



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τμήμα Φυτικής Παραγωγής

Εργαστήριο Γεωργίας

Διευθυντής: Καθ. Ανδρέας Ι. Καραμάνος



**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ
ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ. »**

ΜΠΑΡΛΑ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΑΘΗΝΑ, 2011

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Μπιλάλη Δημήτριο , για την ανάθεση του θέματος του συγκεκριμένου πειράματος αλλά και για την καθοδήγηση και επίβλεψη σε όλη τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης.

Θερμές ευχαριστίες στην Λέκτορα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Παπαστυλιανού Παναγιώτα καθώς και την κ. Παπαθεοχάρη Γιολάντα, που με τις πολύτιμες συμβουλές και διορθώσεις τους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση αυτής της ερευνητικής εργασίας.

Πολλές ευχαριστίες στον κ. Τριανταφυλλίδη Βασίλειο, ΔΕΠ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη σε όλη την διάρκεια των μετρήσεων.

Ευχαριστώ θερμά όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργίας για την υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια της παρούσας ερευνητικής διατριβής. Ευχαριστώ τους προπτυχιακούς φοιτητές του Γ.Π.Α., Παναγιώτου Ελένη, Ταμπαξή Ιωάννα, Τριμπόνια Γιούλα, Καραγιάννη Νίκο για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος.

Ευχαριστώ την υποψήφια διδάκτορα Πατσιαλή Σωτηρία για την συμπαράσταση και ουσιαστική βοήθεια σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Περίληψη

Σε πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών εγκαταστάθηκε το πείραμα, στην περιοχή του Βοτανικού. Μελετήθηκε η επίδραση της εδαφοκατεργασίας (συμβατική κατεργασία, μειωμένη κατεργασία και ακατεργασία) στα χαρακτηριστικά και στις αποδόσεις του καλλιεργούμενου βιολογικού λιναριού. Ο αγρός χωρίστηκε σε τρία τμήματα και το σχέδιο που εφαρμόστηκε περιείχε τρεις επαναλήψεις. Η σπορά του πειραματικού έγινε την καλλιεργητική περίοδο 03-07/2010.

Εφαρμόστηκαν τρία συστήματα κατεργασίας του εδάφους και τρία διαφορετικά επίπεδα λίπανσης (100Kg κομπόστ/στρ., 200kg/στρ. κομπόστ και καμία εφαρμογή λίπανσης).

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν: το φύτρωμα, πυκνότητα φυτών, το ύψος, ξηρό και νωπό βάρος, το βάρος 1000 σπόρων, απόδοση σε σπόρο, περιεκτικότητα σε λάδι και απόδοση σε λάδι.

Έγινε προσδιορισμός του ποσοστού αποικισμού της μυκόρριζας καθώς της πυκνότητας των φυτών του λιναριού σε 1 μέτρο και σε κάθε υποτεμάχιο.

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. The experimental field was divided in three pieces and the experimental plan that took place, included three repetitions. The experimental field was established during the cultivating period 03-07/2010.

Three different tillage systems were applied combined with three different kinds of fertilizers (100kg compost/acre, 200kg compost/acre and none fertilizer).

The plant properties which were studied were the following: germination, plant density, height, dry and fresh weight, weight of 1000 seeds, yield of seeds, oil content and yield of oil.

The percentage of mycoriza was rated as also the plant density/meter and plant density per plot.

Πίνακας περιεχομένων

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....11

1.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	13
1.1.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	13
1.1.2 ΒΛΑΣΤΟΣ	14
1.1.3 ΦΥΛΛΑ	14
1.1.4 ΑΝΘΗ	14
1.2 Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ	17
1.3 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	17
1.3.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	17
1.3.2 ΕΔΑΦΟΣ	18
1.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	18
1.4.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ	18
1.4.2 ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	18
1.4.3 ΣΠΟΡΑ	19
1.4.4 ΑΡΔΕΥΣΗ	19
1.4.5 ΛΙΠΑΝΣΗ	20
1.4.6 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	20
1.5 ΧΡΗΣΕΙΣ.....	22
1.5.1 ΛΙΝΑΡΙ ΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	22
1.5.2 ΛΙΝΑΡΙ ΓΙΑ ΕΔΩΔΙΜΟ ΛΑΔΙ	24
1.5.3 ΛΙΝΑΡΙ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΪΝΑΣ	24
1.5.4 ΛΙΝΑΡΙ ΩΣ ΤΡΟΦΗ ΓΙΑ ΤΑ ΖΩΑ	27
1.5.5 ΛΙΝΑΡΙ ΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	27
1.6 ΕΧΘΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	29
1.7 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ.....	29
1.8 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	31
1.9 ΖΙΖΑΝΙΑ.....	31
1.10 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	34
1.10.1 ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	34
1.10.2 ΠΟΡΩΔΕΣ	35
1.10.3 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	35
1.11 ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ.....	36
1.12 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	37

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....38

2.1 ΓΕΝΙΚΑ	38
2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	39
2.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ	39

2.3	ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ- ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	41
2.4	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	46
2.5	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	46
2.5.1	ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ	46
2.5.2	ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	47
2.5.3	ΛΑΔΙ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ	48
2.6	ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	50
2.7	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	52

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ53

3.1	ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΜΕΡΟΣ	53
3.1.1	ΥΨΟΣ	53
3.1.2	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ	61
3.1.3	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	64
3.2	ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ.....	66
3.3	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΩΝ ΣΤΟ ΥΠΟΤΕΜΑΧΙΟ	68
3.4	ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ	70
3.4.1	ΑΠΟΔΟΣΗ	73
3.4.2	ΛΑΔΙ	75

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....80

5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ85

Πίνακας Εικόνων

<i>Εικόνα 1</i> Μορφολογικά χαρακτηριστικά του λιναριού (Πηγή :Internet).....	13
<i>Εικόνα 2</i> Πλάγια όψη άνθους λιναριού (Πηγή : Internet).....	14
<i>Εικόνα 4</i> Ανεπτυγμένα άνθη λιναριού (Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	15
<i>Εικόνα 3</i> Ο σπόρος του λιναριού (Πηγή: προσωπικό αρχείο).....	15
<i>Εικόνα 5</i> Η κάψα με τους περιεχόμενους σπόρους (Πηγή : Internet).....	16
<i>Εικόνα 6</i> Άνθη και κάψες(a), τομή άνθους (b), άνθος με πέταλα και στήμονες (c), εγκάρσια τομή της ωοθήκης και των σεπάλων του λιναριού(d) (Πηγή : Internet).....	19
<i>Εικόνα 7</i> Καλλιέργεια λιναριού σε στάδιο ωρίμανσης (Πηγή : Internet).....	21
<i>Εικόνα 8</i> Λάδι από λιναρόσπορο (Πηγή :Internet).....	24
<i>Εικόνα 9</i> Διάφοροι τύποι υλικών που παράγονται από το λάδι του λιναριού (Πηγή :Internet).....	28
<i>Εικόνα 10</i> Ο πειραματικός αγρός (Πηγή :προσωπικό αρχείο).....	38
<i>Εικόνα 11</i> Εφαρμογή μηχανήματος καλλιεργητή στον αγρό (Πηγή :προσωπικό αρχείο).....	43
<i>Εικόνα 12</i> Εφαρμογή μηχανήματος φρέζας στον αγρό (Πηγή : προσωπικό αρχείο).....	43
<i>Εικόνα 13</i> Εφαρμογή μηχανήματος αρότρου στον αγρό (Πηγή :προσωπικό αρχείο).....	44
<i>Εικόνα 14</i> Χρήση γραμμοχαράκτη, για τη δημιουργία των γραμμών σποράς.....	44
<i>Εικόνα 15</i> Γραμμές σποράς (Πηγή : προσωπικό αρχείο).....	45
<i>Εικόνα 16</i> Εικόνα από τη συσκευή Motic Image Plus 2.0 κατά τον υπολογισμό αποικισμού της Μυκόρριζας.....	47
<i>Εικόνα 17</i> Η συσκευή υπερήχων που χρησιμοποιείται για την παραλαβή του λινελαίου.....	49

Πίνακας σχημάτων

<i>Σχήμα 1</i> Ο πειραματικός αγρός	41
---	----

Πίνακας Πινάκων

<i>Πίνακας 1</i> Τυπική περιεκτικότητα % των λιπαρών οξέων του λαδιού από λιναρόσπορο.....	23
<i>Πίνακας 2</i> Μέθοδοι μη-χημικής διαχείρισης ζιζανίων (Πηγή: Körke 2000).....	33
<i>Πίνακας 3</i> Ανάλυση εδάφους του πειραματικού αγρού.....	41
<i>Πίνακας 4</i> Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 38 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).....	53
<i>Πίνακας 5</i> Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).....	55
<i>Πίνακας 6</i> Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 53 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).....	58
<i>Πίνακας 7</i> Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).....	61
<i>Πίνακας 8</i> Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 47 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).....	64
<i>Πίνακας 9</i> Ανάλυση διασποράς για το ποσοστό αποικισμού μυκόρριζας του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 47 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).....	66
<i>Πίνακας 11</i> Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).....	68
<i>Πίνακας 12</i> Ανάλυση διασποράς για το βάρος 1000 σπόρων των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).....	70
<i>Πίνακας 13</i> Ανάλυση διασποράς για το βάρος 1000 σπόρων των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (τα διαφορετικά γράμματα CT: συμβατική κατεργασία, MT: μειωμένη κατεργασία, NT: ακατεργασία και δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f: 200 kg κομπόστ/στρ, h: 100 kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	72
<i>Πίνακας 14</i> Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε σπόρο των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (τα διαφορετικά γράμματα CT: συμβατική κατεργασία, MT: μειωμένη κατεργασία, NT: ακατεργασία και δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f: 200 kg κομπόστ/στρ, h: 100 kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	74
<i>Πίνακας 15</i> Ανάλυση διασποράς για την περιεκτικότητα σε λάδι των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (τα διαφορετικά γράμματα CT: συμβατική κατεργασία, MT: μειωμένη κατεργασία, NT: ακατεργασία και δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f: 200 kg κομπόστ/στρ, h: 100 kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	76
<i>Πίνακας 16</i> Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε λάδι των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (τα διαφορετικά γράμματα CT: συμβατική κατεργασία, MT: μειωμένη κατεργασία, NT: ακατεργασία και δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f: 200 kg κομπόστ/στρ, h: 100 kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	78
<i>Πίνακας 17</i> Πίνακας Συσχέτισης των παραγόντων του παρόντος πειράματος.....	83

Πίνακας Διαγραμμάτων

<i>Διάγραμμα 1</i> Η διακύμανση της θερμοκρασίας (μέγιστη- ελάχιστη) για τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος (Πηγή :Εργαστήριο Γεωργίας).....	50
<i>Διάγραμμα 2</i> Η διακύμανση της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος (Πηγή: Εργαστήριο Γεωργίας).....	51
<i>Διάγραμμα 3</i> Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 38 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f:200kg κομπόστ/στρ, h: 100kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	54
<i>Διάγραμμα 4</i> Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, C: συμβατική κατεργασία, M: ελάχιστη κατεργασία, N: ακατεργασία).	56
<i>Διάγραμμα 5</i> Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f:200kg κομπόστ/στρ, h: 100kg κομπόστ/στρ, m: : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).	57
<i>Διάγραμμα 6</i> Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 53 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, C: συμβατική κατεργασία, M: ελάχιστη κατεργασία, N: ακατεργασία).	59
<i>Διάγραμμα 7</i> Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 53 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f:200kg κομπόστ/στρ, h: 100kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	60
<i>Διάγραμμα 8</i> Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο νωπό βάρος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, C: συμβατική κατεργασία, M: ελάχιστη κατεργασία, N: ακατεργασία).	62
<i>Διάγραμμα 9</i> Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f:200kg κομπόστ/στρ, h: 100kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	63
<i>Διάγραμμα 10</i> Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ξηρό βάρος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 47 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, C: συμβατική κατεργασία, M: ελάχιστη κατεργασία, N: ακατεργασία).	65
<i>Διάγραμμα 11</i> Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 47 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f :200kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	65
<i>Διάγραμμα 12</i> Επίδραση της λίπανσης στο ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	67
<i>Διάγραμμα 14</i> Επίδραση της λίπανσης στην πυκνότητα φυτών σε κάθε υποτεμάχιο στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	69
<i>Διάγραμμα 15</i> Επίδραση της λίπανσης στο Βάρος 1000 Σπόρων στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	70
<i>Διάγραμμα 16</i> Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών επιπέδων λίπανσης, στο Βάρος 1000 σπόρων (CT: συμβατική κατεργασία, MT: μειωμένη κατεργασία, NT: ακατεργασία, , f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	73
<i>Διάγραμμα 17</i> Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών διαφορετικών επιπέδων λίπανσης στην απόδοση σπόρων στην καλλιέργεια λιναριού (CT : συμβατική κατεργασία, MT : ελάχιστη κατεργασία, NT : ακατεργασία, , f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).....	75
<i>Διάγραμμα 18</i> Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών διαφορετικών επιπέδων λίπανσης στην περιεκτικότητα σε λάδι στην καλλιέργεια λιναριού (CT : συμβατική κατεργασία, MT : ελάχιστη	

κατεργασία, NT : ακατεργασία, f : 200 kg κομπόστ/στρ, h : 100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης). 77

Διάγραμμα 19 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών διαφορετικών επιπέδων λίπανσης στην απόδοση σε λάδι στην καλλιέργεια λιναριού (CT: συμβατική κατεργασία, MT: ελάχιστη κατεργασία, NT: ακατεργασία, f : 200 kg κομπόστ/στρ, h : 100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης). 79

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σήμερα η Βιολογική Γεωργία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε ολόκληρο τον κόσμο και εύκολα μπορεί να συμπεριληφθεί στα προγράμματα αγροτικής ανάπτυξης. Στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα όπως και στις ΗΠΑ θεσμοθετήθηκαν ήδη οι βασικές αρχές εφαρμογής της Βιολογικής Γεωργίας που πλέον παράγουν ελεγμένα και πιστοποιημένα προϊόντα.

Τα τελευταία 50 χρόνια, λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων και των αμφιβολιών που προέκυψαν για την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και τροφών, οδήγησαν τη γεωργία σε αλλαγή ή επαναπροσαρμογή των μεθόδων παραγωγής των προϊόντων, οι οποίες θα είναι οικολογικά παραδεκτές και οικονομικά βιώσιμες (Σιδηράς, 2005).

