η δομή του εδάφους άμεσα καθώς και η γονιμότητα έμμεσα.

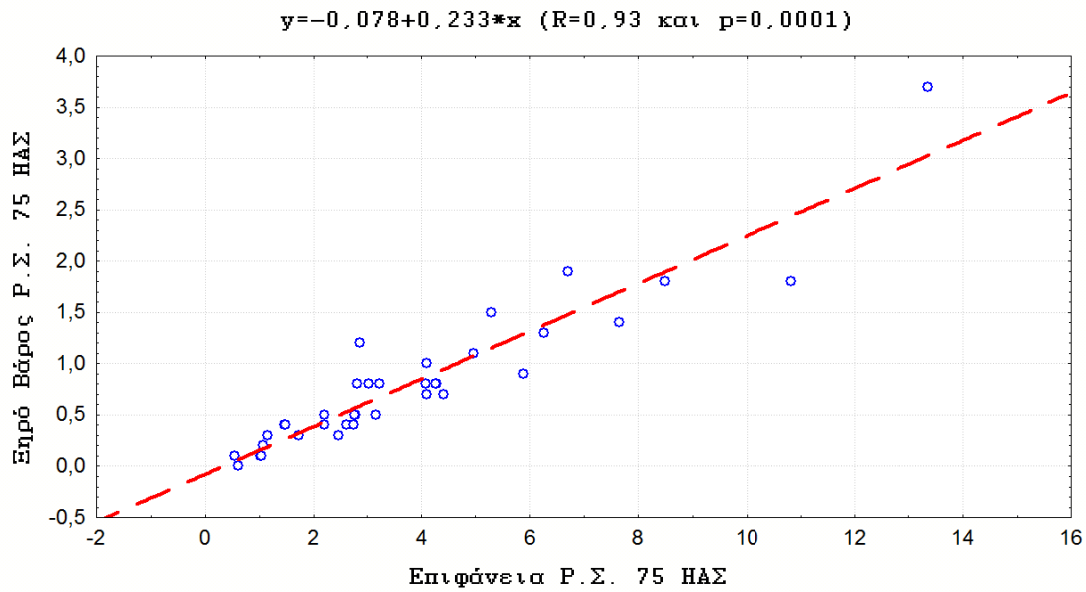
Για αυτόν τον λόγο βρέθηκε σύμφωνα με τα αποτελέσματα μας σημαντική ανάπτυξη του ριζικού συστήματος στα τεμάχια της ελάχιστης κατεργασίας και του compost.

Η διάμετρος του ριζικού συστήματος δείχνει να σχετίζεται θετικά με το ξηρό βάρος των φυτών (Διάγραμμα 33).

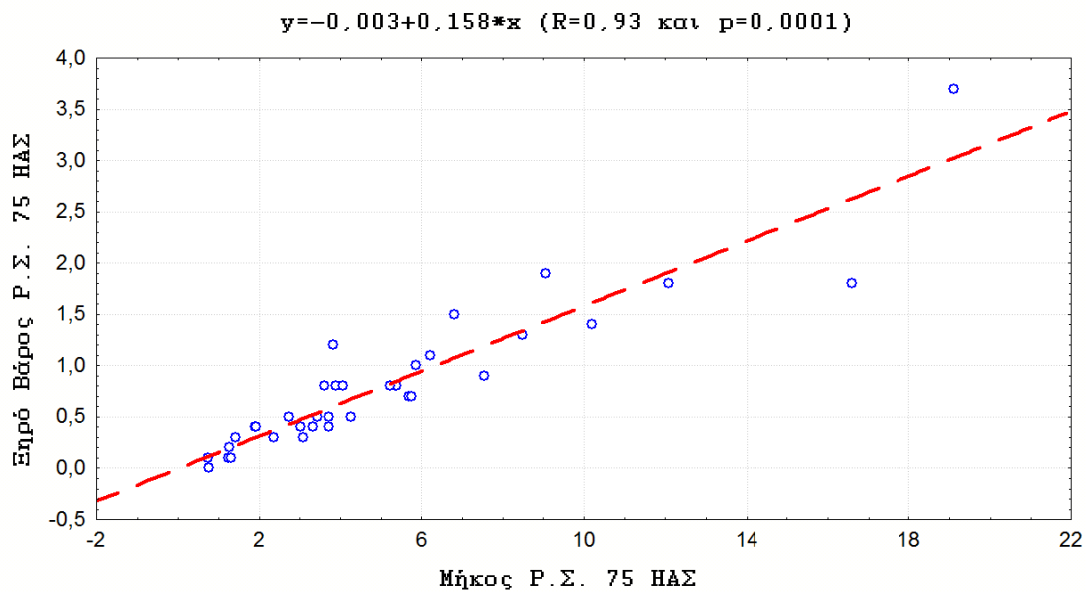


Διάγραμμα 33 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ διαμέτρου ριζικού συστήματος (mm) (55 ΗΑΣ) και ξηρού βάρους φυτών (kg/στρέμμα) (57 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

Θετική συσχέτιση παρατηρήθηκε ακόμα μεταξύ του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος με την επιφάνεια (Διάγραμμα 34) αλλά και με το μήκος του ριζικού συστήματος (Διάγραμμα 35).



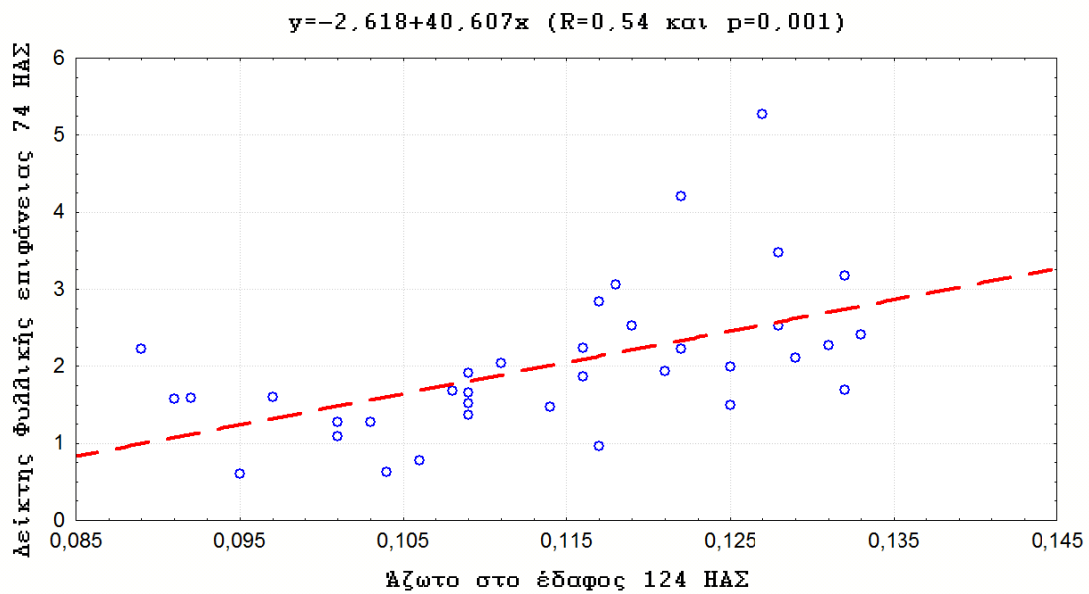
Διάγραμμα 34 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ επιφάνειας (mm^2/cm^3) και ξηρού βάρους (mg/cm^3) ριζικού συστήματος σε καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ (n=36).



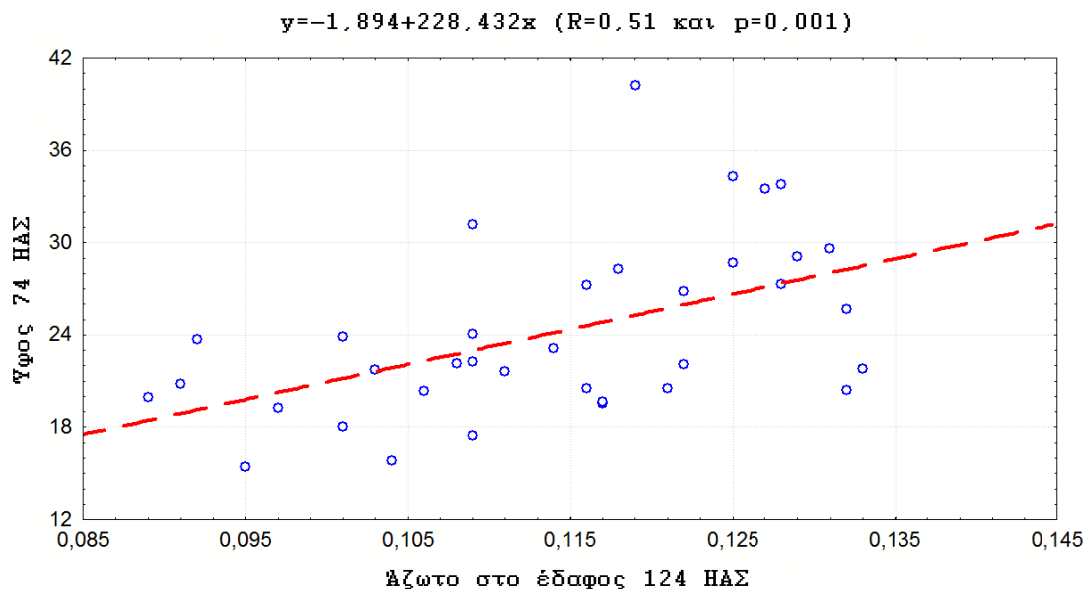
Διάγραμμα 35 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ μήκους (cm/cm^3) και ξηρού βάρους (mg/cm^3) ριζικού συστήματος σε καλλιέργεια λιναριού 75 ΗΑΣ (n=36).

Επίσης βρέθηκε θετική επίδραση του αζώτου στο έδαφος και του δείκτη φυλλικής επιφάνειας και του ύψους των φυτών. Οι συσχετίσεις αυτές (Διάγραμμα 36 και Διάγραμμα 37) οφείλονται στην καλύτερη θρέψη μέσω του ριζικού

συστήματος. Παρόμοιες θετικές συσχετίσεις έχουν αναφερθεί και από Hassan & Leitch, 2001.