Συγκρινόμενη με τη συμβατική γεωργία, η Βιολογική είναι 17 φορές λιγότερο ενεργοβόρος, τροποποιεί κατά 7 φορές λιγότερο το φυσικό περιβάλλον και απασχολεί περισσότερα εργατικά χέρια, βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο στην επίλυση του προβλήματος της ανεργίας (Μπούρμπος, 2009).

Η ανάπτυξή της αποδίδεται στην οικολογική ευαισθησία του καταναλωτικού κοινού όπως και στην πίεση που ασκεί η επιστήμη της ιατρικής για παραγωγή υψηλής ποιότητας προϊόντων. Η ανάπτυξη της Βιολογικής Γεωργίας επιτυγχάνεται με γρήγορους ρυθμούς. Στην Ελλάδα, σε επίπεδο κόσμου, αυτή η μορφή γεωργίας πλησιάζει το 4,7% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης, με ρυθμό αύξησης αρκετά μεγάλο.

Όλες οι ανεπτυγμένες χώρες, προσπαθούν με διάφορες πολιτικές να προωθήσουν τη συγκεκριμένη μορφή γεωργίας ώστε να αντιμετωπιστούν τα ήδη υπάρχοντα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί από την εφαρμογή της συμβατικής γεωργίας. Για να επιτευχθεί όμως αυτό το εγχείρημα, πρέπει να γίνει σωστή εκπαίδευση και μετεκπαίδευση των νεότερων γενεών.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το λινάρι καλλιεργούνταν από τους Αιγύπτιους για να φτιάξουν υφάσματα με τα οποία θα τύλιγαν τις μούμιες αφού καλλιεργούταν ως πηγή ίνας. Στην Βίβλο υπάρχουν αρκετές αναφορές σχετικά με την καλλιέργεια του λιναριού, κατά τις οποίες, στην αρχαιότητα το φυτό περιστρεφόταν και υφαινόταν από τις οικιακές βιομηχανίες (Orlinger *et al.*, 1989). Επίσης στην αρχαιότητα, οι σπόροι του λιναριού ήταν ευρέως γνωστοί για τις θεραπευτικές τους ιδιότητες, ιδιαίτερος όσον αφορά τις φλεγμονές στους βλεννογόνους και τις παθήσεις του αναπνευστικού και του στομάχου καθώς και στην παρασκευή διαφόρων αλοιφών.

Κατά τον Ιπποκράτη συνίστατο ως θεραπεία για τις φλεγμονές. Το φυτό του λιναριού πλέον καλλιεργείται εκτός της παραγωγής ίνας και για την παραγωγή λαδιού. (Berglund, 2002; Oomah, 2001).

ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ

Το είδος *Linum usitatissimum* L. ανήκει στην οικογένεια *Linaceae*, στην Τάξη: *Linales*. 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 του λιναριού που καλλιεργείται για την ίνα η οποία εξάγεται από το στέλεχος και το φυτό είναι πιο ψηλό και λιγότερο διακλαδισμένο (Gill, 1987).
- ο τύπος λιναρόσπορου, απ’ όπου εξάγεται το λάδι από το σπόρο, είναι φυτό σχετικά κοντό με δευτερεύοντα στελέχη .

ΚΕΝΤΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

Η καταγωγή του *L. usitatissimum* L. ($n = 15$), ενός από τα παλαιότερα καλλιεργούμενα φυτά, είναι ακόμη αβέβαιη (Lay & Dybing, 1989). Ως πιθανότερος πρόγονος θεωρείται το *L. Angustifolium* Huds., καλλιεργούμενο πριν από 4000-5000 έτη στην Ασία και Αίγυπτο. Γενικά γίνεται αποδεκτό ότι η καταγωγή του λιναριού οριοθετείται από την Ασία και θεωρείται από τα αρχαιότερα φυτά.

Δείγματα λινών υφασμάτων βρέθηκαν σε ανασκαφές σε άριστη κατάσταση και χρονολογούνται από τη νεολιθική εποχή. Στην Αίγυπτο το 3400 π.Χ. κατασκεύαζαν υφάσματα και ρούχα από λινάρι. Στις πυραμίδες μερικές από τις μούμιες ήταν τυλιγμένες με λεπτές λωρίδες από λινό ύφασμα. Από την Αίγυπτο το λινάρι διαδόθηκε στις άλλες χώρες της Μεσογείου και στη συνέχεια στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Μερικές ποικιλίες καλλιεργούνται για τις ίνες του βλαστού οι οποίες έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία παράγουν λινά υφάσματα. Άλλες ποικιλίες καλλιεργούνται για τα ελαιούχα και πρωτεϊνούχα σπέρματά τους που περιέχουν 35-40 % λάδι και 20% περίπου πρωτεΐνες.

Τα σπέρματα του λιναριού βρίσκονται σε φαρμακευτική χρήση «Semen Lini». Από την έκθλιψη των σπερμάτων παραλαμβάνεται το λινέλαιο που είναι πλούσιο σε «λιμαναρίνη». Το λινέλαιο είναι τοξικό και δηλητηριώδες σε μεγάλες ποσότητες για τα ζώα. Ο τύπος του λιναριού που καλλιεργείται για λάδι εντοπίζεται στη νοτιοδυτική Ασία, ενώ οι τύποι για την παραγωγή ινών αναπτύχθηκαν πρωτίστως στη Μεσόγειο.



Εικόνα 1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του λιναριού (Πηγή :Internet).

1.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1.1.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

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

1.1.2 ΒΛΑΣΤΟΣ

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

Το λινάρι είναι ετήσιο φυτό και οι κυριότερες ποικιλίες του είναι δύο. Αυτές που καλλιεργούνται για τις ίνες τους και λέγονται κλωστικές και αυτές που καλλιεργούνται για τα σπόρια τους από τα οποία βγαίνει ένα είδος λαδιού το λινέλαιο. Οι τελευταίες λέγονται ελαιοδοτικές ποικιλίες. Το ύψος του φυτού στις κλωστικές ποικιλίες φτάνει το 1,5 μέτρο, ενώ στις ελαιοδοτικές το ένα.

Οι πολλές διακλαδώσεις είναι ανεπιθύμητες για τις ποικιλίες που καλλιεργούνται για ίνα. Οι κλωστικές ποικιλίες είναι συνήθως πιο υψηλότερες (1-1,4m) από τις καρποδοτικές (0,4-0,8m) (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Στο φλοιό του βλαστού υπάρχουν πολλές ίνες που τον σταθεροποιούν. Αυτές οι κλωστικές ίνες χρησιμοποιούνται στην κατασκευή νημάτων και υφασμάτων. Σε κάθε βλαστό υπάρχουν γύρω στις 40 δέσμες ινών και κάθε δέσμη έχει μήκος 25 έως 70 εκατοστά. Οι ίνες αποτελούνται από μεμονωμένα κυλινδρικά κύτταρα που συγκρατούνται μεταξύ τους από διάφορες κολλώδεις ουσίες.

1.1.3 ΦΥΛΛΑ

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



1.1.4 ΑΝΘΗ

Η ταξιανθία είναι βότρυς. Τα άνθη σχηματίζονται στα άκρα των διακλαδώσεων και είναι ερμαφρόδιτα, υπόγυνα. Αποτελούνται από πέντε σέπαλα, πέντε πέταλα και είναι χρώματος γαλάζιου ή μπλε, σπανιότερα λευκού ή απαλού ροζ. Τα φύλλα του είναι χωρίς μίσχο, λογχοειδή και

Εικόνα 2 Πλάγια όψη άνθους λιναριού (Πηγή : Internet).

πέφτουν όταν το φυτό ωριμάζει.

Ο καρπός είναι κάψα και στο εσωτερικό μπορεί να περιέχονται ως 10 σπόροι οι οποίοι περιέχουν λάδι.

Ο σπόρος είναι επίπεδος και οβάλ με στόμιο (*Εικόνα 3*), λίγο μεγαλύτερος από το σπόρο του σουσαμιού με λεία, γυαλιστερή επιφάνεια. Το χρώμα του λιναρόσπορου κυμαίνεται από κόκκινο-καφέ ως ανοιχτό κίτρινο ενώ το χρώμα του καθορίζεται από την ποσότητα της χρωστικής στο εξωτερικό περίβλημα του σπόρου, όπου όσο περισσότερη χρωστική ουσία περιέχεται τόσο πιο σκούρος ο σπόρος. Όσον αφορά τις διαστάσεις του σπόρου, υπάρχει ποικιλία από 3.0–6.4 mm σε μήκος, 1.8–3.4 mm σε πλάτος ως 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)



Εικόνα 4 Ο σπόρος του λιναριού (Πηγή: προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 3 Ανεπτυγμένα άνθη λιναριού (Πηγή: προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 5 Η κάψα με τους περιεχόμενους σπόρους (Πηγή : Internet).

Ο σπόρος του λιναριού είναι πλούσιος σε λίπη, πρωτεΐνες και ινώδεις ουσίες. Σε χημική ανάλυση που έγινε στο λιναρόσπορο βρέθηκε 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.

Οι κλωστικές ποικιλίες παράγουν ίνες με μεγάλη χρονική αντοχή, καλή στιλπνότητα και εύκολη επεξεργασία. Είναι ανθεκτικές στις διάφορες προσβολές από μύκητες και μικροοργανισμούς και ανθεκτικότερες από αυτές του βαμβακιού. Μπορούν ακόμα να αποχρωματιστούν αλλά η βαφή τους είναι δύσκολη γιατί δεν διαπερνώνται εύκολα.

Τα υφάσματα που παράγονται από το λινάρι είναι τα γνωστά λινά υφάσματα, εξαιρετικής ποιότητας. Οι ίνες του λιναριού έχουν μικρή ελαστικότητα και σκληρή υφή και είναι η αιτία που τα λινά υφάσματα τσαλακώνονται εύκολα και το σιδέρωμα τους είναι πολύ δύσκολο. Με ειδικές επεξεργασίες το πρόβλημα αυτό ελαττώνεται. Τα λινά ρούχα είναι εξαιρετικά δροσερά επειδή το λινάρι έχει τη δυνατότητα να απορροφά και να απελευθερώνει υγρασία. Τα υφάσματα από λινάρι εκτός από την παραγωγή ρούχων χρησιμοποιούνται για την επένδυση των επίπλων. Κατώτερης ποιότητας λινάρια χρησιμοποιούνται στην κατασκευή σάκων και διάφορων μουσαμάδων. Τα υπολείμματα τους χρησιμοποιούνται στη χαρτοποιία στην κατασκευή χαρτιών πολυτελείας, επιστολογραφίας κ.λ.π.

Η σύστασή του ποικίλλει ανάλογα με το γονότυπο, το περιβάλλον ανάπτυξης, την ανάπτυξη του σπόρου και τη μέθοδο ανάλυσης. Γενικά, καθώς αυξάνεται το περιεχόμενο λάδι του σπόρου, μειώνεται η πρωτεΐνη σε αυτόν (Bhatty, 1997; Carter,

1993; Cunnane *et al.*, 1993; Oomah & Mazza, 1997). Οι περισσότερες πρωτεΐνες 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).

Σε συνθήκες υψηλής υγρασίας και θερμοκρασίας παρατηρείται ποιοτική υποβάθμιση. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αναγνωριστεί από τον εσωτερικό και/ή εξωτερικό αποχρωματισμό του σπόρου και από την έντονη μυρωδιά. Ο λιναρόσπορος μπορεί να αποθηκευτεί με ασφάλεια μέχρι και πάνω από 12 μήνες σε 9–10% περιεχόμενη υγρασία νερό.

1.2 Η ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΛΙΝΑΡΙΟΥ

Το καλλιεργούμενο λινάρι είναι μια ετήσια καλλιέργεια που αναπαράγεται με σπόρο. Το φυτό του λιναριού 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). Παρόλ' αυτά, είναι πιθανό 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.

1.3 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

1.3.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Το λινάρι ευδοκίμει σε εύκρατα κλίματα χωρίς μεγάλες και έντονες βροχοπτώσεις. Στις περισσότερες περιοχές το λινάρι φυτεύεται κάθε 5 χρόνια στο ίδιο χωράφι γιατί είναι ιδιαίτερα απαιτητικό στην άντληση θρεπτικών ουσιών από το έδαφος με συνέπεια την εξάντληση του εδάφους. Ο σπόρος του λιναριού, αυξάνεται

καλύτερα σε μέτριες προς χαμηλές συνθήκες, κατά την περίοδο του γεμίσματος. Πειράματα που έχουν γίνει υπό ελεγχόμενες συνθήκες έχουν δείξει ότι υψηλές θερμοκρασίες στην 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).

1.3.2 ΕΔΑΦΟΣ

Το λινάρι προσαρμόζεται καλύτερα σε βαριά πηλώδη εδάφη που συγκρατούν υγρασία. Λόγω του περιορισμένου ριζικού του συστήματος, το λινάρι δεν δύναται να αναπτυχθεί καλά στα αμμώδη εδάφη. Είναι αρκετά ανεκτικό στην αλατότητα, έχοντας ως προϋπόθεση την επάρκεια των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων αλλά και υγρασίας. Το φυτό του λιναριού εμφανίζει μειωμένη ανταγωνιστικότητα, οπότε είναι απαραίτητο να γίνεται έγκαιρος έλεγχος των ζιζανίων αλλά και σωστή καταπολέμησή τους.

1.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1.4.1 ΑΜΕΙΨΙΣΠΟΡΑ

Το λινάρι ως καλλιέργεια μπορεί να εναλλάσσεται με τα σιτηρά ή τον αραβόσιτο αλλά όχι μετά από πατάτα ή ζαχαρότευτλα (λόγω των προβλημάτων που προκύπτουν με τις ασθένειες των ριζών). Συνίσταται η μεσολάβηση 3 χρόνων μεταξύ των καλλιεργειών λιναριού ώστε να αποφευχθεί η εκδήλωση ασθενειών που οφείλονται σε *Fusarium sp.* Το λινάρι εμφανίζει μειωμένη ανάπτυξη μετά από ελαιοκράμβη ή σινάπι.