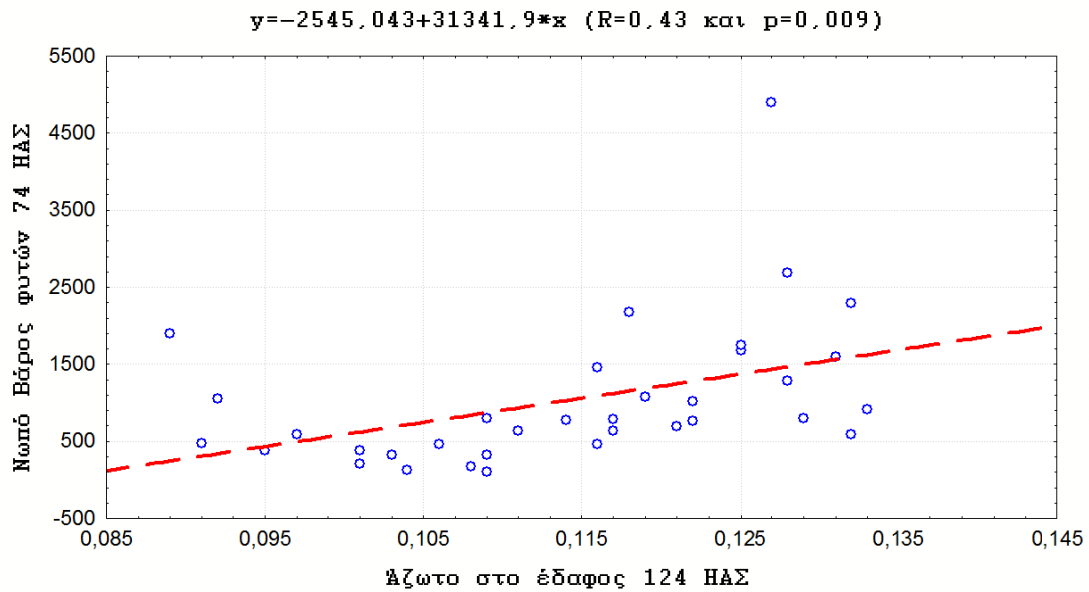


Διάγραμμα 36 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) (124 ΗΑΣ) και δείκτη φυλλικής επιφάνειας (74 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

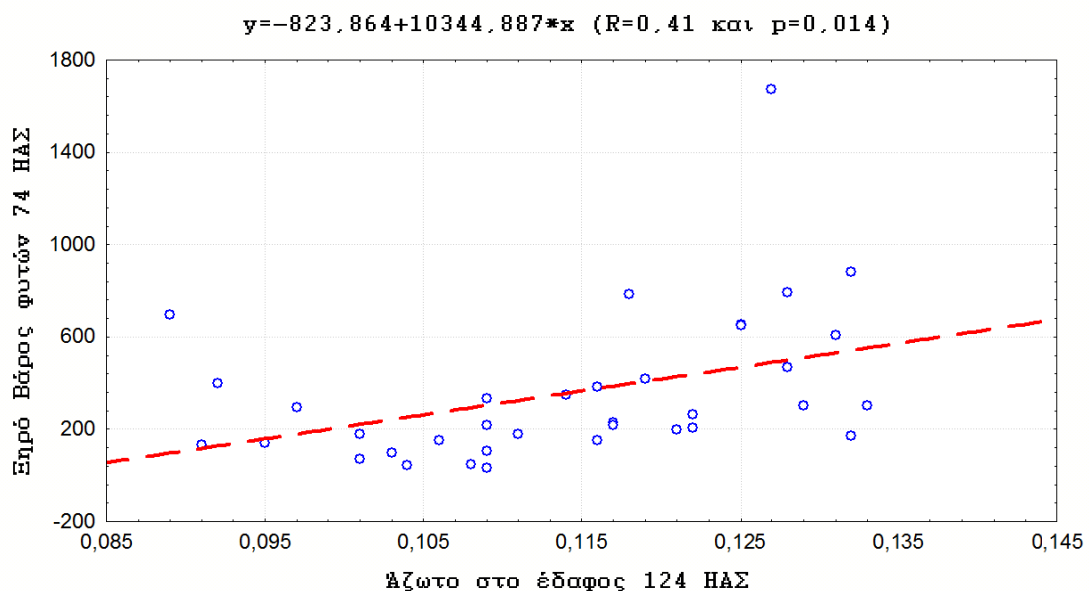


Διάγραμμα 37 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (% β/β) (124 ΗΑΣ) και ύψους φυτών (cm) (74 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

Η θετική επίδραση του αζώτου στο έδαφος, για το λόγο που ήδη αναφέρθηκε, συνεχίστηκε και στο νωπό και ξηρό βάρος των φυτών. Είναι φυσιολογική και αναμενόμενη απόρροια της επίδρασης που έχει το άζωτο στην θρέψη του φυτού (Διάγραμμα 38 και Διάγραμμα 39).

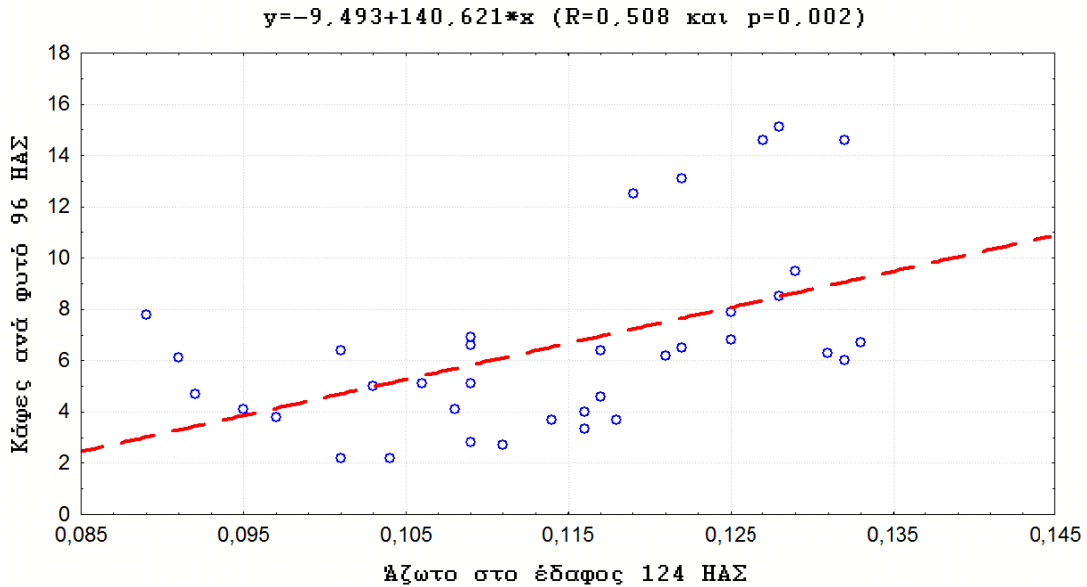


Διάγραμμα 38 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) (124 ΗΑΣ) και νωπού βάρους φυτών (kg/στρέμμα) (74 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

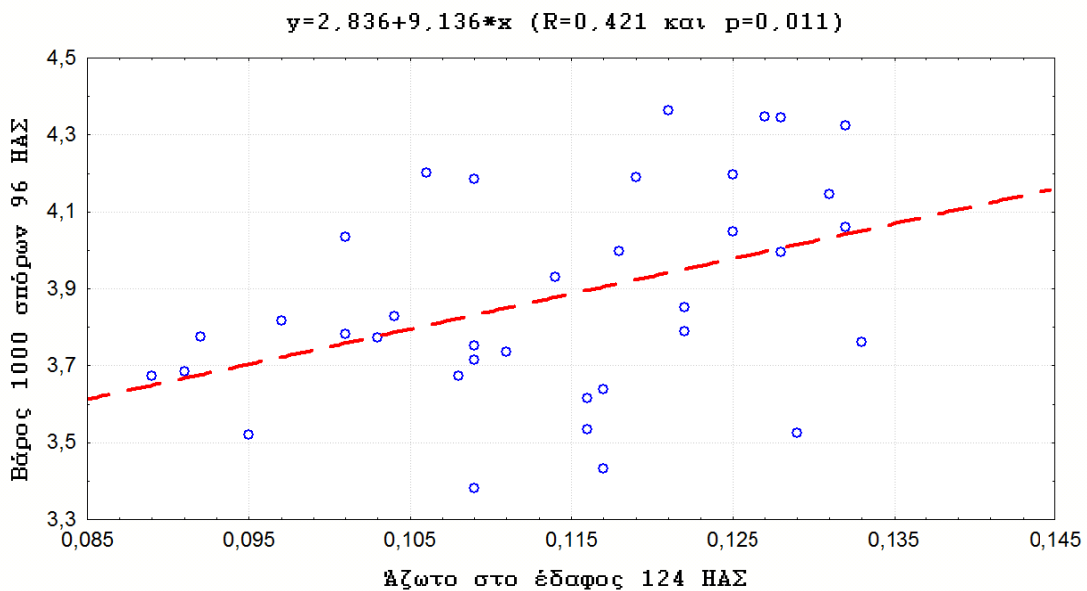


Διάγραμμα 39 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) (124 ΗΑΣ) και ξηρού βάρους φυτών (kg/στρέμμα) (74 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

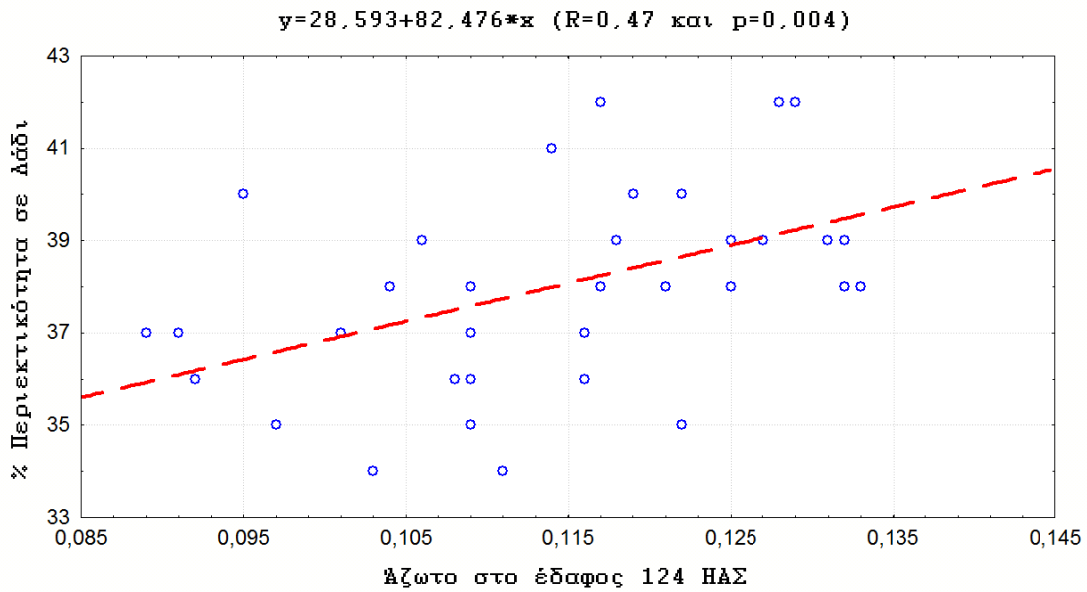
Το ολικό άζωτο του εδάφους επηρεάζει και τις τελικές αποδόσεις όπως κάψες ανά φυτό (Διάγραμμα 40), βάρος 1000 σπόρων (Διάγραμμα 41) και την περιεκτικότητα % σε λάδι (Διάγραμμα 42).



Διάγραμμα 40 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) (124 ΗΑΣ) και καψών ανά φυτό (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

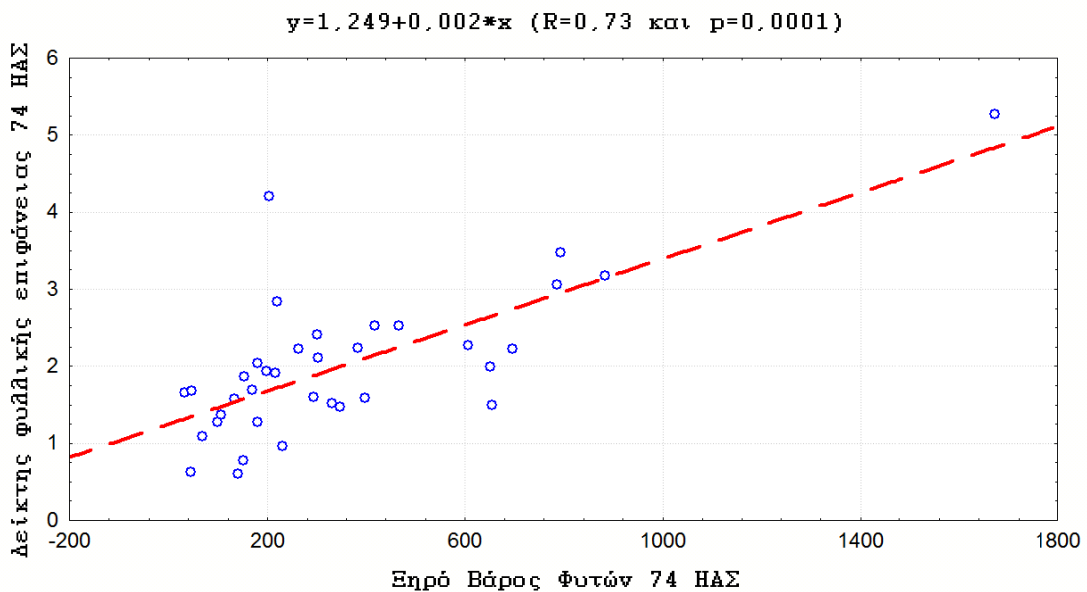


Διάγραμμα 41 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) (124 ΗΑΣ) και βάρους 1000 σπόρων (g) (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).



Διάγραμμα 42 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (%β/β) (124 ΗΑΣ) και περιεκτικότητας σε λάδι (%) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

Το ξηρό βάρος των φυτών συσχετίζεται θετικά με τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Διάγραμμα 43).

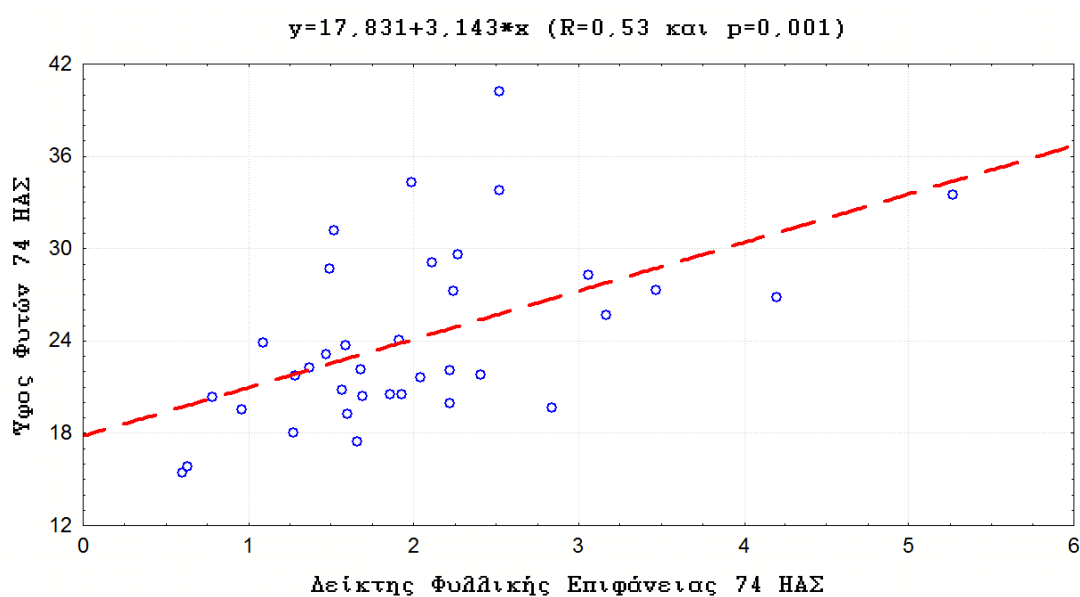


Διάγραμμα 43 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ξηρού βάρους φυτών (kg/στρέμμα) και δείκτη φυλλικής επιφάνειας σε καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ (n=36).

Το γεγονός αυτό συνδέεται με τον καλύτερο εφοδιασμό του φυτού με νερό και θρεπτικά στοιχεία μέσω του ριζικού συστήματος όσο και με την υψηλότερη φωτοσύνθεση λόγω δείκτη φυλλικής επιφάνειας και παραγωγή φωτοσυνθετικών προϊόντων.

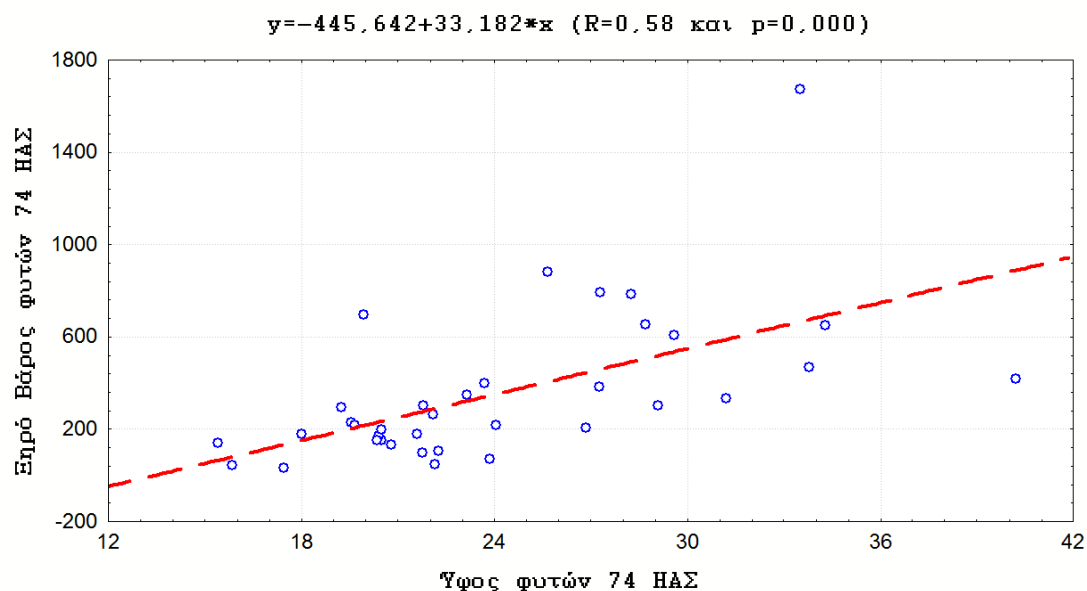
Σύμφωνα με τους Diepenbrock & Pörksen (1992) το μέγιστο του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) διαπιστώνεται συνήθως λίγο πριν την άνθηση (Bazzaz & Harper, 1977) και υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ του ξηρού βάρους και της διάρκειας της φυλλικής επιφάνειας.

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας ήταν μεγαλύτερος στο σύστημα της ακατεργασίας και συνδέθηκε θετικά με το ξηρό βάρος (Διάγραμμα 43) και το ύψος των φυτών της καλλιέργειας βιολογικού λιναριού (Διάγραμμα 44). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην καλύτερη και αποτελεσματικότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα.



Διάγραμμα 44 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ δείκτη φυλλικής επιφάνειας και ύψους φυτών (*cm*) σε καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ ($n=36$).

Το ύψος που μετρήθηκε βρέθηκε μεγαλύτερο στο σύστημα της ακατεργασίας και δείχνει να συσχετίζεται με τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Διάγραμμα 44) και με το ξηρό βάρος λόγω μεγέθους φυτού (Διάγραμμα 45).

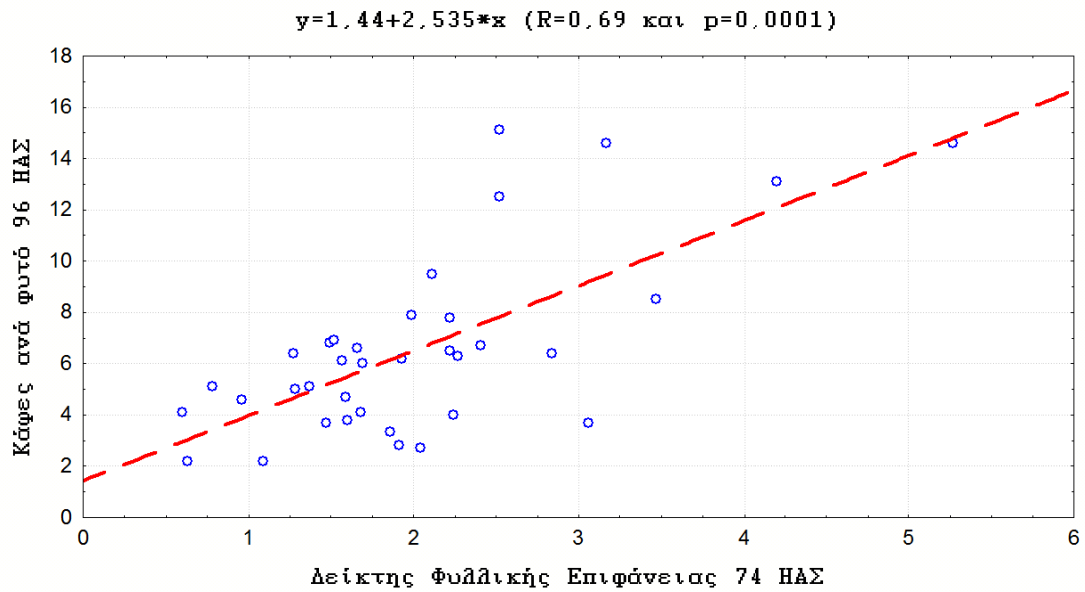


Διάγραμμα 45 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους (cm) και ξηρού βάρους φυτών (kg/στρέμμα) σε καλλιέργεια λιναριού 74 ΗΑΣ (n=36).

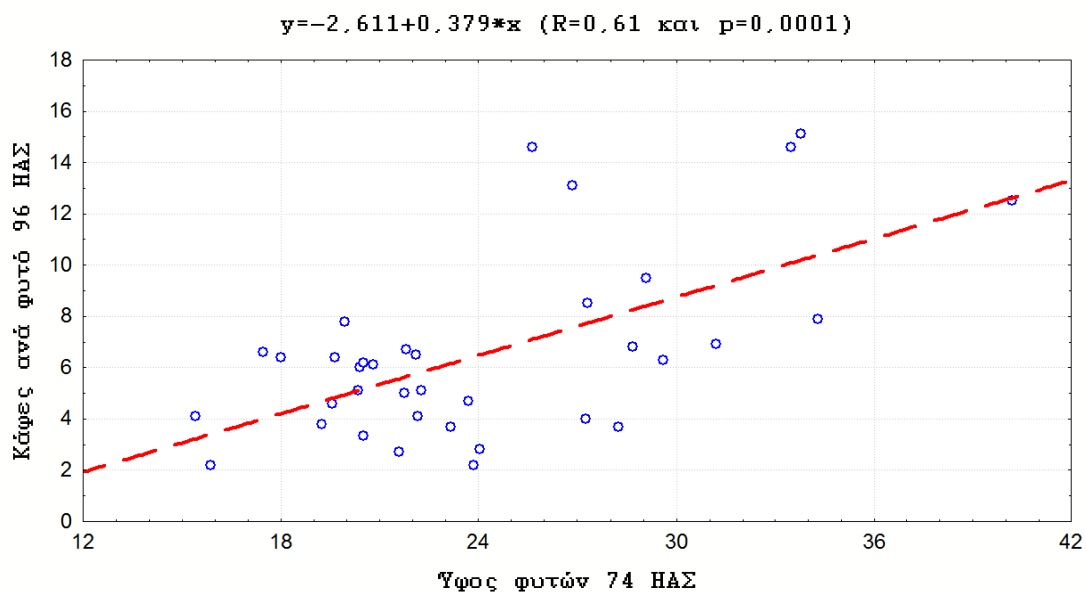
Σύμφωνα με τους Khan *et al.* (2005), το ύψος των φυτών του λιναριού επηρεάστηκε σημαντικά από την αλληλεπίδραση των αποστάσεων των γραμμών και των γονοτύπων. Μπορεί να θεωρηθεί ότι αυτό εξηγείται από τη διάθεση μεγαλύτερου χώρου και ηλιακής ακτινοβολίας (Vender, *et al.*, 1995; Singh, 2001).