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

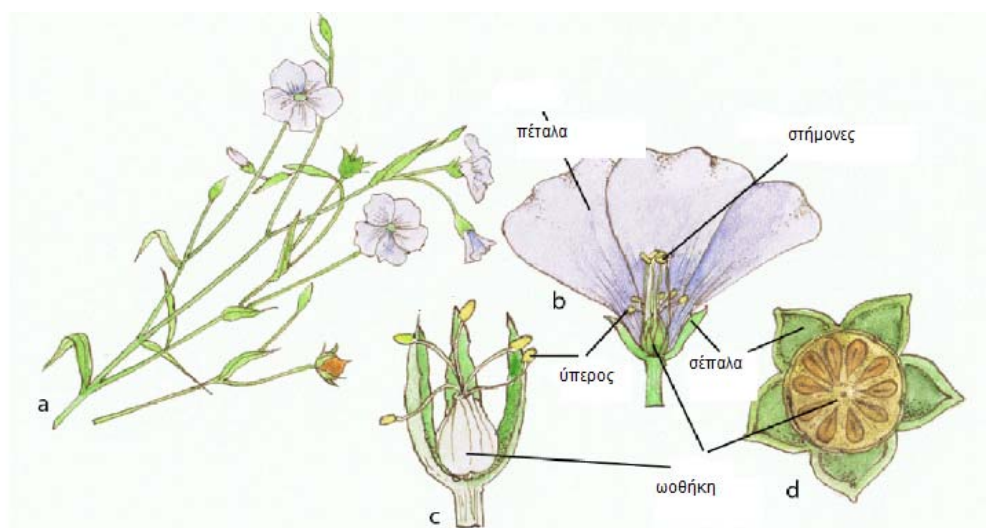
1.4.2 ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ

Πριν από τη σπορά ενδείκνυται χειμωνιάτικο όργωμα σε μικρό βάθος ώστε να μειωθεί ο αριθμός των ζιζανίων που πρόκειται να παρουσιαστούν στην επιφάνεια του εδάφους. Μειωμένη κατεργασία ή ακαλλιέργεια εμφανίζονται επίσης ως ευεργετικές κατεργασίες, λόγω της αυξημένης οργανικής ουσίας, της διατήρησης

υγρασίας, και των περιορισμένων προβλημάτων δημιουργίας κρούστας που μπορούν να μειώσουν την εμφάνιση των σποροφύτων (Daun, 1993).

1.4.3 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 κατά τη συγκομιδή, οι μύκητες του εδάφους πιθανόν να μολύνουν το σπόρο, επομένως η επεξεργασία του σπόρου με ένα μυκητοκτόνο θα μπορούσε να αυξήσει την εμφάνιση και την ευρωστία των σποροφύτων.



Εικόνα 6 Άνθη και κάψες(a), τομή άνθους (b), άνθος με πέταλα και στήμονες (c), εγκάρσια τομή της ωοθήκης και των σεπάλων του λιναριού(d) (Πηγή : Internet).

1.4.4 ΑΡΔΕΥΣΗ

Στην Ευρώπη, το λινάρι 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 δύναται να προκαλέσει νέα έκπτυξη δευτερευόντων στελεχών, με αποτέλεσμα την 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).

1.4.5 ΛΙΠΑΝΣΗ

1.4.5.1 Άζωτο

Η επάρκεια αζώτου αυξάνει τις αποδόσεις. Υπερβολική ποσότητα αζωτούχου λιπάνσεως ενισχύει τη φυτική αύξηση αλλά αυξάνει την ευαισθησία στις ασθένειες και στο πλάγιασμα.

1.4.5.2 Φώσφορος και Κάλιο

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

1.4.5.3 Ψευδάργυρος

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

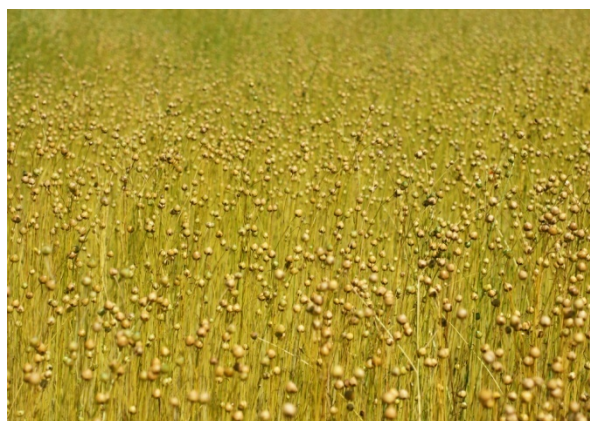
1.4.6 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Ο χρόνος συγκομιδής του λιναριού επηρεάζεται κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες αλλά 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 ποιότητά του προσδιορίζοντας την προετοιμασία του χωραφιού, την ημερομηνία σποράς και τις τεχνικές συγκομιδής) παρέχει μια διαφοροποίηση των προϊόντων σε:

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 ωριμάσει το 74% των καψών οι οποίες αποκτούν καφέ χρώμα και ακολούθως με τη μείωση της υγρασίας μπορεί να αλωνιστεί με αλωνιστική μηχανή. Η συγκομιδή γίνεται όταν πέσουν τα φύλλα 1 περίπου μήνα μετά την εμφάνιση των πρώτων ανθών. Γίνεται με μηχανικό ξερίζωμα και τα ξεριζωμένα φυτά τοποθετούνται σε ειδικούς χώρους μέχρι να ξεραθούν. Στη συνέχεια αποχωρίζονται τα περιττά σώματα και οι καρποί που περιέχουν τα ελαιώδη σπόρια και οι αποξηραμένοι βλαστοί γίνονται δεμάτια και προωθούνται για περαιτέρω επεξεργασία.

Εάν και τα φυτά και οι σπόροι είναι αρκετά ξηροί, μπορεί να γίνει θεριζοαλωνισμός. Η θεριζοαλωνιστική πρέπει να ρυθμιστεί προσεκτικά, ώστε να αποτραπεί ζημιά στο περίβλημα του σπόρου καθώς και πιθανή απώλεια των σπόρων στο έδαφος (Daun,1993).



Εικόνα 7 Καλλιέργεια λιναριού σε στάδιο ωρίμανσης (Πηγή : Internet).

1.5 ΧΡΗΣΕΙΣ

Το λινάρι (*Linum usitatissimum* L.) γενικά καλλιεργείται είτε για παραγωγή ίνας, είτε για παραγωγή σπόρου, όπου χρησιμοποιούνται ποικιλίες για παραγωγή ίνας και ποικιλίες με μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι αντίστοιχα. 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).

1.5.1 Λινάρι για ανθρώπινη κατανάλωση

Η χρήση του λιναριού ως πηγή τροφίμων και φυσικό καθαρτικό 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 λινελαϊκό οξύ (LA; C18:2 - ω-6).

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

Πίνακας 1 Τυπική περιεκτικότητα % των λιπαρών οξέων του λαδιού από λιναρόσπορο.

Τα 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). Το λινέλαιο με την προσθήκη διαφόρων αλεύρων χρησιμοποιείται σαν κτηνοτροφή αφού είναι πλούσιο σε ιχνοστοιχεία. Επίσης στη φαρμακευτική σε διάφορες παθήσεις του αναπνευστικού και του στομάχου καθώς και στην παρασκευή διαφόρων αλοιφών.

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:

1.5.2 Λινάρι για εδώδιμο λάδι

Η άμεση χρήση του μη επεξεργασμένου συμβατικού λαδιού του λιναριού στην ανθρώπινη διατροφή περιορίζεται από τη σταθερότητα των προϊόντων. Το λάδι του λιναρόσπορου (*Εικόνα 8*) 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).



Εικόνα 8 Λάδι από λιναρόσπορο
(Πηγή :Internet).

1.5.3 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 εκκοκκιστικής 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 .

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).

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 σχοιניού.

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, υφασματοεμπορίας, 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 μορισανίδες (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 τραπέζογραμμάτων 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 (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.

1.5.4 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 αποφλοίωσης 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.

1.5.5 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 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



Εικόνα 9 Διάφοροι τύποι υλικών που παράγονται από το λάδι του λιναριού (Πηγή :Internet).

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 θερμαντική αξία με το ελαφρύ κάρβουνο.

1.6 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.

1.7 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Οικολογική, βιολογική και οργανική γεωργία είναι έννοιες συνώνυμες. Χαρακτηρίζουν τον ίδιο επιστημονικό κλάδο και υποδηλώνουν βασικές και τυπικές πλευρές μιας γεωργίας η οποία είναι ιδιαίτερα φιλική προς τη φύση και το περιβάλλον. Στην Ελλάδα έχει καθιερωθεί ο όρος βιολογική γεωργία. Η λέξη «γεωργία» παραπέμπει στη φυτική παραγωγή, δηλαδή στις μεθόδους καλλιέργειας και όχι μόνο στον όρο περί γεωργίας.

Η Βιολογική Γεωργία είναι ένα σύστημα ολοκληρωμένης παραγωγής, με μειωμένους βαθμούς ελευθερίας όσον αφορά την επιλογή των εισροών των λιπάνσεων και των φυτοπροστατευτικών ουσιών, σε σχέση με τα κλασικά συστήματα ολοκληρωμένης παραγωγής (FAO 1999).

«Η οργανική γεωργία είναι ένα ολιστικό σύστημα διαχείρισης παραγωγής που προωθεί και ενισχύει την υγεία αγροοικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένης της βιοποικιλότητας, τους βιολογικούς κύκλους και την εδαφική βιολογική δραστηριότητα.»(IFOAM)

Η Βιολογική Γεωργία και Κτηνοτροφία είναι η περισσότερο συμβατή με το περιβάλλον μορφή γεωργίας και εκτροφής ζώων και δε σημαίνει μόνο απαγόρευση στη χρήση συνθετικών αγροχημικών και αλληλοπαθητικών φαρμάκων. Είναι μια ολιστική φιλοσοφική προσέγγιση, με στόχους την παραγωγή γεωργικών προϊόντων χωρίς χημικά κατάλοιπα και την ανάπτυξη μεθόδων παραγωγής φιλικών προς το περιβάλλον με έμφαση στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους (FAO 1999).

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 γεωργίας απαιτούνται πρότυπα και κανόνες.

Με τις μεθόδους που εφαρμόζει η βιολογική καλλιέργεια, πρέπει να διατηρείται η λειτουργία του οικοσυστήματος και να προστατεύονται οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι πρώτες ύλες.

1.8 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Όταν μιλάμε για γονιμότητα εδάφους πρέπει να διευκρινίζουμε εάν εννοούμε τη χημική γονιμότητα, τη βιολογική γονιμότητα ή τη φυσική γονιμότητα. Η βιολογική γονιμότητα είναι εξίσου σημαντική όπως και η χημική, (Edwards, 1981, Scheu, 1987 και Stamatiadis et al., 1994) και αυτό διότι: Η λειτουργία των έμβιων οργανισμών στο έδαφος συνεπάγεται κινητοποίηση θρεπτικών στοιχείων, οι έμβιοι οργανισμοί συμβάλλουν στην καλή δομή του εδάφους, δημιουργούν καλύτερες συνθήκες αερισμού και συγκράτησης του ύδατος και τέλος μετά το πέρας της ζωής τους διατηρούν το επίπεδο του χούμου στους βαθύτερους ορίζοντες του εδάφους (Gisi, 1997, Trolldenier, 1971).

Όσον αφορά στα ψυχανθή, κατέχουν σημαντικό ρόλο στα πλαίσια ενός συστήματος βιολογικής καλλιέργειας (χλωρή λίπανση, κάλυψη καλλιεργειών), διότι μειώνουν τις ανάγκες λίπανσης με άζωτο με προϋπόθεση βέβαια να αζωτοδεσμεύουν (Μπιλάλης *et al.*, 2006).

1.9 ZIZANIA

Επιτυχής θεωρείται ο έλεγχος της συνοδευτικής χλωρίδας (ζιζάνια), όταν η παρουσία της είναι τέτοια ώστε να μην απειλείται το όριο ανεκτικότητας της φυτείας. Στη βιολογική καλλιέργεια, σε σύγκριση με τη συμβατική καλλιέργεια, το ύψος των προσδοκώμενων αποδόσεων είναι χαμηλότερο λόγω κυρίως της μεγαλύτερης πίεσης που ασκούν τα ζιζάνια στην καλλιέργεια. Όμως η παρουσία των ζιζανίων έχει και θετικές επιδράσεις όπως:

- Αλλοίωση του χαρακτήρα της μονοκαλλιέργειας
- Εδαφοκάλυψη και σκίαση
- Αύξηση της βιοποικιλότητας της πανίδας
- Εναλλακτική τροφή ωφέλιμων οργανισμών

- Συμβολή στην οργανική ουσία του εδάφους
- Προώθηση των αλληλοπαθητικών επιδράσεων στα καλλιεργούμενα φυτικά είδη

Γι' αυτόν το λόγο, τα ξένα φυτικά είδη σε μία φυτεία δεν αντιμετωπίζονται αποκλειστικά ως εχθροί της καλλιέργειας, διότι μια ορισμένη πυκνότητά τους σε κάποιες καλλιέργειες συνοδεύεται από θετικές αντιδράσεις των φυτών της κύριας καλλιέργειας. Τα διαθέσιμα στη βιολογική καλλιέργεια, μέχρι τη στιγμή αυτή μέτρα είναι τα προληπτικά, όπως ο σχηματισμός αμειψισποράς, μέτρα υγιεινής, κατεργασία εδάφους, επιλογή ποικιλίας και η λίπανση.

Τα άμεσα μέτρα ελέγχου των ζιζανίων είναι τα μηχανικά με τη βοήθεια σβαρνών και άλλων σκαλιστικών μηχανημάτων. Θερμικά μέτρα ελέγχου των ζιζανίων, όπως μεταχείριση με υπέρυθρη ακτινοβολία και φλόγιστρα, εφαρμόζονται κυρίως στα κηπευτικά και αυτό όταν τα άμεσα μηχανικά μέτρα δεν κρίνονται επαρκή. Για τον αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων, τα γενικά προφυλακτικά μέτρα που συνιστώνται είναι :

- Αποφυγή μεταφοράς πολλαπλασιαστικών οργάνων από ανεπιθύμητα φυτικά είδη
- Πλήρη αποσύνθεση των πολλαπλασιαστικών οργάνων
- Χρησιμοποίηση υποστρώματος με τα φυτά της μεταφύτευσης απαλλαγμένα από ζιζάνια
- Χρησιμοποίηση σπόρου ελεύθερου από ξένες ύλες

Έμμεσες Μέθοδοι	Άμεσες Μέθοδοι
Εναλλαγή καλλιεργειών	Μηχανικός Τρόπος
Ανταγωνισμός	Βοτάνισμα
Αλληλοπάθεια	Ποικίλες Κατεργασίες
	Φρεζάρισμα
	Βούρτσες
	Επιστρώματα
Υγιεινή του χώρου	Θερμική Μέθοδος
Καθαρισμός των σπόρων	Φλόγιστρα
Απολύμανση των μηχανημάτων και των εργαλείων	Με ατμό
	Υπέρυθρες
Καλλιέργεια του εδάφους	Βιολογική Μέθοδος
Κατεργασία (αναστροφή-μη αναστροφή)	Βόσκηση με ζώα
Φωτοβιολογία	Κλασσικός βιο-έλεγχος
	Βίο-ζιζανιοκτόνα, μικροοργανισμοί ως παθογόνα των ζιζανίων
Εξέλιξη της ανταγωνιστικότητας	
Ποιότητα του σπόρου	
Μορφολογία και σθένος των ποικιλιών	
Πυκνότητα, απόσταση γραμμών, κατεύθυνση σποράς	
Στρατηγική λίπανση και άρδευση	

Πίνακας 2 Μέθοδοι μη-χημικής διαχείρισης ζιζανίων (Πηγή: Körke 2000)

1.10 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

1.10.1 ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

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

α) Αροτριά ή συμβατική κατεργασία: Χρησιμοποιείται άροτρο ή δισκάροτρο με στόχο την αναστροφή του εδάφους, την καταστροφή της βλάστησης και την ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων της επιφάνειας. Ακολουθεί δευτερογενής κατεργασία με στόχο την δημιουργία ομαλούς επιφάνειας της σποροκλίνης.