Το ύψος με βάση τους Couture, *et al.* (2002) και τον Lafond (1993), επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την λίπανση. Όπως επίσης υψηλότερη πυκνότητα αυξάνει το ύψος των φυτών και περιορίζει τις διακλαδώσεις.

Η καλύτερη ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος του λιναριού (Δείκτης φυλλικής επιφάνειας και Ξηρό βάρος φυτών) οδήγησε σε αυξημένο αριθμό σε κάψες ανά φυτό (Διάγραμμα 46 και Διάγραμμα 47).

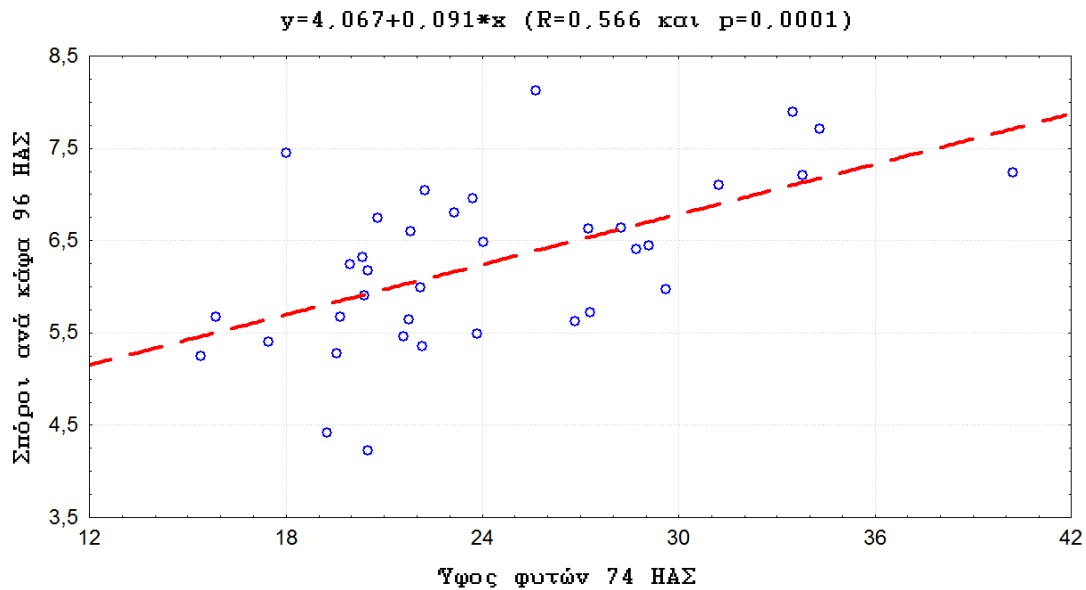


Διάγραμμα 46 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ δείκτη φυλλικής επιφάνειας (74 ΗΑΣ) και καψών ανά φυτό (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).



Διάγραμμα 47 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (cm) (74 ΗΑΣ) και καψών ανά φυτό (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

Το ύψος των φυτών έδειξε να επηρεάζει θετικά και τους σπόρους ανά κάψα (Διάγραμμα 48).



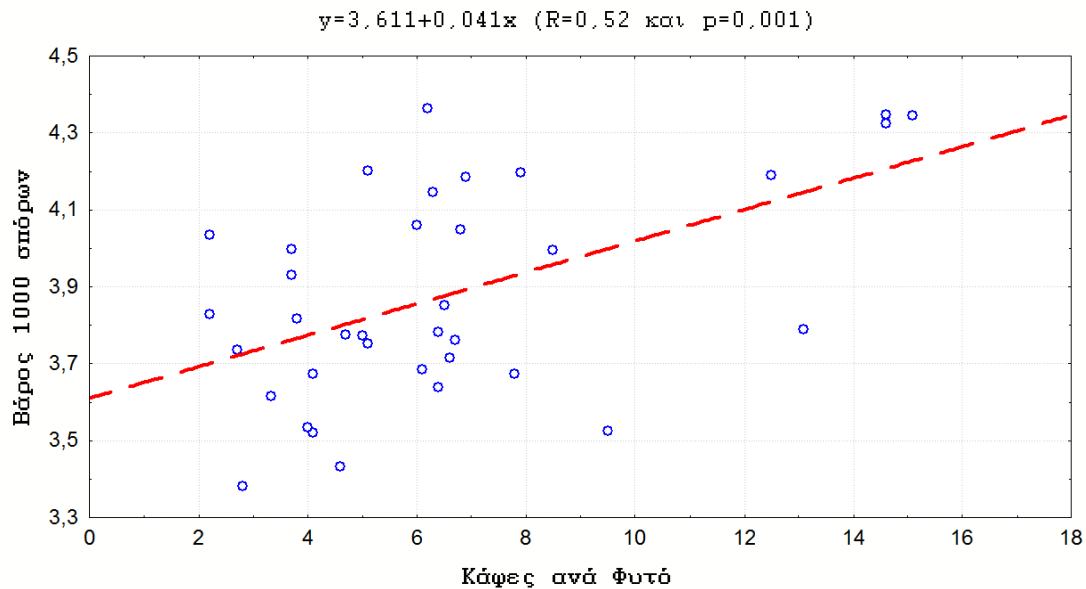
Διάγραμμα 48 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (*cm*) (74 ΗΑΣ) και σπόρων ανά κάψα (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).

Οι Khan *et al.* (2005), ανέφεραν ότι ο αριθμός καψών ανά φυτό επηρεάστηκε σημαντικά από τους διαφορετικούς γονότυπους και τις αποστάσεις σποράς. Αντίθετα, οι σπόροι ανά κάψα δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τους ίδιους λόγους. Μη σημαντικές διαφορές στον αριθμό των σπόρων ανά κάψα μπορεί να οφείλονται στο ίδιο δυναμικό των γονοτύπων να παράγουν σπόρους ανά κάψα.

Όπως αναφέρθηκε στα αποτελέσματα δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο βάρος 1000 σπόρων και στον αριθμό σπόρων ανά κάψα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο αριθμός καψών ελέγχεται από γενετικούς παράγοντες. Οι κλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν ήταν ακραίες έτσι ώστε να επηρεαστεί η άνθιση και η γονιμοποίηση. Παρόμοια δεδομένα έχουν αναφερθεί και από τους Khan *et al.* (2005). Ο Culbertson (1954) έδειξε ότι το ποσοτικά κληρονομήσιμο βάρος σπόρων διεπόταν τόσο από πρόσθετες όσο και από κυρίαρχες επιπτώσεις. Ο αριθμός των σπόρων ανά κάψα ανέδειξε μια συγκριτικά χαμηλή κληρονομικότητα, ενώ οι κάψες ανά φυτό ήταν κάτω από επιστατικό έλεγχο και γενικά έδειξαν μέτρια με υψηλή κληρονομικότητα

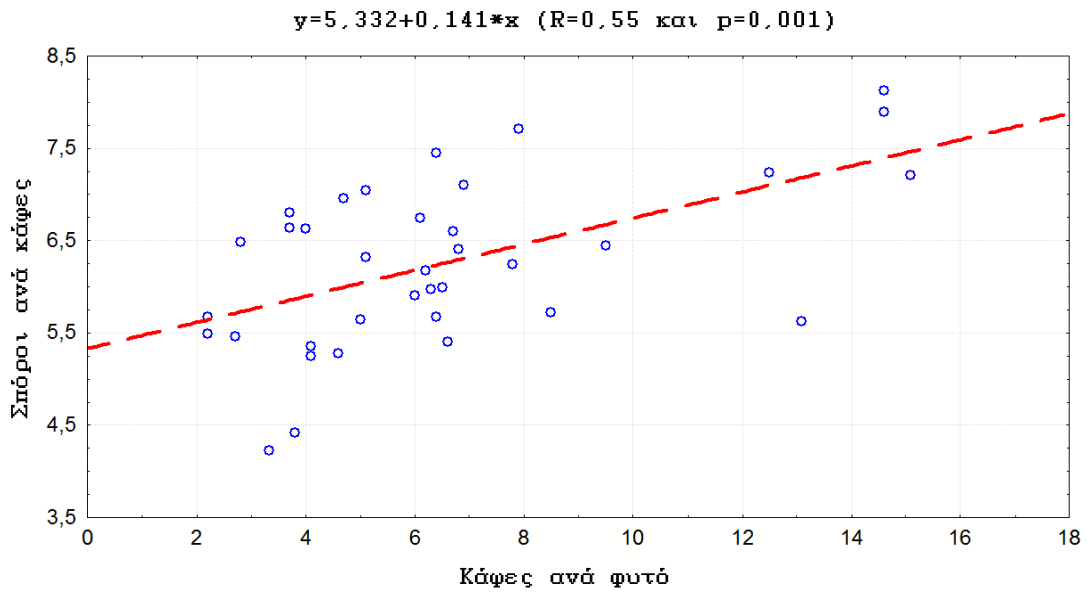
(Seehuber & Dambroth, 1983; Rao & Singh, 1984; Diepenbrock & Pörksen, 1992).

Το βάρος 1000 σπόρων συνδέθηκε θετικά με τον αριθμό των καψών ανά φυτό (Διάγραμμα 49).

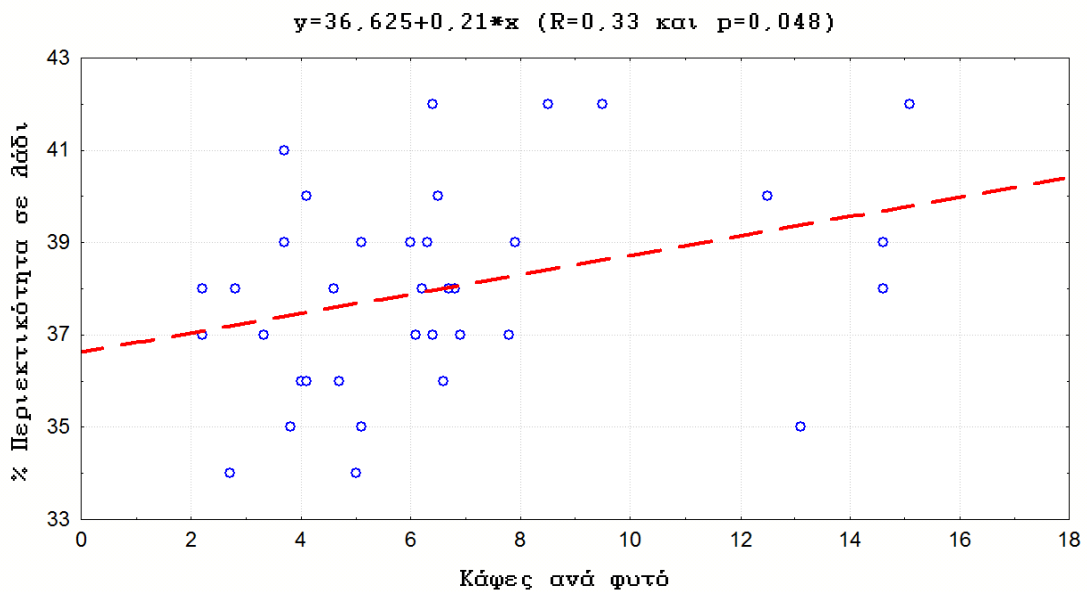


Διάγραμμα 49 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ καψών ανά φυτό και βάρους 1000 σπόρων (g) σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

Οι κάψες ανά φυτό δείχνουν να επηρεάζονται τόσο από τους σπόρους ανά κάψα (Διάγραμμα 50) όσο και από την περιεκτικότητα σε λάδι (Διάγραμμα 51).



Διάγραμμα 50 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ καψών ανά φυτό και σπόρων ανά κάψα σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).