β) Μειωμένη κατεργασία: Χρησιμοποιείται φρέζα ή καλλιεργητής και σκοπός της κατεργασίας είναι η ομαλοποίηση και η αναμόχλευση της ανώτερης επιφάνειας του εδάφους, ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται ενσωμάτωση των υπολειμμάτων στο έδαφος.

γ) No-Tillage (Ακατεργασία) : Είναι το σύστημα κατεργασίας 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 όρος no-tillage στην ελληνική γλώσσα μεταφράζεται ως ακατεργασία και όχι ως ακαλλιέργεια και αυτό διότι στην ακατεργασία ο σπόρος τοποθετείται σε έδαφος όπου δεν αναμοχλεύεται μηχανικά όλη η επιφάνεια. Στην ακαλλιέργεια περιγράφεται το έδαφος όπου έχει υποστεί κατεργασία ή όχι 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 ζιζανιοκτονίας και λίπανσης (Ευθυμιάδης, 1990).

1.10.2 ΠΟΡΩΔΕΣ

Κατά τη συμβατική κατεργασία παρατηρείται στο βάθος κατεργασίας αύξηση του πορώδους σε σχέση με την ελάχιστη κατεργασία. Όμως κάτω από το βάθος αυτό παρατηρείται αύξηση της αντίστασης του εδάφους στη διείσδυση. (Hermawen & Cameron, 1993).

Τα φυτικά υπολείμματα όπως και η εδαφοκατεργασία, προκαλούν αύξηση του μακροπορώδους. Όσο συχνότερα γίνεται κατεργασία του εδάφους με τα γεωργικά μηχανήματα, τόσο περισσότεροι μακροπόροι καταστρέφονται μειώνοντας παράλληλα και το ολικό πορώδες (Alakukku, 1996). Η μείωση που παρατηρείται στους μακροπόρους οφείλεται στο βάρος των γεωργικών μηχανημάτων όπως επίσης και από το βάρος των ελαστικών.

1.10.3 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το έδαφος, από τις παρακαταθήκες του, εφοδιάζει τα φυτά με τα απαραίτητα ανόργανα στοιχεία όπως: άζωτο (N), φώσφορο (P), κάλιο (K), ασβέστιο (Ca) και με ιχνοστοιχεία: σίδηρος (Fe), ψευδάργυρο (Zn), βόριο (Bo), μολυβδαίνιο (Mo) και αργίλιο (Al). Στο έδαφος διακρίνουμε α) εφεδρικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, β) εύκολα αφομοιώσιμες ή ανταλλάξιμες μορφές και γ) στοιχεία διαλυτά στο εδαφοδιάλυμα. Όσον αφορά το άζωτο, το μεγαλύτερο ποσοστό του απαντάται στο ανώτερο έδαφος και από αυτό μέχρι 95% στο χούμο.

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. Γι αυτό ο μεταβολισμός του αζώτου συνδέεται άμεσα με τις μεταβολές της οργανικής ουσίας του εδάφους. Σε δυο εποχές αναμένονται υψηλές συγκεντρώσεις $\text{NO}_3 - \text{N}$ στο εδαφοδιάλυμα : η πρώτη την άνοιξη και η δεύτερη το φθινόπωρο.

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).

1.11 ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ

Μυκόρριζα καλείται η συμβιωτική δράση ρίζας και μύκητα. Η προσφορά του μύκητα σε αυτήν τη συμβίωση είναι ότι αυξάνεται η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα έως και 20%, βοηθά στην απορρόφηση συγκεκριμένων στοιχείων όπως P, Cu, Zn και αφού εισχωρεί στο μικροπορώδες απορροφά νερό. Το φυτό διαθέτει ενέργεια στο μύκητα αλλά και C μέσω των φωτοσυνθετικών ουσιών.

Η μυκόρριζα διακρίνεται σε δυο μορφές: την Εκτομυκόρριζα και την Ενδομυκόρριζα. Στην Εκτομυκόρριζα, ο μύκητας δημιουργεί έναν μανδύα γύρω από την επιφάνεια της ρίζας και εισχωρεί ανάμεσα από τα κύτταρα του φλοιού, δημιουργώντας το δίκτυο Hartig. Το δίκτυο Hartig ιδιότητα να παράγει αντιβιοτικά, να αυξάνει την απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα αλλά και να προστατεύει τη ρίζα από άλλους επικίνδυνους μύκητες.

Στην Ενδομυκόρριζα, ο μύκητας προσβάλλει τα κύτταρα της ρίζας και δημιουργεί μια πιο στενή σχέση καθώς οι υφές του μύκητα κινούνται και μέσα στα κύτταρα του φλοιού της ρίζας και δημιουργούν ιστολογικές μορφές στο κυτταρόπλασμα των κυττάρων της ρίζας.

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 κ.α., 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).

1.12 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Όσον αφορά την βιολογική καλλιέργεια του φυτού του λιναριού, δεν υπάρχουν δεδομένα στην Ελλάδα, γεγονός που προκύπτει έπειτα από επικοινωνία με τους φορείς πιστοποίησης οι οποίοι δεν έχουν πιστοποιήσει ουδέποτε βιολογικό λινάρι. Το παρόν πείραμα αποτελεί μια δεύτερη προσέγγιση του θέματος. Η πρώτη προσέγγιση έγινε στη μεταπτυχιακή μελέτη της συναδέλφου Αθανασοπούλου Μ. που διενεργήθηκε το 2010, με τίτλο « Επίδραση της χλωρής λίπανσης και του συστήματος κατεργασίας στην ανάπτυξη και απόδοση του λιναριού».

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 διεξαγωγή του πειράματος, εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός, στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, του εργαστηρίου Γεωργίας ($37^{\circ} 59'01.83''$ N, $23^{\circ} 42'07.37''$ E, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας) ο οποίος δέχεται διαχείριση ως βιολογικός αγρός από το 1995. Εγκαταστάθηκε η καλλιέργεια του φυτού του λιναριού κατά τη χρονική περίοδο 29η Μαρτίου 2010 έως και 1^η Ιουλίου.



Εικόνα 10 Ο πειραματικός αγρός (Πηγή :προσωπικό αρχείο)

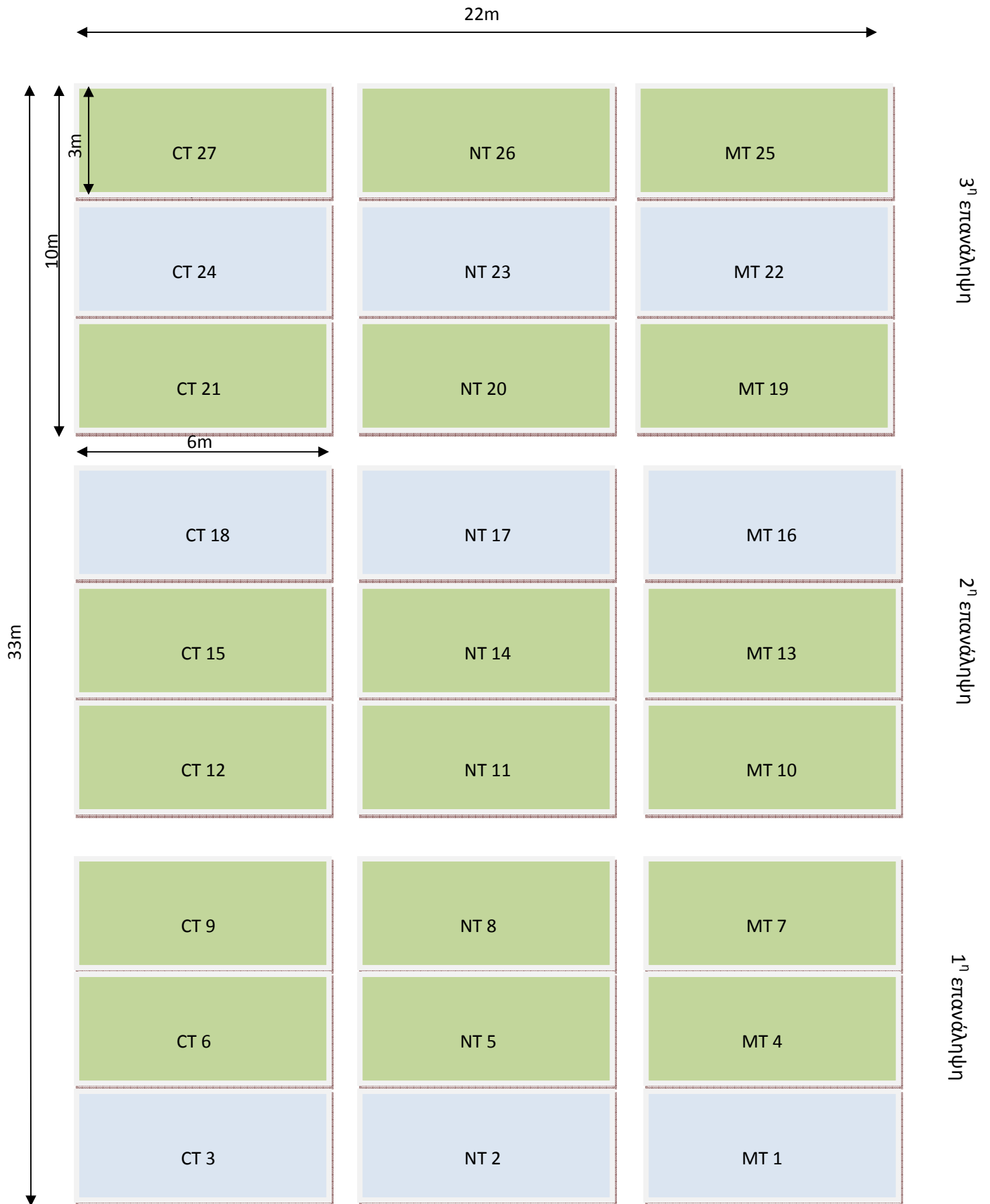
2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

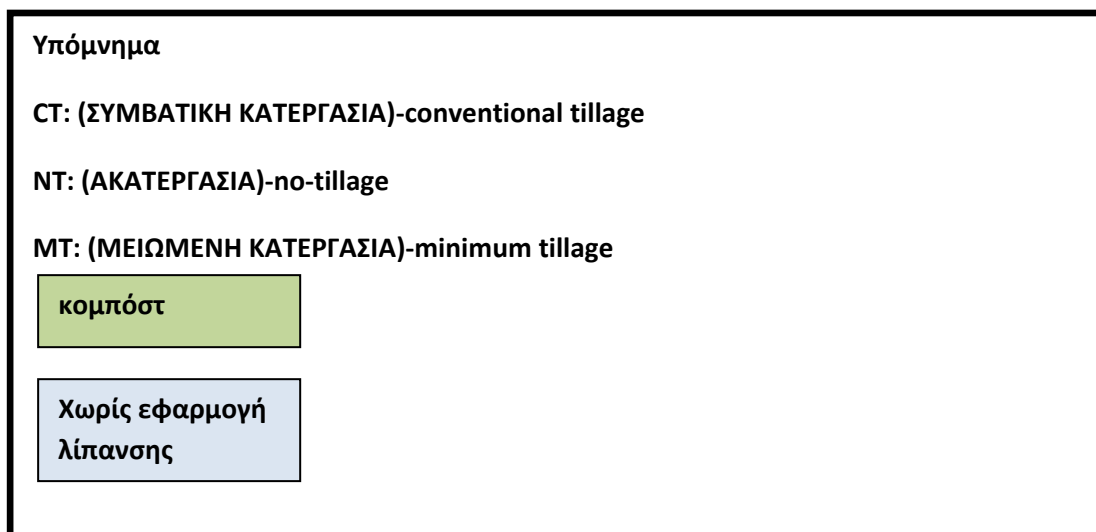
Ακολουθήθηκε σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 3 επαναλήψεις, 3 κύρια τεμάχια (διαφορετική κατεργασία εδάφους): α) Καλλιεργητής και φρέζα, β) Φρέζα, γ) Άροτρο και Φρέζα και 3 υποτεμάχια. Ο συνολικός αριθμός των υποτεμαχίων ήταν είκοσι επτά.

Κάθε κύριο τεμάχιο είχε εμβαδό 60 m² ενώ κάθε υποτεμάχιο είχε εμβαδό 18 m². Συνολικά υπήρχαν 9 υποτεμάχια σε κάθε επανάληψη. Η συνολική επιφάνεια του αγρού ήταν 33m X 22m =726m².

2.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ

Πολλές φορές για διάφορες αιτίες δεν γίνεται να εφαρμοστεί στην πράξη η πλήρης τυχαιοποίηση όλων των πειραματικών επεμβάσεων σε κάθε επανάληψη. Γι αυτό το λόγο, καταφεύγουμε σε ένα σχέδιο σύμφωνα με το οποίο μεγάλα πειραματικά τεμάχια (κύρια), που δέχονται μία επέμβαση, διαιρούνται σε υποτεμάχια στα οποία εφαρμόζονται επεμβάσεις άλλων επί πλέον παραγόντων. Το συγκεκριμένο σχέδιο παρουσιάζει διάφορα πλεονεκτήματα, όπως το γεγονός ότι οι υπό-ομάδες μπορεί να είναι σχετικά μικρές ανεξάρτητα από το αν οι κύριες μονάδες και για τους δυο παράγοντες πρέπει να είναι μεγάλες. Στο Σχέδιο Υποδιαιρεμένων Τεμαχίων, οι αλληλεπιδράσεις των δυο παραγόντων υπολογίζονται με μεγάλη ευαισθησία. Όμως, οι επιδράσεις των κυρίων παραγόντων εκτιμούνται με λιγότερη ευαισθησία από ότι στο σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι η ανάλυση στο συγκεκριμένο πειραματικό σχέδιο είναι κάπως δύσκολη.