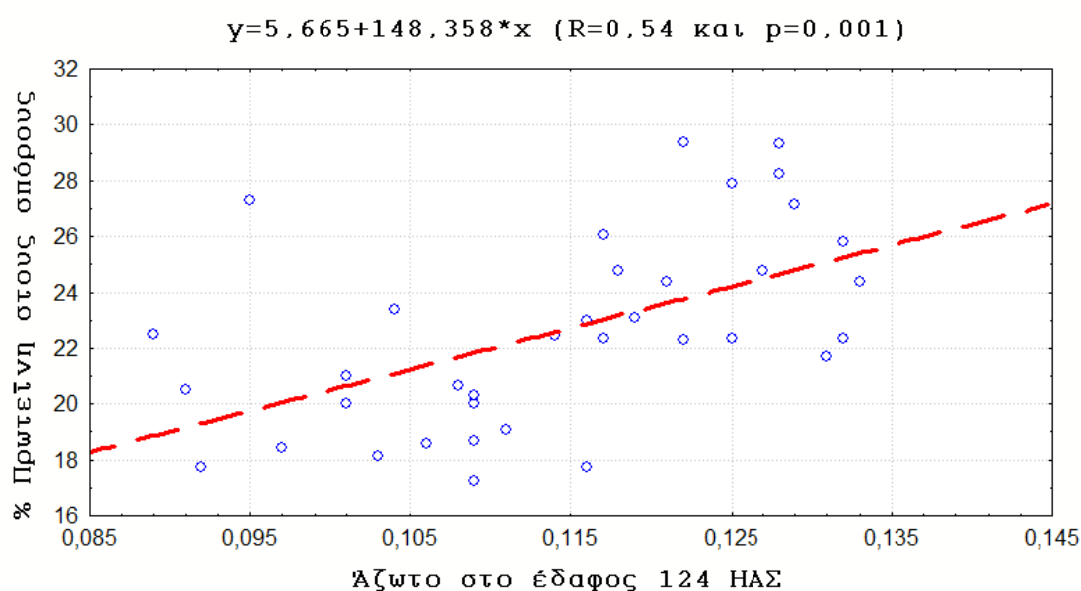


Διάγραμμα 51 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ καψών ανά φυτό και περιεκτικότητας σε λάδι (%) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).

Ανάμεσα στην περιεκτικότητα (%) σε λάδι και στα χαρακτηριστικά του φυτού του λιναριού δεν βρέθηκαν κάποιοι συσχετισμοί. Ούτε και στη βιβλιογραφία βρέθηκαν σχετικές αναφορές.

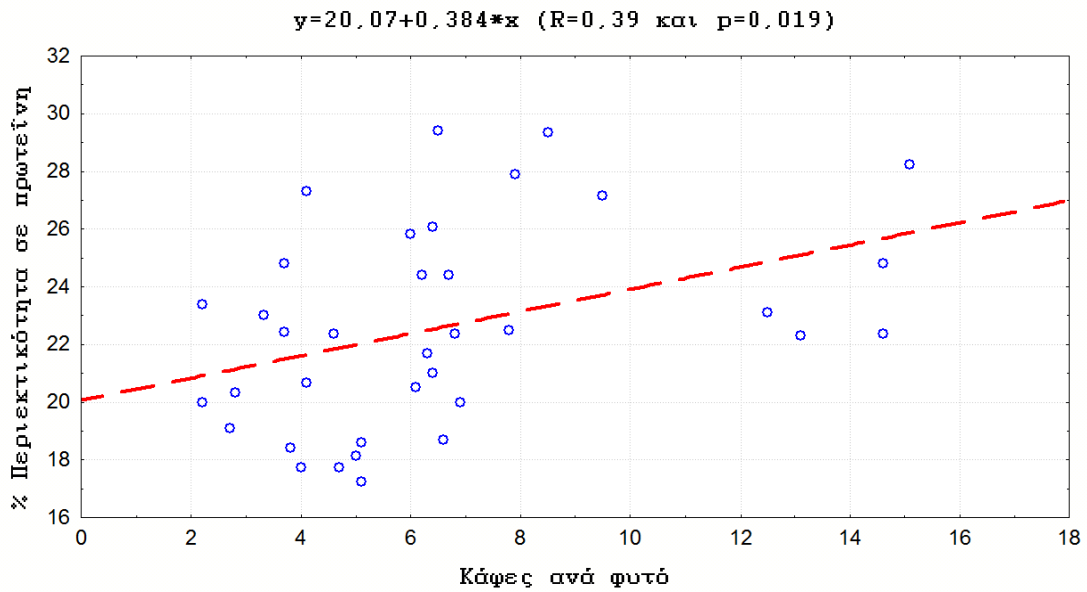
Από τα αποτελέσματα που παρατέθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο παρατηρήσαμε ότι το σύστημα της ακατεργασίας και η χλωρή λίπανση με κουριά έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα. Παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση του αζώτου του εδάφους με την περιεκτικότητα σε λάδι. Οι Yagock & Quinn (1976), έδειξαν ότι δεν υπήρχαν επιπτώσεις στην περιεκτικότητα σε λάδι λόγω λίπανσης.

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στους σπόρους ήταν μεγαλύτερη στα τεμάχια της ακατεργασίας και της χλωρής λίπανσης με κουριά και συνδέεται με το άζωτο στο χώμα (Διάγραμμα 52).

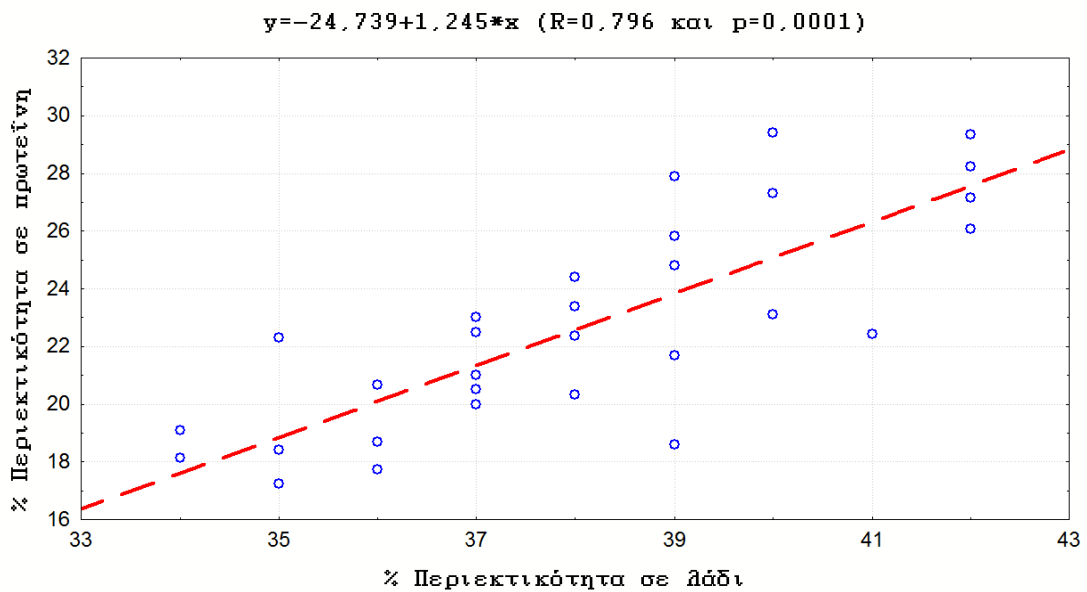


Διάγραμμα 52 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ εδαφικού αζώτου (% β/β) (124 ΗΑΣ) και % πρωτεΐνης στους σπόρους σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

Επίσης η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών στους σπόρους του λιναριού έδειξε να επηρεάζεται θετικά από τις κάψες ανά φυτό (Διάγραμμα 53) και να επηρεάζει την περιεκτικότητα σε λάδι (Διάγραμμα 54).



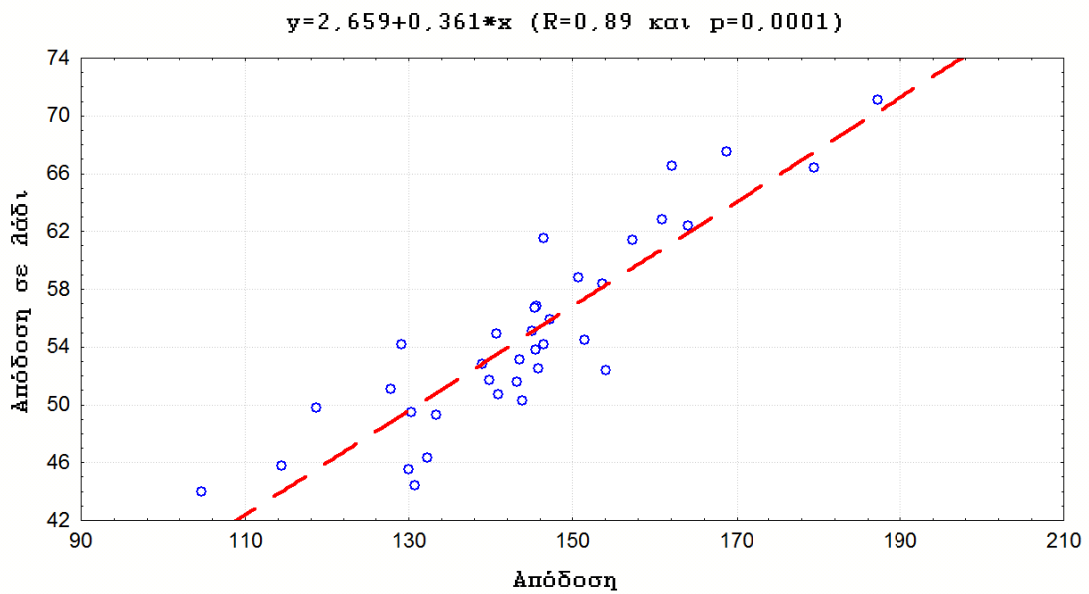
Διάγραμμα 53 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ καψών ανά φυτό και % περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).



Διάγραμμα 54 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ περιεκτικότητας σε λάδι (%) και % περιεκτικότητας πρωτεΐνης στους σπόρους σε καλλιέργεια λιναριού (n=36).

Οι τελικές αποδόσεις παρατηρήθηκαν σε επίπεδο τάσης μεγαλύτερες στο σύστημα της ακατεργασίας. Δεν έδειξαν να επηρεάζονται από τα συστήματα κατεργασίας στατιστικά σημαντικά διαφορές ούτε και από το συγκεκριμένο είδος οργανικής λίπανσης.

Παρατηρήθηκε υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ της τελικής απόδοσης και της απόδοσης σε λάδι, η οποία φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 55 Γραμμική συσχέτιση μεταξύ στρεμματικής απόδοσης και απόδοσης σε λάδι ($kg/στρέμμα$) (96 ΗΑΣ) σε καλλιέργεια λιναριού ($n=36$).

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το σύστημα κατεργασίας που θα χρησιμοποιηθεί για την καλλιέργεια μας επηρεάζει την οργανική ουσία του εδάφους και αυτή με τη σειρά της το συνολικό ποσοστό του αζώτου στο έδαφος. Η μυκόρριζα, δείκτης βασικός της βιολογικής γεωργίας, στο συγκεκριμένο πείραμα δεν έδωσε κάποια σημαντική συσχέτιση. Το συνολικό ποσοστό του αζώτου στο έδαφος επηρέασε μετρήσεις του ριζικού συστήματος και επέδρασε θετικά στην αύξηση του και την καλύτερη εικόνα του. Το συνολικό ποσοστό του αζώτου στο έδαφος εκτός από το ριζικό σύστημα, επέδρασε θετικά και σε υπέργεια χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του βιολογικού λιναριού, καθώς επίσης και στις τελικές αποδόσεις και στα χαρακτηριστικά του σπόρου. Χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους των οποίων οι μετρήσεις ήταν αυξημένες, έδωσαν και καλύτερες τιμές σε κάψες ανά φυτό και βάρος 1000 σπόρων. Η περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη επηρεάστηκε από το άζωτο του εδάφους.