Σχήμα 1 Ο πειραματικός αγρός

2.3 ΕΔΑΦΟΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ- ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Το έδαφος του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, έπειτα από ανάλυση, χαρακτηρίζεται ως αργιλλοπηλώδες (CL) έχοντας υπόψη 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 Σύνταξη	ClayLoam	Αργιλλοπηλώδες (CL)

Πίνακας 3 Ανάλυση εδάφους του πειραματικού αγρού

Στον πειραματικό αγρό εφαρμόστηκαν τρία είδη κατεργασίας του εδάφους.

- Κατά την πρώτη εδαφοκατεργασία, (MT-Μειωμένη Κατεργασία), χρησιμοποιήθηκε καλλιεργητής με βάθος κατεργασίας 30 cm περίπου και στη συνέχεια εφαρμόστηκε το μηχάνημα της φρέζας στα 5 cm περίπου με σκοπό να ανέβουν τα φυτικά υπολείμματα στην επιφάνεια του εδάφους (*εικόνα 11*).
- Στην δεύτερη εδαφοκατεργασία, (NT-Ακατεργασία), χρησιμοποιήθηκε μόνο το μηχάνημα της φρέζας σε βάθος μικρότερο των 5cm και η εφαρμογή έγινε με μεγάλη ταχύτητα ώστε να είναι εύκολη η σπορά και να υπάρχουν αρκετά φυτικά υπολείμματα στην επιφάνεια του αγρού (*εικόνα 12*).
- Κατά την τρίτη εδαφοκατεργασία, (CT-Συμβατική Κατεργασία), έγινε χρήση αρότρου σε βάθος 25cm περίπου και στη συνέχεια εφαρμόστηκε το μηχάνημα της φρέζας (*εικόνα 13*).

Για να δημιουργηθούν τα κύρια τεμάχια αλλά και τα υποτεμάχια του πειράματος, κάναμε χάραξη γραμμών σποράς με γραμμοχαράκτη. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 30 cm. Για να επιτευχθεί μεγάλη ακρίβεια των αποτελεσμάτων, η σπορά έγινε με τα χέρια.



Εικόνα 11 Εφαρμογή μηχανήματος καλλιεργητή στον αγρό (Πηγή :προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 12 Εφαρμογή μηχανήματος φρέζας στον αγρό (Πηγή : προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 13 Εφαρμογή μηχανήματος αρότρου στον αγρό (Πηγή :προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 14 Χρήση γραμμοχαράκτη, για τη δημιουργία των γραμμών σποράς
(Πηγή : προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 15 Γραμμές σποράς (Πηγή : προσωπικό αρχείο).

2.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Από την σπορά του λιναριού έως και την ωρίμανση του φυτού του λιναριού, για όλη την διάρκεια παραμονής του πειράματος στον αγρό, εφαρμόστηκαν 8 ποτίσματα. Ως σύστημα άρδευσης, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα της τεχνητής βροχής. Πρέπει βέβαια να σημειωθεί σε αυτό το σημείο, πως σε αρκετά τακτά χρονικά διαστήματα εφαρμόζονταν σκαλίσματα και βοτανίσματα με σκοπό να μειωθεί ο πληθυσμός των ζιζανίων, που είναι αρκετά απειλητικός για την καλλιέργεια του φυτού του λιναριού.

2.5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

2.5.1 ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ

Πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις όσον αφορά το υπέργειο τμήμα του λιναριού. Η πρώτη μέτρηση έγινε 38 ΗΑΣ (Ημέρες μετά τη σπορά), η δεύτερη μέτρηση έγινε 45 ΗΑΣ και η τελευταία μέτρηση έγινε 53 ΗΑΣ, πριν το στάδιο της ωρίμανσης.

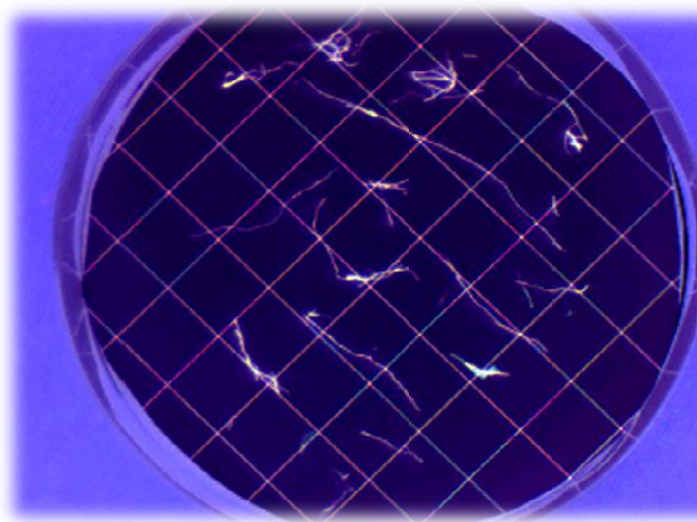
Σε όλες τις μετρήσεις που έγιναν, ελέγχθηκαν τα εξής:

- **ΥΨΟΣ:** Οι μετρήσεις σχετικά με το ύψος των φυτών πραγματοποιήθηκαν σε κάθε υποτεμάχιο, σε φυτά που υπήρχαν σε απόσταση 1 m, στις 38 ΗΑΣ, στις 45 ΗΑΣ και στις 53 ΗΑΣ αντίστοιχα.
- **ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ:** Πραγματοποιήθηκε κοπή 10 φυτών από κάθε υποτεμάχιο (στο σημείο του λαιμού) στις 45 ΗΑΣ.
- **ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ:** Στις 47 ΗΑΣ, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε κλίβανο, σε θερμοκρασία 65 ° C για 24 ώρες. Έπειτα ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους.
- **ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ:** Στις 82 ΗΑΣ, μετρήθηκε η πυκνότητα των φυτών σε κάθε υποτεμάχιο.

2.5.2 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Όσον αφορά το ριζικό σύστημα, πραγματοποιήθηκε μία τυχαία δειγματοληψία, στις 8 Ιουνίου 2010, 72 ΗΑΣ (ημέρες από τη σπορά). Η δειγματοληψία έγινε με σιδερένιο κύλινδρο όγκου 100cm³ αφαιρώντας από τον αγρό δείγματα εδάφους με ριζικό σύστημα. Έπειτα προστέθηκε νερό με πολυμεταφωσφορικό Νάτριο ώστε να διευκολυνθεί η εξαγωγή των ριζών. Στη συνέχεια, περάσαμε τα δείγματα του εδάφους από 2 κόσκινα με διαφορετική διάμετρο και η συλλογή των ριζών έγινε με τη χρήση λαβίδων.

- **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑΣ:** Στις 72 ΗΑΣ, συλλέχθηκε ένα δείγμα από τις ρίζες, το οποίο δέχθηκε χρώση με trypan blue σε λακτοφενόλη, σύμφωνα με τη μέθοδο των Phillips & Hayman (1970) και με αυτό τον τρόπο υπολογίστηκε το ποσοστό αποικισμού της ρίζας με στερεοσκόπιο και τη βοήθεια του προγράμματος Motic Image Plus 2.0 (2009)(Giovannetti & Mosse, 1980).



ιού

2.5.3 ΛΑΔΙ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

2.5.3.1 Βάρος 1000 σπόρων

Σε ζυγαριά ακριβείας, ζυγίστηκαν 50 σπόροι και το αποτέλεσμα πολλαπλασιάστηκε επί 20 .

2.5.3.2 Περιεκτικότητα σε λάδι

Ακολουθήσαμε ένα πρωτόκολλο ανάλυσης για να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα σε λάδι. Απομακρύναμε όλες τις ξένες ύλες από το σπόρο του λιναριού, ο οποίος αποξηράθηκε για 12 ώρες σε θερμοκρασία 105° C σε πυριαντήριο και μετά συνθλίβεται 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 με συγκεκριμένη διαδικασία: η σκόνη του λιναρόσπορου (10gr) αναμιγνύεται με τον διαλύτη για να πραγματοποιηθούν 3 εκχυλίσεις. Το διάλυμα συλλέγεται σε κωνική φιάλη, η οποία τοποθετείται σε λουτρό υπερήχων με ελεγχόμενη θερμοκρασία. Έπειτα από 10 λεπτά πραγματοποιείται 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).

Οι μετρήσεις για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας σε λάδι, έλαβαν χώρα στο Εργαστήριο Χημείας του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκησης Αγροτικών Εκμεταλλεύσεων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, στο Αγρίνιο.



Εικόνα 17 Η συσκευή υπερήχων που χρησιμοποιείται για την παραλαβή του λινελαίου.

2.5.3.3 Απόδοση σε σπόρο

Πραγματοποιήθηκε συγκομιδή ενός m^2 ανά υποτεμάχιο σε ολόκληρο τον πειραματικό αγρό.

2.5.3.4 Απόδοση σε λάδι

Βάση της στρεμματικής απόδοσης και την περιεκτικότητα σε λάδι υπολογίσαμε την απόδοση του λαδιού από τον εξής τύπο:

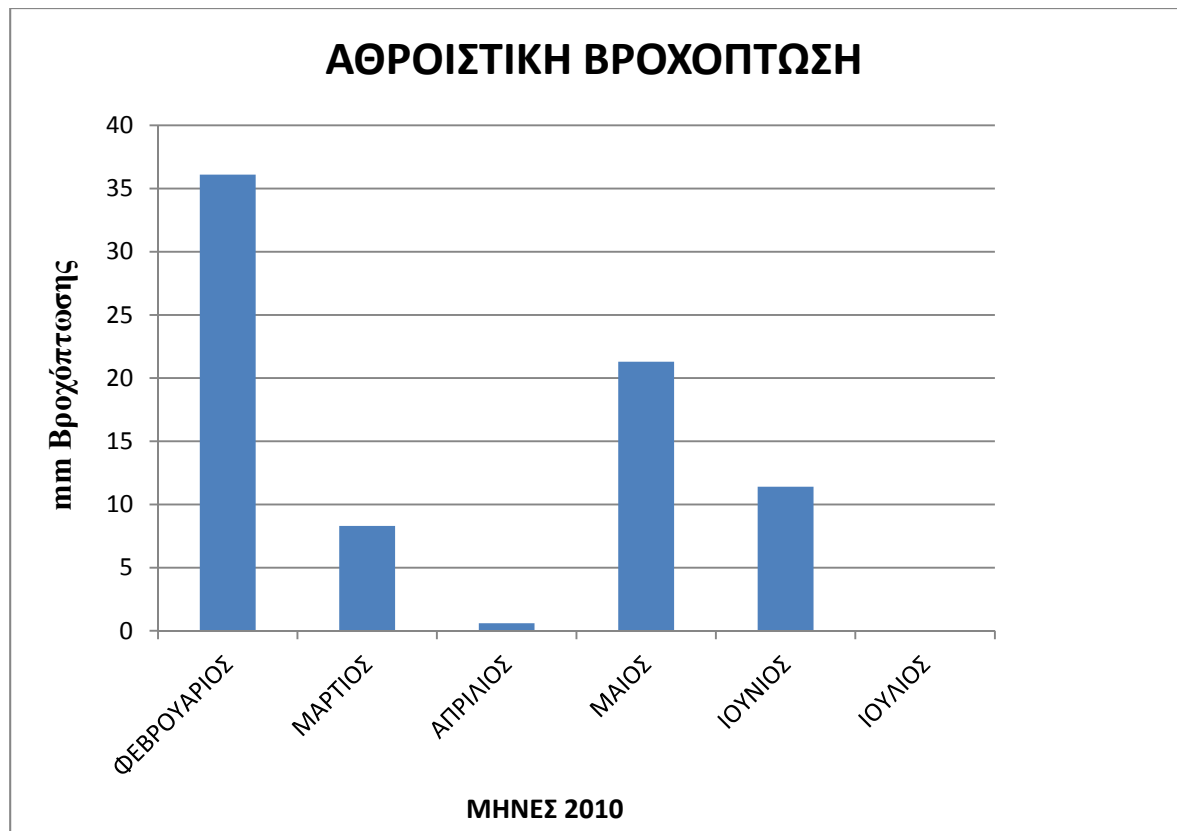
$$\text{Απόδοση σε λάδι} = \% \text{ Λάδι} * \text{Απόδοση σε σπόρο (kg/στρ.)}$$

2.6 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Παρατίθενται η διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας και η κατανομή της βροχόπτωσης καθ' όλο το διάστημα διεκπεραίωσης του πειράματος, για το ακριβές διάστημα 29 Μαρτίου έως και 1 Ιουλίου 2010 (Διαγράμματα 1 και 2).



Διάγραμμα 1 Η διακύμανση της θερμοκρασίας (μέγιστη- ελάχιστη) για τη χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος (Πηγή :Εργαστήριο Γεωργίας).



Διάγραμμα 2 Η διακύμανση της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος (Πηγή: Εργαστήριο Γεωργίας).

2.7 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Οι συγκρίσεις μέσω υπολογίστηκαν με τη βοήθεια του κριτηρίου ΕΣΔ για επίπεδο 5%. Το ίδιο κριτήριο χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση διασποράς αλλά και για τις συγκρίσεις. Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήσαμε είναι το Statistica (Stat Soft 1996).

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΜΕΡΟΣ

3.1.1 ΥΨΟΣ

Το ύψος των φυτών μετρήθηκε σε τρεις ημερομηνίες, σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης. Σύμφωνα με τον πίνακα 1, που αφορά τη μέτρηση 38 ημέρες από τη σπορά, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας του εδάφους.