Η απόδοση σε σπόρους έδωσε θετική και πολύ ισχυρή συσχέτιση με την απόδοση σε λάδι.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams, T.McM. & Laughlin, R.J.**, 1981. The effects of agronomy on the carbon and nitrogen contained in the soil biomass. *J. Agric Sci*, 97:319-327.
- Akin, D.; Dodd, R.; Perkins, W.; Henriksson, G. & Eriksson, K.**, 2000. Spray enzymatic retting: A new method for processing flax fibers. *Textile Res. J.* 70:486–494.
- Alakukku, L.**, 1996. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic. I. Short –term effects on the properties of clay and organic soils. *Soil Till. & Res.* 37: 211-222.
- Alföldi, T.; Fließbach, A.; Geier, U.; Kilcher, L.; Niggli, U.; Pfiffner, L.; Stolze, M. & Willer, H.**, 2002. Organic agriculture and the environment. In: Scialabba, N. E.- H. And Hattam, C. (eds) Organic Agriculture, Environment and Food Security. *Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome*.
- Alvarez, R.; Diaz, R.; Barbero, N.; Santanatoglia, O. & Blotta, L.**, 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂B-C production from three tillage systems. *Soil Till. & Res.* 33: 17-28.
- Anderson, K. & Bows, A.**, 2008. Reframing the climate change challenge in light of post-2000 emmission trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A: Physics and Engineering Sciences.* 366: 3863-3882.
- Anonymous, 1994. The Biology of *Linum usitatissimum* L. (Flax). Canadian food inspection agency.
- Anonymous, 1997. Flaxseed: Situation and outlook, bi-weekly bulletin, Market Analysis Division, Policy Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Vol. 10, No. 22, Winnipeg, MB.
- Anonymous, 2002. Springdale Crop Synergies Ltd, <http://www.springdale-group.com>. The Flax Council of Canada.
- Ayanaba, A.; Tuckwell, S.B. & Jenkinson, D.S.**, 1976. The effects of clearing and cropping on the organic reserves and biomass of tropical forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 8:519-525.

- Baker, J.P. & Smith, D.B.**, 1987. Self identified research needs of New York organic farmers. *Amer. J. Agric.* 2(3): 107-113.
- Baker, C. J.; Saxton, K.E. & Ritchie, W.R.**, 1996: No-tillage Seeding: Science and Practice. *CAB International University Press, Cambridge.*
- Barberi, P.**, 2002. Weed management in organic agriculture: are we addressing in right issues? *Weed Res.* 42(3): 177-193.
- Battisti, D.S. & Nylor, R.**, 2009. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. *Science* 323: 240-244.
- Bazazz, F. A. & Harper, J.L.**, 1977: Demographic analysis of the growth of *Linum usitatissimum*. *New Phytol.* 78, 193-208.
- Beard, B.H. & Comstock, V.E.**, 1980. Flax. In Hybridization of Crop Plants. W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds.), American Society of Agronomy - Crop Science Society of America, Madison, WI.
- Berglund, D.R.**, 2002. Flax: New uses and demands. In J. Janick & A. Whipkey (Eds.), Trends in new crops and new uses (pp. 358–360). Alexandria, VA: ASHS Press.
- Bethlenfalvay, G.J. & Ames, R.N.**, 1987. Comparison of two methods for quantifying extraradical mycelium of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Sc. Soc. Amer. J.* 51: 834-837.
- Beveridge, L.E. & Naylor, R.E.L.**, 1999. Options for organic weed control – what farmers do. In: Marshal, G., (ed.) Weeds, Proceedings of the 1999 Brighton Conference. 15-18 November 1999. *British Crop Protection Council, Surrey.* pp.939-944.
- Bhatty, R.S.**, 1997. Nutrient composition of whole flaxseed and flaxseed meal. In S. C. Cunnane & L. U. Thompson (Eds.), Flaxseed in human nutrition (pp. 22–42). Champaign: Illinois.
- Bilalis D.; Kanatas, P.; Patsiali, S.; Konstantas, A. & Akoumianakis, K.** 2009. Comparison between, conventional and organic floating systems, for lettuce and tomato (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*) seedling production. *J. Food, Agric. & Envir.*, 7: 623- 628.
- Bilalis, D.; Kanatas, P.; Konstantas, A.**, 2008. Effects of shading on root and shoot development of melon (*Cucubrita pepo*) transplants in

conventional and organic float system nurseries.16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy.

- Borresen, T., & Njos, A.,** 1994. The effect of ploughing depth and seedbed preparation on crop yields, were infestation and soil properties from 1940 to 1990 on a loam soil in south eastern Norway. *Soil Till. & Res.* 32: 21-39.
- Boswell, E.P.; Koide, R.T.; Shumway, D.L. & Addy, H.D.,** 1998. Winter wheat cover cropping, VA mycorrhizal fungi and maize growth and yield. *Agric. Ecosyst. Environ.* 67: 55-65.
- Bremer, J M.,** 1960. Determination of nitrogen in soil by kjedahl method. *J. Agr. Sci.* 55:1-23.
- Cahoon, E.B.,** 2003. Genetic enhancement of soybean oil for industrial uses: Prospects and challenges. *Ag. Bio Forum*, 6: 11-13.
- Carson, R.,** 1962. Silent spring. Houghton Mifflin Company, New York, USA.
- Carter, M.R.,** 1992. Influence of reduced tillage systems on organic matter, microbial biomass, macro- aggregate distribution and structural stability of surface soil in a humid climate. *Soil Till. & Res.* 23: 361-372
- Carter, J.F.,** 1993. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. *Cereal Foods World*, 38(10): 753–759.
- Carter, M.R.,** 1998. Temporal variability of soil macroporosity in a fine sandy loam under mouldboard ploughing and direct drilling. *Soil Till. & Res.* 12: 37-51.
- Casa, R.; Russell, G.; Cascio, B.Lo. & Rossini, F.,** 1999. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. *Eur. J. of Agro..*
- Challinor, A.; Ewert, F.; Arnold, S.; Simelton, E. & Fraser, E.,** 2009. Crops and climate change: Progress, trends, and challenges in simulating impacts and informing climate change (in press). *J. Exp. Bot.*
- Christensen, N.B.; Lindemann, W.C.; Salazar-Sosa, E. & Gill, L.R.,** 1994. Nitrogen and carbon dynamics in No-till and stubble mulch tillage systems. *Agron. J.* 86: 298-303.

- Conyers, M.K.; Heenan, D.P.; Poile, G.J.; Cullis, B.R. & Helyar, K.R.**, 1996. Influence of dryland agriculture management practices on the acidification of a soil profile. *Soil Till. & Res.* 37: 127-141
- Coşkuner, Y. & Karababa E.**, 2005. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Food Engin.*
- Couture, S.J.; Asbil, W.L.; DiTommaso, A. & Watson, A.K.**, 2002. Comparison of European Fibre Flax (*Linum usitatissimum*) Cultivars under Eastern Canadian Growing Conditions. *J. Agro. & Crop Sci.* 188: 350-356.
- Cui, W.; Kenaschuk, E. & Mazza, G.**, 1996. Influence of genotype on chemical composition and rheological properties of flaxseed gums. *Food Hydrocoll*, 10(2): 221–227.
- Culbertson, J.O.**, 1954. Seed-flax improvement. *Adv. Agron.* 6: 143-182.
- Cunnane, S.C.; Ganguli, S.; Menard, C.; Liede, A.C.; Hamadeh, M.J.; Chen, Z. Y. et al.**, 1993. High alpha-linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans. *Brit. J. Nutr.*, 69(2): 443–453.
- Dalal, R.C.; Hederson P.A. & Gasby J.M.**, 1991. Organic matter and microbial biomass in a vertisol after 20 yr of zero-tillage. *Soil boil. & bioc.*, 23: 435-441.
- Daun, J.K.**, 1993. Flaxseed. p. 853 to 860 In: Grains and Oilseeds, 4th ed. Vol. 2, *Canadian International Grains Institute*, Winnipeg, MB
- Danfors, B.**, 1994. Changes in subsoil porosity caused by heavy vehicles. *Soil Till. & Res* 29: 135-144
- Dev, D.K. & Quensel, E.**, 1988. Preparation and functional properties of linseed protein products containing differing levels of mucilage. *J. Food Sci.*, 53: 1834-1837.
- Diepenbrock, W. & Iwersen, D.**, 1989. Yield development in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Plant Res. Dev.* 30: 104–125.
- Diepenbrock, W. & Pörksen, N.**, 1992. Phenotypic Plasticity in Growth and Yield Components of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) in Response to Spacing and N-Nutrition. *J. Agro. & Crop Sci.* 169: 46-60.

- Dickson, S.; Schweiger, P.; Smith, F.A.; Söderström, B. & Smith, S.,** 2003. Paired arbuscules in the *Arum*-type arbuscular mycorrhizal symbiosis with *Linum usitatissimum*. *Can. J. Bot.*, 81(5): 457–463.
- Dillman, A.C.,** 1938. Natural Crossing in Flax. *J. Am. Soc. Agron.* 30: 279 - 286.
- Doran, J.W.,** 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soils. *Biol. & Fert. Soils* 5: 68-75.
- Dugassa, G.D.; von Alten, H. & Schönbeck, F.,** 1996. Effects of arbuscular mycorrhiza (AM) on health of *Linum usitatissimum* L. infected by fungal pathogens. *Plant & Soil* 185: 173-182.
- Dutta, H.K.; Ram Mohan Rao, D.S. & Singh, H.,** 1995. Response of linseed (*Linum usitatissimum* L.) to irrigation and nitrogen. *Indian J. Agron.* 40: 130–131.
- Dybing, C.D. & Zimmerman, D.C.,** 1965. Temperature effects on flax (*Linum usitatissimum* L.) growth, seed production and oil quality in controlled environments. *Crop Sci.* 5: 184–187.
- Easson, D.L. & Molloy, R.,** 1996. Retting – a ley process in the production of high value fibre from flax. *Outlook on Agriculture* 4: 179-185.
- Easson, D.L. & Molloy, R.M.,** 2000. A study of the plant, fibre and seed development in flax and linseed (*Linum usitatissimum*) grown at a range of seed rates. *J. Agric. Sci.* 135: 361-369.
- Ehrensing, T.D.,** 2008. Flax. Oregon state University, Department of Crop and Soil Science.
- FAO, 1999.** Organic Agriculture. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome.. Accessed 26/2/99. <http://www.fao.org/unfao/bodies/COAG/COAG15/X0075E.htm>.
- FAO, 2004.** FAOSTAT home page. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome. <http://faostat.fao.org/>

- FAO, 2009.** World agriculture 2030: main findings. Available online at <http://www.fao.org/english/newsroom/news/2002/7833-en.html>, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Fernald, M.L.,** 1950. Gray's Manual of Botany. Eighth edition (Corrected Printing, R.C. Rollins, 1970). D. Van Nostrand Company, New York, NY. 1632 p.
- Franzluebbers, A. J. & Arshad, M.A.,** 1996. Soil organic matter pools with conventional and zero tillage in a cold, semiarid climate. *Soil Till. & Res.* 39: 1-11
- Free, J.B.,** 1993. Insect Pollination of Crops. Academic Press, London,UK.
- Freeman, T.P.,** 1995. Structure of flaxseed. In S. C. Cunnane & L. U.Thompson (Eds.), Flaxseed in human nutrition (pp. 11–21). Champaign, IL: AOCS Press.
- Foster, R.; Pooni, H.S. & Mackay, I.J.,** 1997. Quantitative evaluation of *Linum usitatissimum* varieties for dual-purpose traits. *J. Agric. Sci., Cambridge* 129: 179-185.
- Fox, R. & Hoffman, L.,** 1981. “The effect of N fertilizer source on grain yield, N uptake, soil pH and lime requirement for no-till corn.” *Agron. J.* 73: 891-895.
- Foulk, J.A.; Akin, D.E. & Dodd, R.B.,** 2002. Flax fiber: Potential for a new crop in the southeast. In: Janick,J. and A. Whipkey (eds.), Trends in New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria, VA, USA, pp. 361-370.
- Foulk, J. A.; Akin, D, E. & Dodd, R. B.,** 2003. Fiber flax farming practices in the southeastern United States. Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2003-0124-01-MG.
- Gill, K.S.,** 1987. Linseed. Publications and Information Division, *Indian Council of Agricultural Research*, New Delhi. 386 p.
- Giovannetti, M. & Mosse, B.,** 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist* 84:489-500.