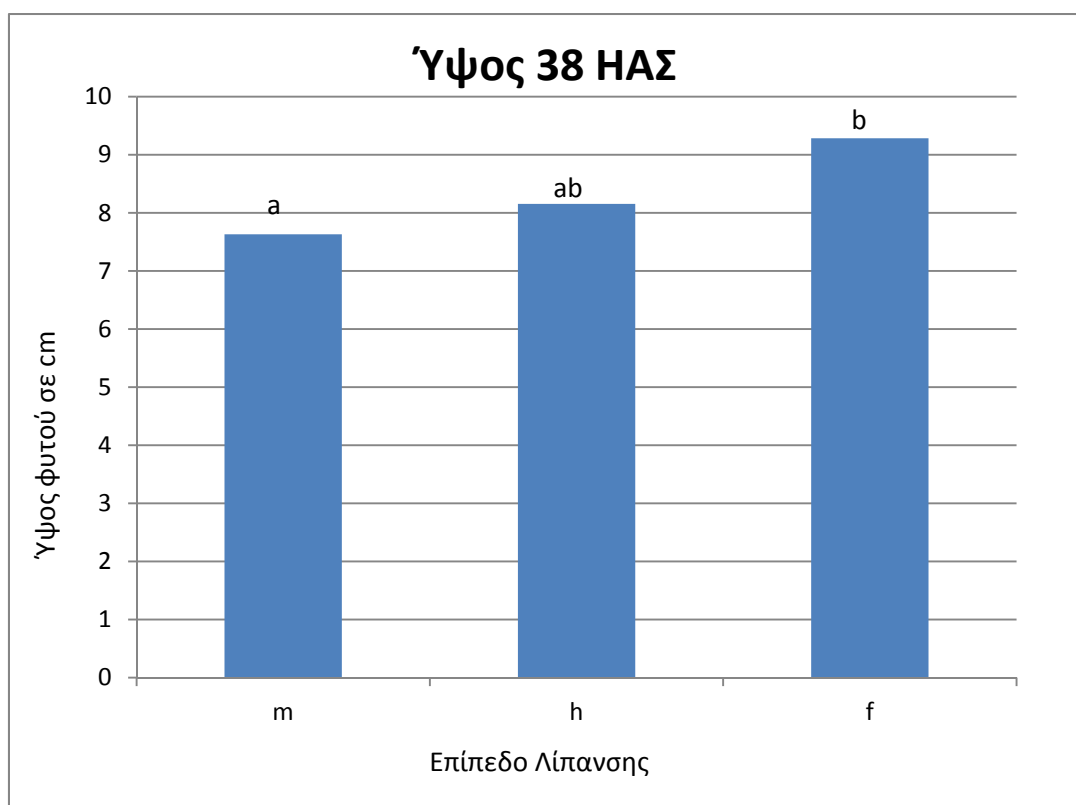
Ο παράγοντας κατεργασία, δεν επέδρασε στατιστικά σημαντικά ($F=2,578$, $p=0,190797$) στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του ύψους των φυτών στις 38 ΗΑΣ.

Η λίπανση, είχε σημαντικά στατιστική επίδραση στο ύψος των φυτών του λιναριού στις 38 ΗΑΣ ($F=51,696$, $p=0,000027$). Επίσης, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ εδαφοκατεργασίας και λίπανσης ($F=3,464$, $p=0,063431$).

Το μεγαλύτερο ύψος φυτών του λιναριού μετρήθηκε στην εφαρμογή λίπανσης με 200kg κομπόστ με τιμή ύψους 14.53cm. Όσον αφορά την εφαρμογή λίπανσης με 100 kg κομπόστ, η μεγαλύτερη τιμή ύψους ήταν 13,51cm. Τέλος, στη θέση των τεμαχίων χωρίς εφαρμογή λίπανσης, η μεγαλύτερη τιμή ύψους φυτών ήταν 11,71cm (Διάγραμμα 3).

Πίνακας 4 Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 38 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Υψος φυτού 38 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	16,25678	2	32,51356	2,57872	0,190797
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	6,428459	2	12,85692	51,69611	0,000027
ΚΑΤΕΡΓ.*ΛΙΠΑΝΣΗ	0,430870	4	1,723482	3,464955	0,063431



Διάγραμμα 3 Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 38 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5% ,f:200kg κομπόστ/στρ, h:100kg κομπόστ/στρ, m:χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 3, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με 200kg κομπόστ, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης. Επίσης, δεν παρουσιάζεται καμία στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων 200kg και 100kg στα υποτεμάχια όπως και μεταξύ των υποτεμαχίων όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100kg και σε αυτά όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης.

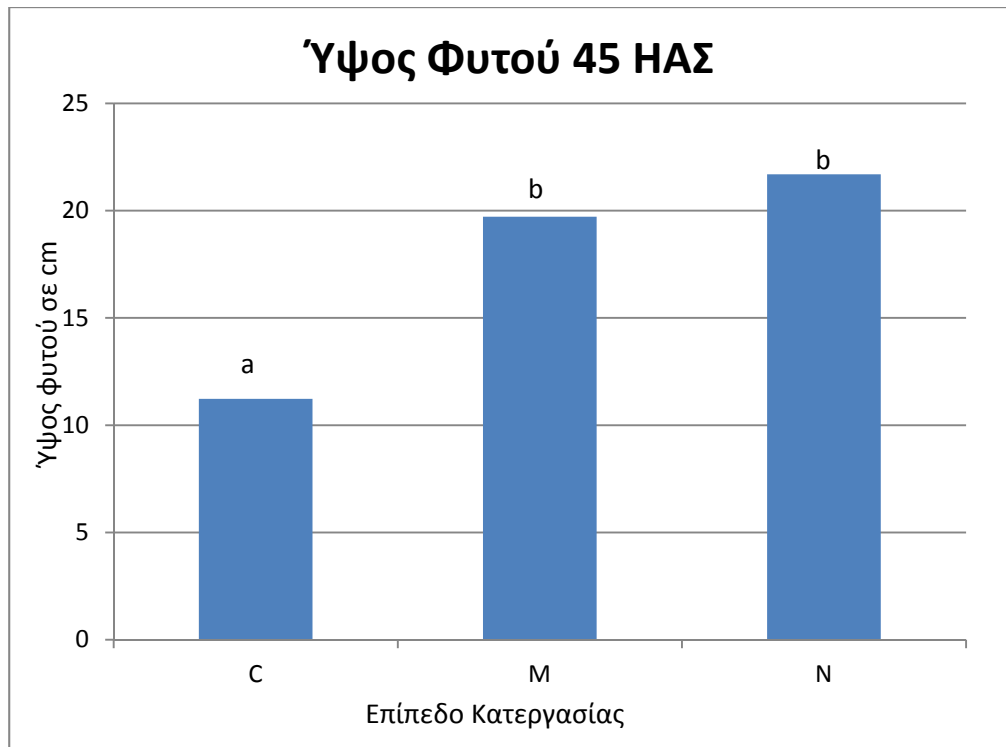
Τα υψηλότερα φυτά όσον αφορά την πρώτη μέτρηση ύψους των φυτών του λιναριού, εντοπίστηκαν στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί επίπεδο λίπανσης 200kg και τα λιγότερο ψηλά φυτά λιναριού μετρήθηκαν στα τεμάχια όπου δεν είχε εφαρμοστεί κανένα επίπεδο λίπανσης.

Σύμφωνα με τη δεύτερη μέτρηση ύψους του φυτού λιναριού και την ανάλυση διασποράς που παρατίθεται στον πίνακα 5, παρατηρούμε πως η κατεργασία όπως και η λίπανση είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στο ύψος των φυτών, με ($F=79,073$, $p=0,000609$) και ($F=24,881$, $p=0,000368$) αντίστοιχα. Επίσης πρέπει να σημειωθεί πως δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ κατεργασίας και λίπανσης ($F=0,421$, $p=0,789119$).

Πίνακας 5 Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ύψος φυτού 45 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	278,2879	2	556,5757	79,07316	0,000609
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	30,95054	2	61,90109	24,88169	0,000368
ΚΑΤΕΡΓ.*ΛΙΠΑΝΣΗ	0,524756	4	2,099022	0,421860	0,789119

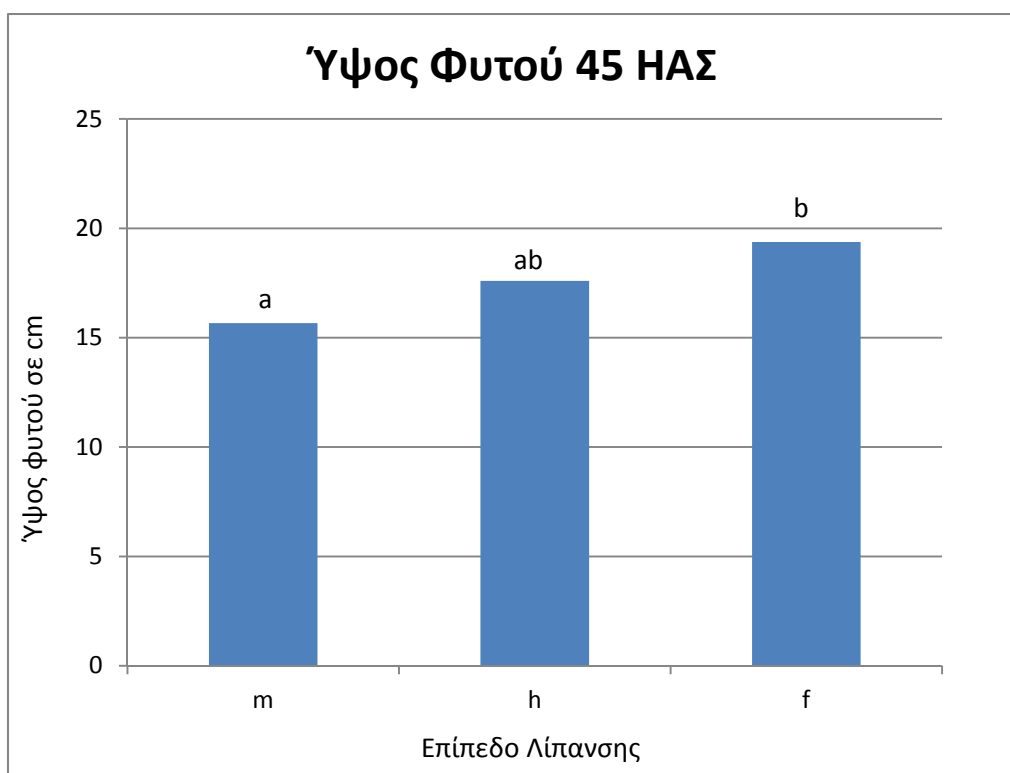
Στην δεύτερη μέτρηση ύψους φυτών του λιναριού, στις 45 ΗΑΣ, το μεγαλύτερο ύψος φυτών μετρήθηκε στην λίπανσης με 200kg κομπόστ, με τιμή ύψους 27cm. Στην εφαρμογή λίπανσης με 100kg κομπόστ, η μεγαλύτερη τιμή ύψους ήταν 23,65cm. Τέλος, στα τεμάχια όπου δεν εφαρμόστηκε λίπανση, η μέγιστη τιμή ύψους ήταν 21,48cm (Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, C:συμβατική κατεργασία, M:ελάχιστη κατεργασία, N:ακατεργασία).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 4, τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το σύστημα της ακατεργασίας, παρουσιάζουν σημαντική στατιστική διαφορά με εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας. Σημαντική στατιστική διαφορά παρουσιάζεται μεταξύ των τεμαχίων όπου εφαρμόστηκε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας με τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε συμβατική κατεργασία. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι μεταξύ των συστημάτων ακατεργασίας και μειωμένης κατεργασίας, δεν σημειώθηκε σημαντική στατιστική διαφορά.

Τα τεμάχια του αγρού στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της ακατεργασίας, είχαν το μεγαλύτερο ύψος όσον αφορά την δεύτερη μέτρηση του ύψους. Ακολουθεί το σύστημα μειωμένης κατεργασίας και τέλος, τις χαμηλότερες μετρήσεις για την δεύτερη μέτρηση του ύψους του λιναριού, τις έδωσαν τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας.



Διάγραμμα 5 Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f:200kg κομπόστ/στρ, h:100kg κομπόστ/στρ, m: :χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

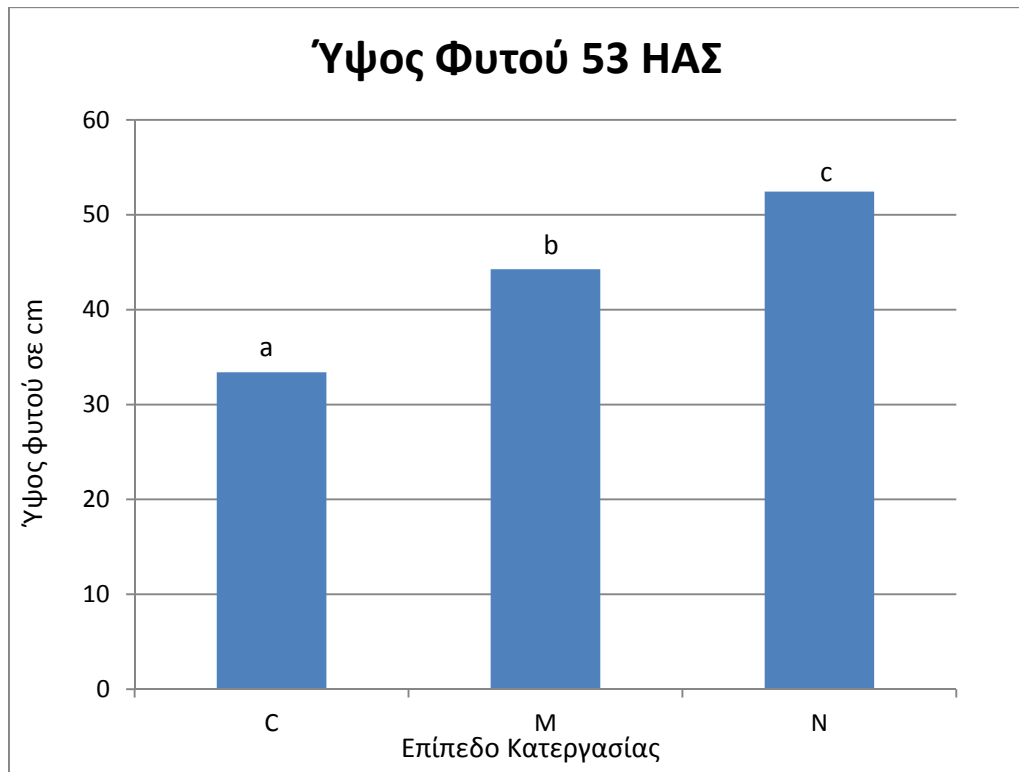
Σύμφωνα με το διάγραμμα 5, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με 200Kg κομπόστ, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης. Επίσης, δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων 200kg και 100kg στα υποτεμάχια όπως και μεταξύ των υποτεμαχίων όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100kg και σε αυτά όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης.

Τα υψηλότερα φυτά όσον αφορά την τρίτη μέτρηση ύψους των φυτών του λιναριού, εντοπίστηκαν στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί επίπεδο λίπανσης 200kg και τα λιγότερο ψηλά φυτά λιναριού μετρήθηκαν στα τεμάχια όπου δεν είχε εφαρμοστεί κανένα επίπεδο λίπανσης.

Η τρίτη μέτρηση του ύψους φυτών του βιολογικού λιναριού, πραγματοποιήθηκε στις 53 ΗΑΣ. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 6, παρατηρήθηκε πως ο παράγοντας κατεργασία επέδρασε στατιστικά σημαντικά στο ύψος των φυτών του βιολογικού λιναριού ($F=50,442$, $p=0,001454$). Η λίπανση είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στο ύψος των φυτών του λιναριού ($F=31,506$, $p=0,000161$). Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ κατεργασίας και λίπανσης ($F=1,703$, $p=0,241504$).

Πίνακας 6 Ανάλυση διασποράς για το ύψος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 53 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

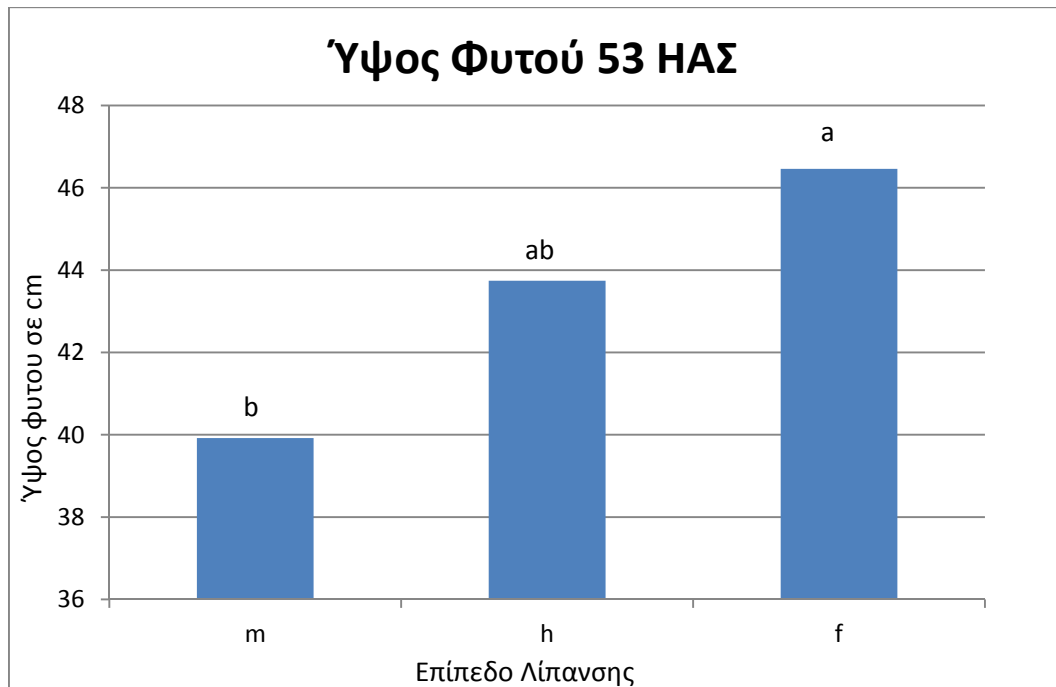
Ύψος φυτού 53 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	821,3773	2	1642,755	50,44261	0,001454
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	97,21636	2	194,4327	31,50643	0,000161
ΚΑΤΕΡΓ.*ΛΙΠΑΝΣΗ	5,256704	4	21,02682	1,703622	0,241504



Διάγραμμα 6 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 53 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, C:συμβατική κατεργασία, M:ελάχιστη κατεργασία, N:ακατεργασία).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 6, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε σύστημα ακατεργασίας, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε σύστημα συμβατικής κατεργασίας και με εκείνα όπου εφαρμόστηκε σύστημα μειωμένης κατεργασίας.

Τα τεμάχια του αγρού στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της ακατεργασίας, είχαν το μεγαλύτερο ύψος όσον αφορά την τρίτη μέτρηση του ύψους. Ακολουθεί το σύστημα μειωμένης κατεργασίας και τέλος, τις χαμηλότερες μετρήσεις για την τρίτη μέτρηση του ύψους του λιναριού, τις έδωσαν τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας.



Διάγραμμα 7 Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 53 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, *f*:200kg κομπόστ/στρ, *h*:100kg κομπόστ/στρ, *m*: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 7, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με 200Kg κομπόστ, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης. Επίσης, δεν παρουσιάζεται σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων 200kg και 100kg στα υποτεμάχια αλλά και μεταξύ των υποτεμαχίων όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100kg και σε αυτά όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης.

Τα υψηλότερα φυτά όσον αφορά την τρίτη μέτρηση ύψους των φυτών του λιναριού, εντοπίστηκαν στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί επίπεδο λίπανσης 200kg και τα λιγότερο ψηλά φυτά λιναριού μετρήθηκαν στα τεμάχια όπου δεν είχε εφαρμοστεί κανένα επίπεδο λίπανσης.

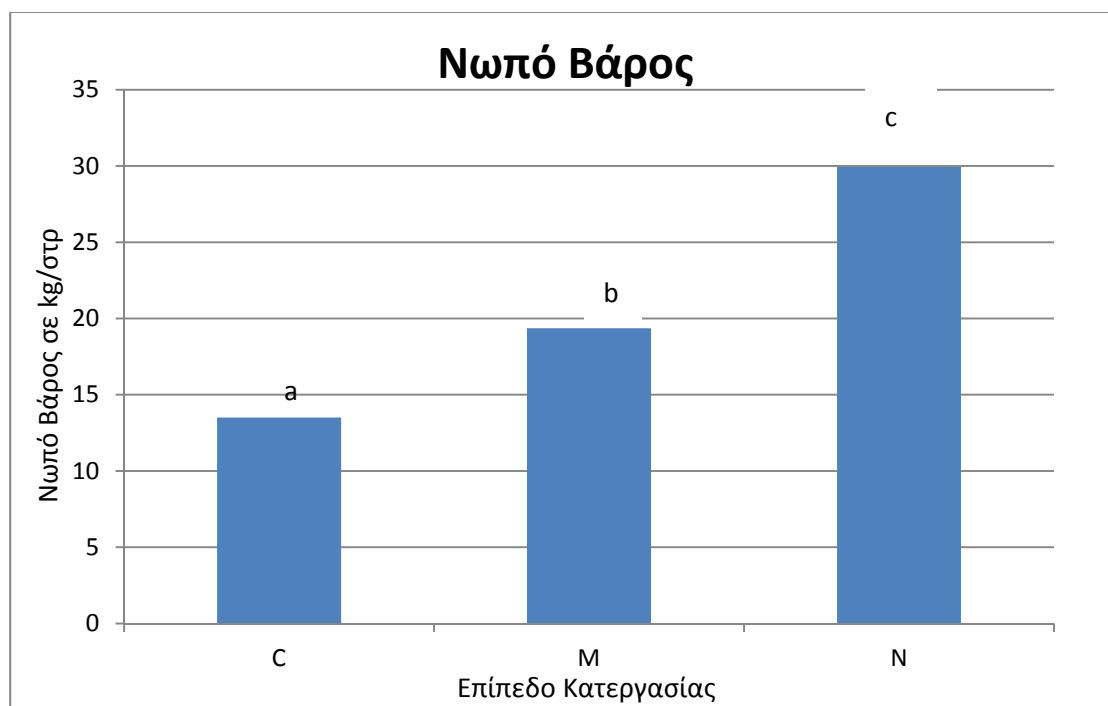
3.1.2 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΤΩΝ

Η μέτρηση για το νωπό βάρος των φυτών του βιολογικού λιναριού έγινε μία φορά στις 45 ΗΑΣ. Ο παράγοντας κατεργασία επέδρασε στατιστικά σημαντικά στο νωπό βάρος των φυτών στις 45 ΗΑΣ ($F=22,864$, $p=0,006470$). Ο παράγοντας λίπανση είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος των φυτών ($F=8,521$, $p=0,010413$). Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η επίδραση του συστήματος εδαφοκατεργασίας και της λίπανσης, στο νωπό βάρος των φυτών του λιναριού. Δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ κατεργασίας και λίπανσης ($F=0,469$, $p=0,757557$).

Πίνακας 7 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Νωπό Βάρος 45 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	624,1400	2	1248,280	22,86453	0,006470
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	109,3180	2	109,3180	8,521838	0,010413
ΚΑΤΕΡΓ.*ΛΙΠΑΝΣΗ	6,01934	4	24,0773	0,469235	0,757557

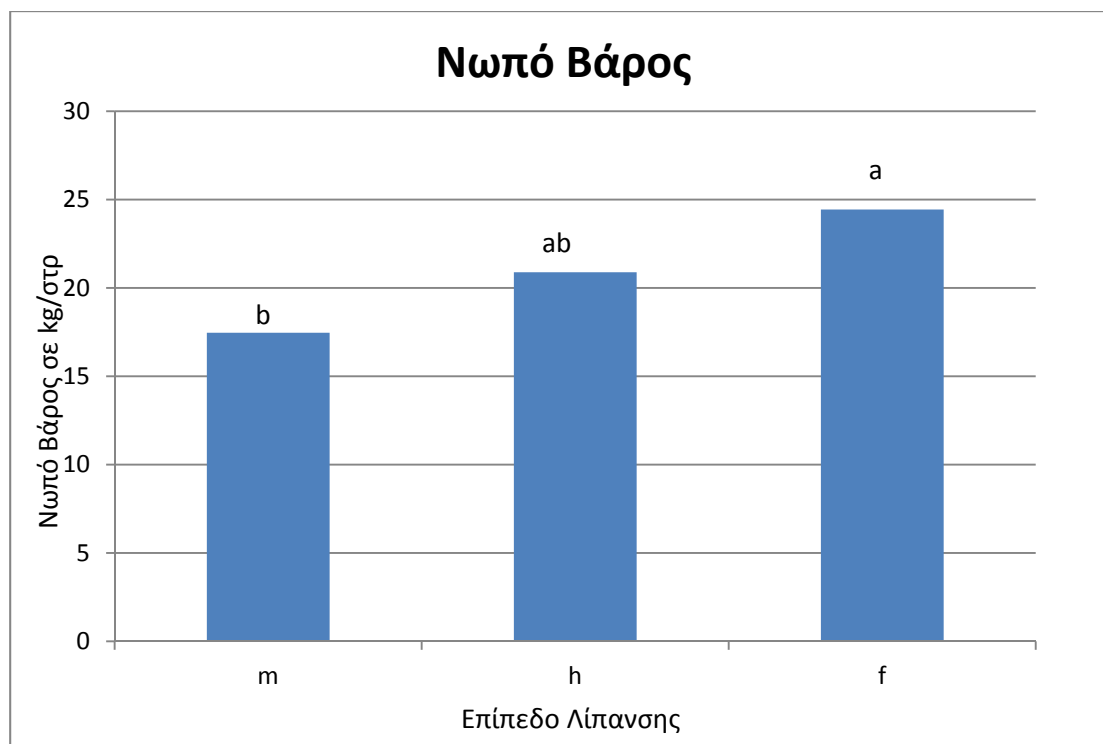
Το σύστημα της ακατεργασίας είναι εκείνο που παρουσίασε το μεγαλύτερο νωπό βάρος (35,41kg/στρ.). Αμέσως μετά ακολουθεί το σύστημα συμβατικής κατεργασίας (27,78kg/στρ.) και τέλος το σύστημα μειωμένης κατεργασίας του εδάφους (24,1 kg/στρ.). Πρέπει να σημειωθεί πως μεγαλύτερο νωπό βάρος παρουσιάστηκε σε τεμάχια του αγρού που είχε εμπλουτιστεί το έδαφος με 200kg κομπόστ (35,41Kg/στρ.). Έπειτα, στα τεμάχια του αγρού που είχαν προστεθεί 100kg κομπόστ, υπολογίστηκε νωπό βάρος των φυτών με τιμή 33,25kg/στρ. Τη χαμηλότερη τιμή νωπού βάρους υπολογίσαμε στα τεμάχια του αγρού όπου δεν είχε εμπλουτιστεί το έδαφος με κομπόστ.



Διάγραμμα 8 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο νωπό βάρος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, C:συμβατική κατεργασία, M:ελάχιστη κατεργασία, N:ακατεργασία).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 8, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε σύστημα ακατεργασίας, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε σύστημα συμβατικής κατεργασίας και με εκείνα όπου εφαρμόστηκε σύστημα μειωμένης κατεργασίας.

Τα τεμάχια του αγρού στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της ακατεργασίας, παρουσίασαν το μεγαλύτερο νωπό βάρος. Ακολουθεί το σύστημα μειωμένης κατεργασίας και τέλος, τις χαμηλότερες μετρήσεις για το νωπό βάρος των φυτών του λιναριού, τις έδωσαν τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας.



Διάγραμμα 9 Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 45 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f:200kg κομπόστ/στρ, h:100kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 9, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με 200Kg κομπόστ, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης. Επίσης, δεν παρουσιάζεται σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων 200kg και 100kg στα υποτεμάχια αλλά και μεταξύ των υποτεμαχίων όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100kg και σε αυτά όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης.

Τις μεγαλύτερες τιμές όσον αφορά την μέτρηση νωπού βάρους των φυτών του λιναριού, υπολογίσαμε στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί επίπεδο λίπανσης 200kg και τις μικρότερες τιμές νωπού βάρους στα τεμάχια όπου δεν είχε εφαρμοστεί κανένα επίπεδο λίπανσης.