- Graham, J.H.**, 2000. Assessing costs of arbuscular mycorrhizal symbiosis in agroecosystems. *In* Current Advances in Mycorrhizal Research. Eds. G K Podila and D D Douds Jr., p 127–140. APS Press, St. Paul, MN.
- Graham, J.H.**, 2001. What do root pathogens see in mycorrhizas? *New Phytol.* 148: 357–359.
- Green floors linoleum flooring**, 2008. Linoleum flooring. Available online at http://www.greenfloors.com/HP_Linoleum_Table_Insert.htm. Accessed: April 23, 2008.
- Green, A.G. & Marshall, D.R.**, 1981. Variation for oil quantity and quality in flax seed (*Linum usitatissimum*). *Aust. J. Agric. Res.*, 32(4): 599–607.
- Hassan, F.U. & Leitch, M.H.**, 2001. Dry matter accumulation in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Agro. & Crop Sci.*, 187: 83-87.
- Heard, J.R.; Kladivko, E.J. & Mannering, J.V.**, 1998. Soil macroporosity, hydraulic conductivity and air permeability of silty soils under long – term conservation tillage in Indiana. *Soil Till. & Res*, 11: 1-18.
- Hepper, C.M.**, 1977. A colorimetric method for estimating vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *Soil Biol. & Bioch.*, 9: 15-18.
- Hermawan, B. & Cameron, K.C.**, 1993. Structural changes in a silt loam under long term conventional or minimum tillage. *Soil Till. & Res.*, 26: 139-150.
- Hocking, P.J., Randall, P.J. & Pinkerton, A.**, 1987. Mineral nutrition of linseed and fiber flax. *Adv. Agron.* 41: 221–296.
- Holland, E.A. & Coleman, D.C.**, 1987. Litter placement effects on microbial and organic matter dynamics in an agroecosystem. *Ecology*, 68: 425-433.
- House, G.J.; Stinner, B.J.; Crossley, D.A. Jr; Odum, E.P. & Langdale, G.W.**, 1984. Nitrogen cycling in conventional and no-tillage agroecosystems in the Southern Piedmont. *J. Soil Water Conser.*, 39:194-200.
- Howard, A.; Howard, G.L.C. & Khan, A.R.**, 1919. Studies in the pollination of Indian crops. I. Memoirs, Department of Agriculture. India (Botanical series), 10: 195-200.

- Jakobsen, I.**, 1986. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in field grown crops. III. Mycorrhizal infection and rates of phosphorus inflow in pea plants. *New Phytol.*, 104: 573-581.
- Jakobsen, I. & Rosendahl, L.**, 1990 Carbon flow into soil and external hyphae from roots of mycorrhizal cucumber plants. *New Phytol.*, 115: 77-83.
- Jacobsen, J.S. & Westerman, R.L.**, 1991. Stratification of soil acidity derived from N- fertilization in winter wheat tillage systems. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 22 :1335-1346.
- Jensen, L.; McQueen, D. & Shepherd, T.G.**, 1996. Effects of soil compaction on N-mineralization and microbial-C and -N. I. Fields measurements. *Soil Till. & Res.*, 38: 175-188.
- Kabir, Z. & Koide, R.T.**, 2000. The effects of dandelion or a cover crop on mycorrhizal inoculums potential, soil aggregation and yield maize. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 78: 167-174.
- Kabir, Z. & Koide, R.T.**, 2002. Mixed cover crops, mycorrhizal fungi, soil properties and sweet yield. *Plant soil*, 238: 205-215.
- Kabir, Z.**, 2004. Tillage or no-tillage: Impact on mycorrhizae. *Can. J. Plant Sci.*
- Kahnt, G.**, 1976. Ackerbau ohne Pflug. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 128 pg.
- Kandiah, A.**, 1979. Influence of soil properties and crop cover on erodibility of soils pg476-487, από το βιβλίο Soil Physical properties and Crop Production in the tropics, edited by R Lal & D. J. Greenland, Pitman Press.
- Karlen, D.L.; Wollenhaupt, N.C.; Erbach, D.C.; Berry, E.C.; Swan, J.B.; Eash, N S. & Jordahl, J.L.**, 1994. Long term tillage effects on soil quality. *Soil Till. & Res.*, 32: 313-327.
- Kaul, H.P.; Sceer-Triebel, M. & Heyland, K.U.**, 1994. Selection criteria for short-fibre flax. *Plant Breeding*, 113: 130-136.

- Khan, M.B.; Yasir, T.A. & Aman, M.,** 2005. Growth and Yield Comparison of different Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Genotypes Planted at Different Row Spacing. *Inter. J. Agric. & Bio.*, 1560–8530.
- Kris-Etherton P.M.; William S.H. & Lawrence J.A.,** 2002. Circulation, Journal of the American heart association. <http://www.circulationaha.org>.
- Kristiansen P.; Taji, A. & Reganold, J.,** 2006. Organic Agriculture, A global perspective.
- Köpke, U. & Geier, U.,** 1999. Mixed farming on bio-regional level. Current issues and new perspectives. In: Zanoli, R. And Krell, R. (eds) First SREN Workshop on Research Methodologies in Organic Farming. Proceedings. Frick, Switzerland. 30 September-3 October 1998. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pp. 95-99.
- Lafond, G.P.,** 1993: The effects of nitrogen, row-spacing and seeding rate on the yield of flax under a zero-till production system. *Can. J. Plant Sci.*, 73: 375-382.
- Lafond, G.P.; Zentner, R.P.; Geremia, R. & Derksen, D.A.,** 1993: The effects of tillage systems on the economic performance of spring wheat, winter wheat, flax and field pea production in east-central Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.*, 73: 47-54.
- Lafond, G.P.; Boyetchko, S.M.; Brandt, S.A.; Clayton, G.W. & Entz, M.H.,** 1996: Influences of changing tillage practices on crop production. *Can. J. Plant Sci.*, 76: 641-649.
- Lay, C.L. & Dybing, C.D.,** 1989. Linseed. pp. 416 - 430 In: Oil Crops of the World. G. Röbbelen, R. K. Downey and A. Ashri (eds). McGraw-Hill, New York.
- Linnaeus, C.,** 1857. Species Plantarum. The Royal Society of London, London, UK.
- Lobell, D.B.; Burke, M.B.; Tebaldi, C.; Mastrandrea, M.D.; Falcon, W.P. & Naylor, R.,** 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 319: 607-610.
- Lynch, J.M. & Panting, L.M.,** 1980. Cultivation and the soil biomass. *Soil Bio. & Bioch.*, 12:29-33.

- McCarty, G.W.; Meisinger, J.J. & Jenniskens, F.M.M,** 1995. Relationships between total-N, biomass-N and active-N in soil under different tillage and N fertilizer treatments. *Soil Bio. & Bioch.*, 27: No. 10, pp. 1245-1250.
- Martin, J.H.; Leonard, W.H. & Stamp, D.L.,** 1976. in: Principles of Field Crop Production 3rd edition, Macmillan, New York, pp. 797–811.
- Mahler, R. & Harder R.W.,** 1984. The influence of tillage methods, cropping sequence, and N rates on the acidification of a northern Idaho soil. *Soil Sci.*, 137: 52-60.
- Minker, E.; Bogdanova, S.V. & Penovak, I.,** 1973. Linseed mucilage as a water in oil-type emulsifier. *Farmatsiva (Sofya)* 23: 13.
- Morris, H.M.,** 2007. Flax: A health and nutrition primer. Flax Council of Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada.
- Neuringer, M. & Connor, W.E.,** 1986. N-3 fatty acids in the brain and retina: evidence for their essentiality. *Nutr. Rev.*, 44: 285-294.
- Olsson, P.A.; Bååth, E. & Jakobsen, I.,** 1997. Phosphorus effects on the mycelium and storage structures of an arbuscular mycorrhizal fungus as studied in the soil and roots by analysis of fatty acid signatures. *Applied & Envir. Microbio.*, 63: 3531-3538.
- Olsson, P.A.; Thinstrup, I.; Jacobsen, I.; Bååth, E.,** 1999. Estimation of the biomass of arbuscular mycorrhizal fungi in linseed field. *Soil Bio. & Bioch.*, 31: 1879-1887.
- Oomah, B.D.,** 2001. Flaxseed as a functional food source. *J. Sci. Food & Agric.*, 81: 889–894.
- Oomah, B.D. & Mazza, G.,** 1997. Effect of dehulling on chemical composition and physical properties of flaxseed. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 30: 135–140.
- Oomah, D.B & Mazza, G.,** 1998. Fractionation of flaxseed with a batch dehuller. *Ind. Crop Prod.*, 9: 19-27.

- Oplinger, E.S.; Oelke, E.A.; Doll, J.D.; Bundy, L.G. & Schuler, R.T.,** 1989. Flax in: alternative food crops manual. Available from <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/flax.html>.
- Papadopoulos, A.N.; Hague, J.R.B.,** 2003. The potential for using flax (*Linum usitatissimum* L.) shiv as a lignocellulosic raw material for particleboard. *Ind. Crop Prod.*, 17: 143-147.
- Papatheoxari, Y.; Bilalis, D.; Alexopoulou, E.; Papastylianou, P. & Avgoulas, C.,** 2008. Effects of different rates of inorganic fertilization on some agronomic characteristics with emphasis in roots and yield in four flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties. *J. Food Agric. & Envir.*, 6: 256-259.
- Peacock, L.,** 1990. Practical constrains and opportunities for improving crop protection in organic vegetable production. In: *Crop Protection in Organic and Low Input Agriculture: Options for Reducing Agrochemical Usage*. British Crop Protection Council, Surrey. pp. 157-162.
- Phillips, J.M. & Hayman, D.S.,** 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions British Mycolog. Soc.*, 55:157-160.
- Porter, L.K.; Follett, R.F. & Halvorson, A.D.,** 1996. Fertilizer nitrogen recover in a No-Till wheat- sorghum-fallow-wheat sequence. *Agron. J.* 88: 750- 757.
- Rao, S. K. & Singh, S.P.,** 1984: Genetic analysis of yield and its components in linseed. *Ind. J. Agric. Sci.*, 54:894-900.
- Rebolé, A.; Rodríguez, M.L.; Ortiz, L.T.; Alzueta, C.; Centeno, C. & Treviño, C.,** 2002. Mucilage in linseed: effects on the intestinal viscosity and nutrient digestion in broiler chicks. *J. Sci. Food & Agric.*, 82(10):1171–1176.
- Reijonen, A.,** 1998. Johtopäätökset öljypellavan kuidun soveltuvuudesta nykyaikaiseen teollisuustuotantoon. In: Luostarinen, M. et al. (eds). *Öljypellavan kuidun hyödyntäminen [Utilization for linseed flax fibre]* (Abstract in English). *Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A45*. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. P.27-49.

- Rhoton, F.E.; Bruce, R.R.; Buehring, N.W.; Elkins, G.B.; Langdale, C.W. & Tayler, D.D.**, 1993. Chemical and physical characteristics of four soil types under conventional and no-tillage systems. *Soil Till. & Res.*, 28: 51- 61.
- Richharia, R.H.**, 1962. Linseed. The Indian Central Oiseeds Committee, Hyderabad, India.
- Ridley, E.M.; Mele, P.M. & Beverly, C.R.**, 2004. Legume-based farming in Southern Australia: developing sustainable systems to meet environmental challenges. *Soil Biol. & Bioch.*, 36: 1213-1221.
- Robinson, B. & Hutcheson, T.**, 1931. The Time to Harvest Fiber Flax. Circ. 236.USDA. Washington, DC.
- Rochester, I. J.; Constable, G.A. & Saffigna, P.G.**, 1997. Retention of cotton stubble enhances N fertilizer recovery and lint yield of irrigated cotton. *Soil Till. & Res.*, 41: 75-86.
- Roseberg, R.J.**, 1992. Tillage and traffic induced changes in macroporosity and macropore continuity: air permeability assessment. *Soil Sci. Soc. America J.*, 56: 1261-1267.
- Rosegrant, M.W. & Cline, S.A.**, 2003. Global food security: Challenges and policies. *Science* 302: 1917-1919.
- Rowland, G.G.; McHughen, A.; Bhatti, R.S.; Mackenzie, S.L. & Taylor, D.C.**, 1995. The application of chemical mutagenesis and biotechnology to the modification of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Euphytica*, 85: 317-321.
- Ryan, M.H. & Graham, J.H.**, 2002. Is there a role for arbuscular mycorrhizal fungi in production agriculture?. *Plant & Soil* , 244: 263-271.
- Sánchez-Díaz, M. & Honrubia, M.**, 1994 Water relations and alleviation of drought stress in mycorrhizal plants. *In* Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Systems. Eds. S Gianinazzi and H Schüepp. pp. 167–178. Birkhäuser Verlag, Basel.
- Sanders, F.E. & Tinker, P.B.**, 1971. Mechanism of absorption of phosphate from soil by Endogone mycorrhizas. *Nature*, 233: 278-279.

- Sankari, S.H.**, 1999. Bast fibre content, fibre yield and fibre quality of different linseed genotypes. *Agric. & Food Sci in Finland*, 9: 79-87.
- Scarth, R. & Tang, J.**, 2006. Modification of Brassica oil using conventional and transgenic approaches. *Crop Sci.*, 46: 1225-1236.
- Schimpf, W. & Lundberg-Schimpf, T.**, 2005. *Our Farm*. Flying-Two Medicinal and Aromatic Herbs, Kelowna, <http://www.bcherbs.net/ourfarm.html>. Accessed 7/5/05.
- Seehuber, R., & Dambroth M.**, 1983: Untersuchungen zur genotypischen Variabilität der Ertragskomponenten bei Lein (*Linum usitatissimum* L.), Mohn (*Papaver somniferum* L.) und Leindotter (*Cumelina sativa* crtz.). *Landbauforsch*, 33:183-188.
- Sharma, H.S.S. & Van Sumere, C.F.**, 1992. Enzyme treatment of flax. *Genetic Eng. Biotechnol.*, 12: 19-23.
- Sidiras N.; Heinzmann, K.G.; Roth, C.H. & Derpsch, R.**, 1985. The importance of winter crops for controlling water erosion , and for the Summer Crops on two Oxisols in Parana, Brazil. *J Agron. & Crop Sci.*, 155: 205-214.
- Singh, B.; Chanasyk, D.S.; McGill, W.B. & Nyborg, M.P.**, 1994. Residue and tillage management effects on soil properties of a typic cryoboroll unter continuous barley. *Soil Till. & Res.*, 32: 117-133.
- Singh, D.N.**, 2001. Heritability and genetic advance in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Res. Birsa Agric. Univ.*, 13: 73-4.
- Six, J.; Elliott, E.T. & Paustian, K.**, 1999. Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63: 1350-1358.
- Smeder, B. & Liljedahl, S.**, 1996. Market oriented identification of important properties in developing flax fibers for technical uses. *Ind. Crop Prod.*, 5: 149-162.
- Sprague, M. A.**, Overview, 1986. Chapter 1 in Sprague M. A. and Trilpett b. G. (eds). No-Tillage and Surface –Tillage agriculture. The tillage revolution. John Wiley and son, Inc. N. York, Toronto, Chichester, Brisbane, Singapore, pg: 1- 15.

- StatSoft, Inc., 1996. STATISTICA for windows (Computer programm manual). <http://www.statsoftinc.com>.
- Stockdale, E.A.; Lampkin, N.H.; Hovi, M.; Keatinge, R.; Lennartsson, E.K.M.; Macdonald, D.W. & Padel, S., 2001.** Agronomic and environmental implications of organic farming systems . *Advances in Agro.*, 70: 261-327.
- Stockdale, E.A.; Shepherd, M.A.; Fortune, S. & Cuttle, S.P., 2002.** Soil fertility in organic farming systems- fundamentally different? *Soil Use & Manag.*, 18: 301-308.
- Stolze, M.; Piorr, A.; Häring, A. & Dabbert, S., 2000.** The environmental impacts of organic farming in Europe. University of Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim.
- Tate, R.J., 1984.** “Soil Organic Matter- Biological & Ecological effects” Chapter 13. Pitman Press pg.260-278.
- Thingstrup, I.; Rubaek, G.; Sibbesen, E. & Jakobsen, I., 1998.** Flax (*Linum usitatissimum* L.) depends on arbuscular mycorrhizal fungi for growth and P uptake at intermediate but not high soil P levels in the field. *Plant & Soil*, 203: 37-46.
- Thompson, J.P., 1987** Decline of vesicular-arbuscular mycorrhizas in long fallow disorder of field crops and its expression in phosphorus deficiency in sunflower. *Aust. J. Agric. Res.*, 38:847–867.
- Thompson, J.P., 1996.** Correction of dual phosphorus and zinc deficiencies of linseed (*Linum usitatissimum* L.) with cultures of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Bio. & Bioch.*, 28: 941-951.
- Tiwari, K.P.; Dixit, J.P. & Saran, R.N., 1988.** Effect of nitrogen and irrigation on linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Indian J. Agron.*, 33: 44–46.
- Toth, R. & Toth, D., 1982.** Quantifying vesicular±arbuscular mycorrhizae using a morphometric technique. *Mycologia*, 74: 182-187.
- Toth, R.; Miller, R.M.; Jarstfer, A.G.; Alexander, T. & Bennett, E.L., 1991.** The calculation of intraradical fungal biomass from percent colonization in vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Mycologia*, 83:553-558.
- Turner, J., 1987.** Linseed Law. Published BASF (UK) Ltd.

- Uauy, R.; Perano, P.; Hoffman, D.; Mena, P.; Birch, D.; Birch, E.,** 1996. Role of essential fatty acids in the function of the developing nervous system. *Lipids*, Suppl.: 167-176.
- USDA Nutrient Data Laboratory. Available at: <http://www.nalusda.gov/fnic/foodcomp>. Accessed October 3, 2002.
- Van Sumere, C.,** 1992. Retting of flax with special reference to enzyme-retting. In: Sharma, H. and C. Van Sumere (eds.), *The Biology and Processing of Flax*. M Publications, Belfast, Northern Ireland, pp. 157-198.
- Vender, C.; Natarelli, L.; Maestrini C. & Cremachi, D.,** 1995. Effect of husbandry practices on some biological and agronomic characteristics of a linseed cultivar. *Terra & Sole.*, 50: 35–9.
- Walkley, A. & Black, I A.,** 1934. An examination of the Degtiareff methods for determining soil organic and a proposed modification of chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37: 29-38.
- Walz, E.,** 1999. Final Results of the Third Biennial National Organic Farmers' Survey. Santa Cruz, Organic Farming Research Foundation.
- Wedler, M. & Kohler, R.,** 1994. Non-textile use of flax, In: *Flax in the world*, Bonn, Germany. 15-17 June, 1993 FAO, Bonn, Germany.
- Wrobel, M.; Zebrowski, J.; Szopa, J.,** 2004. Polyhydroxybutyrate synthesis in transgenic flax. *J. Biotech.*, 107: 41-54.
- Wynen, E.** 1998. *Evaluating the Potential Contribution Of Organic Agriculture to Sustainability Goals*. Environment and Natural Resources Service, Research and Training Division, Sustainable Development Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- www.solventfreepaint.com
- Yayock, J.Y. & Quinn, J.G.,** 1976. Agronomy of linseed oil cultivars (*Linum usitatissimum*) in northern Nigeria. *Expl. Agric.*, Pp. 93-100.
- Zhang, Z.S.; Wang, L.J.; Li, D.; Jiao, S.S.; Chena, X.D.; Mao, Z.H.,** 2008. Ultrasound-assisted extraction of oil from linseed. *Separ. & Purif. Tech.*, 62: 192-198.

Zeven, A.C. & Zhukovsky, P.M., 1975. Dictionary of Cultivated Plants and their Centres of Diversity. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.

Zinati, G.M. 2002. Transition from conventional to organic farming systems. II. Summary of discussion session and recommendations for future research. *HortTechnology*, 12(4): 611-612.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ανώνυμος, 2000. Εγκύκλιος: «Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης και ελέγχου (ΟΣΔΕ) και λεπτομέρειες εφαρμογής του σχετικά με ορισμένα καθεστώτα κοινοτικών ενισχύσεων». Υπουργείο Γεωργίας, Γεν. Δι.Δ.Α.ΓΕ.Π.

Γαλανοπούλου-Σενδούκα Στέλλα, 2002. Βιομηχανικά φυτά. Βαμβάκι και υπόλοιπα κλωστικά. Ελαιοδοτικά – Ζαχαρότευτλα – Καπνός. Εκδόσεις Σταμούλης.

Δαλιάνης, Κ., 1984. Σχεδίαση και Ανάλυση Πειραμάτων.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Μετεωρολογικά δεδομένα.

Ευθυμιάδης, Π., 1990. Σπορά και μειωμένη κατεργασία εδάφους. *Γεωργία & Κτηνοτροφία*. 3. σελ. 24-29.

Μπιλάλης, Δ., 1999. Μελέτη συστημάτων εδαφοκατεργασίας – σποράς με και χωρίς λίπανση σε φυτικές και εδαφικές παραμέτρους σε μία ζετή αμειψισπορά. Διδακτορική Διατριβή.

Μπιλάλης, Δ.; Σιδηράς, Ν.; Παπαθεοχάρη, Γ. & Ευθυμιάδου, Α.

Μπιλάλης, Δ.; Σιδηράς, Ν.; Θωμόπουλος, Π.; Ευθυμιάδου, Α. & Τσιώρος, Σ., 2006. Επίδραση τριών ψυχανθών, ως χλωρή λίπανση, στην ανάπτυξη του βαμβακιού και την απόδοση του (*Gossypium hirsutum*).

Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, σσ.189-199, Ε.Ε.Ε.

Μπιλάλης Δ.; Σιδηράς Ν.; Παπαθεοχάρη Γ. & Ευθυμιάδου, Α., 2008.
Επίδραση της εδαφοκατεργασίας και της οργανικής λίπανσης στη μυκόρριζα σε βιολογική καλλιέργεια αραβοσίτου. Πρακτικά 12^ο Εδαφ. Συνεδρίου. Σελ.83-94.

Σιδηράς, Κ.Ν., 2002. Εδαφικό περιβάλλον. Πανεποστημιακό βιβλίο για το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Σιδηράς, Κ.Ν., 2005. Βιολογική γεωργία. ΔΗΩ.