3.1.3 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

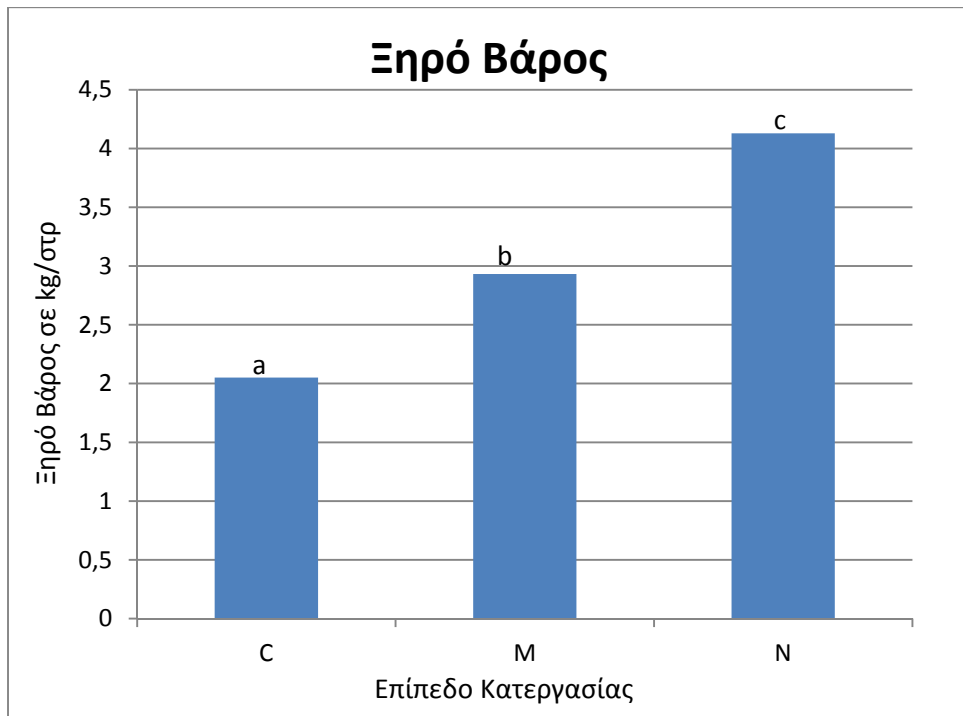
Τα αποτελέσματα όσον αφορά το ξηρό βάρος των φυτών του λιναριού, είναι παρόμοια με αυτά του νωπού βάρους των. Έγινε μια μέτρηση ξηρού βάρους των φυτών βιολογικού λιναριού στις 47 ΗΑΣ. Ο παράγοντας κατεργασία επέδρασε στατιστικά σημαντικά στο ξηρό βάρος των φυτών του λιναριού ($F=12,296$, $p=0,019570$). Η λίπανση είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στο ξηρό βάρος των φυτών ($F=9,672$, $p=0,007325$). Επίσης, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ κατεργασίας και λίπανσης ($F=0,372$, $p=0,822286$).

Πίνακας 8 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 47 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

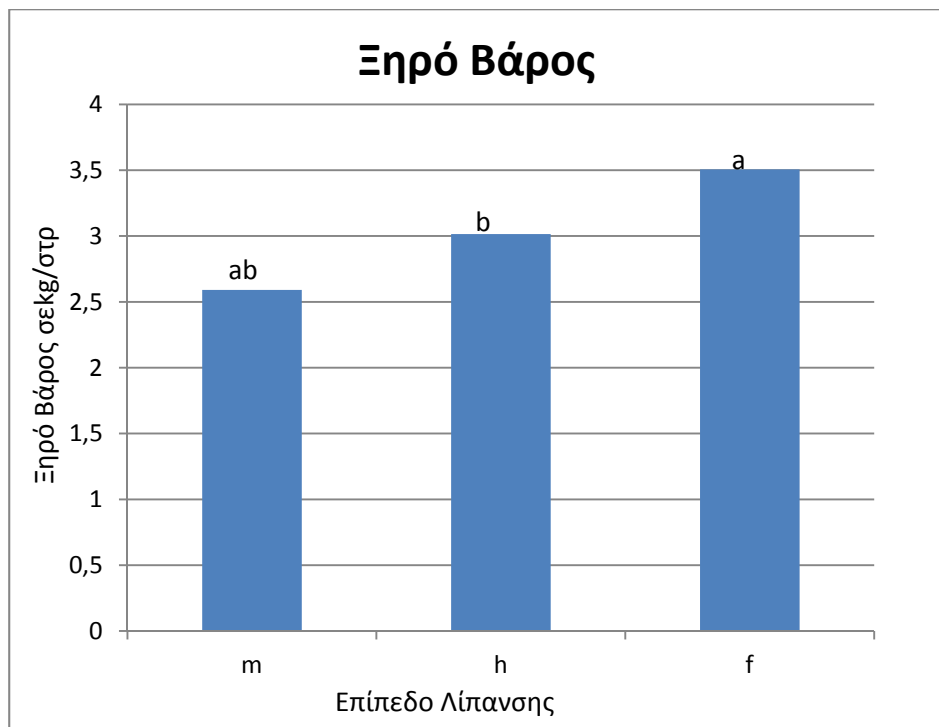
Ξηρό Βάρος 47 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	9,799212	2	19,59842	12,29683	0,019570
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	1,889378	2	3,778756	9,672996	0,007325
ΚΑΤΕΡΓ.*ΛΙΠΑΝΣΗ	0,072722	4	0,290889	0,372314	0,822286

Σύμφωνα με το διάγραμμα 10, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε σύστημα ακατεργασίας, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε σύστημα συμβατικής κατεργασίας και με εκείνα όπου εφαρμόστηκε σύστημα μειωμένης κατεργασίας.

Τα τεμάχια του αγρού στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της ακατεργασίας, παρουσίασαν το μεγαλύτερο ξηρό βάρος. Ακολουθεί το σύστημα μειωμένης κατεργασίας και τέλος, τις χαμηλότερες μετρήσεις για το ξηρό βάρος των φυτών του λιναριού, τις έδωσαν τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας.



Διάγραμμα 10 Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ξηρό βάρος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 47 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, C:συμβατική κατεργασία, M:ελάχιστη κατεργασία, N:ακατεργασία).



Διάγραμμα 11 Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού 47 ΗΑΣ (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f:200kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 11, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με 200kg κομπόστ, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση 100kg κομπόστ. Επίσης, παρουσιάζεται σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων 200kg και 100kg στα υποτεμάχια αλλά μεταξύ των υποτεμαχίων όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100kg και σε αυτά όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης, δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά.

Τις μεγαλύτερες τιμές όσον αφορά την μέτρηση ξηρού βάρους των φυτών του λιναριού, υπολογίσαμε στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί επίπεδο λίπανσης 200kg και τα λιγότερο ψηλά φυτά λιναριού μετρήθηκαν στα τεμάχια όπου δεν είχε εφαρμοστεί κανένα επίπεδο λίπανσης.

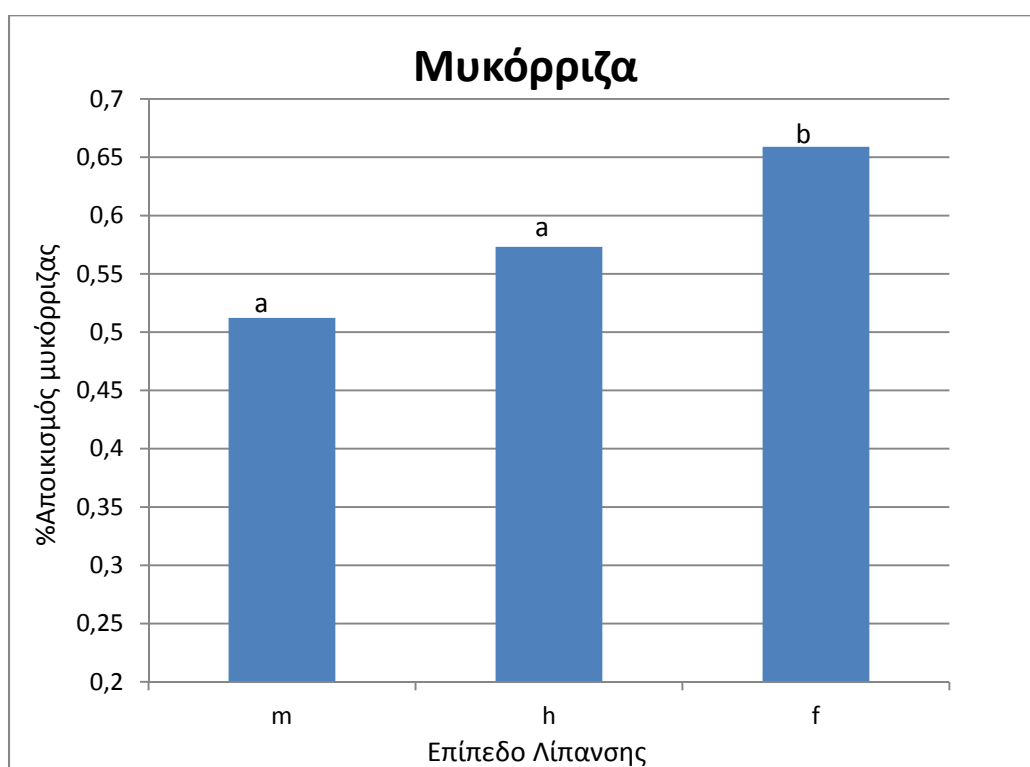
3.2 ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ

Το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας, που προσδιορίστηκε στις 72ΗΑΣ, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές, σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς, σε ότι αφορά τα συστήματα κατεργασίας του εδάφους ($F= 4,825, p=0,085850$). Η λίπανση, είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στον αποικισμό της μυκόρριζας ($F=18,135, p=0,001066$). Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ κατεργασίας και λίπανσης όσον αφορά τον αποικισμό της μυκόρριζας ($F=0,437, p=0,778652$).

Πίνακας 9 Ανάλυση διασποράς για το ποσοστό αποικισμού μυκόρριζας του φυτού στην καλλιέργεια λιναριού 47 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Μυκόρριζα 47 ΗΑΣ					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	0,013821	2	0,027641	4,825897	0,085850
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	0,048959	2	0,097917	18,13578	0,001066
ΚΑΤΕΡΓ.*ΛΙΠΑΝΣΗ	0,001181	4	0,004724	0,437523	0,778652

Κατά τον προσδιορισμό του ποσοστού αποικισμού της μυκόρριζας, τα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί το σύστημα ακατεργασίας σε συνδυασμό με εμπλουτισμό του εδάφους με 200kg κομπόστ, έδωσαν τα μεγαλύτερα ποσοστά (71,43%). Ακολούθησε το σύστημα συμβατικής κατεργασίας του εδάφους σε συνδυασμό με εφαρμογή 200 kg κομπόστ με ποσοστό αποικισμού 70,83% και τέλος παρατηρήθηκε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας σε συνδυασμό με 200 kg κομπόστ, όπου έδωσε ποσοστό 65,79%.



Διάγραμμα 12 Επίδραση της λίπανσης στο ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m: χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 12, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με 200Kg κομπόστ, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση 100kg κομπόστ.

Επίσης, παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων 200kg και των υποτεμαχίων όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί πως δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των υποτεμαχίων που δέχτηκαν επίπεδο λίπανσης 100kg κομπόστ και εκείνων που δεν δέχτηκαν κανένα επίπεδο λίπανσης.

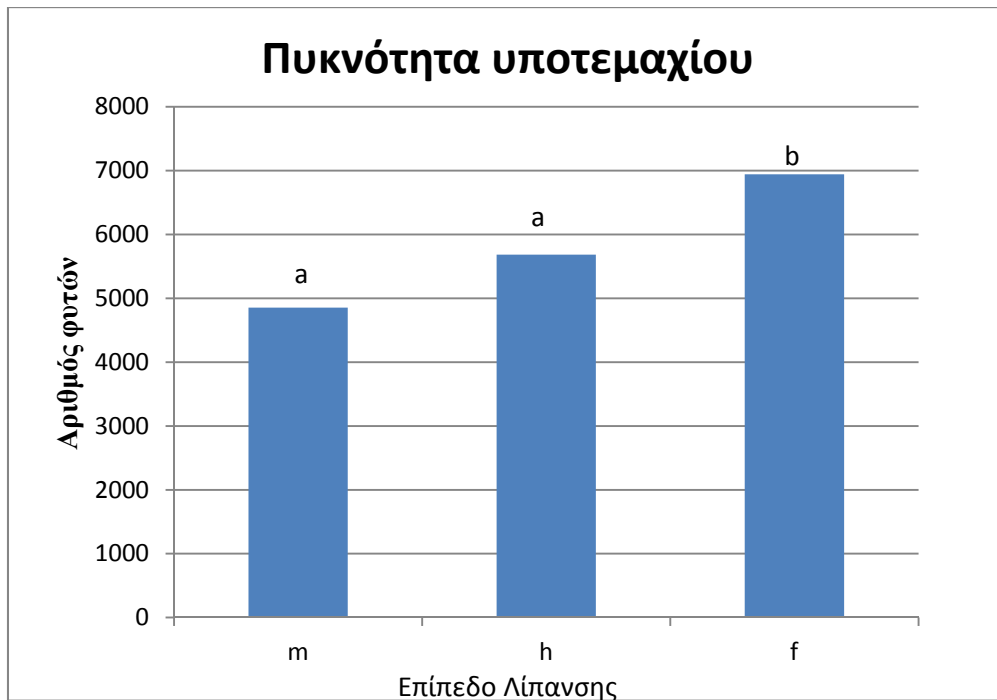
Το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας, προσδιορίστηκε στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί επίπεδο λίπανσης 200kg και το χαμηλότερο ποσοστό αποικισμού προσδιορίστηκε στα τεμάχια όπου δεν είχε εφαρμοστεί κανένα επίπεδο λίπανσης.

3.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΤΩΝ ΣΤΟ ΥΠΟΤΕΜΑΧΙΟ

Ο παράγοντας κατεργασία δεν επέδρασε στατιστικά όσον αφορά την πυκνότητα φυτών λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο ($F=2,814$, $p=0,172576$). Η λίπανση είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην πυκνότητα των φυτών στα υποτεμάχια ($F=16,894$, $p=0,001343$). Επίσης, δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ κατεργασίας και λίπανσης ($F=0,924$, $p=0,495434$).

***Πίνακας 10** Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).*

Πυκνότητα φυτών στο υποτεμάχιο					
	Μέσο τετραγώνων	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	3891281,	2	7782563,	2,814374	0,172576
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	9950945,	2	19901890,	16,89403	0,001343
ΚΑΤΕΡΓ.*ΛΙΠΑΝΣΗ	544405,3	4	2177621,	0,924254	0,495434



Διάγραμμα 13 Επίδραση της λίπανσης στην πυκνότητα φυτών σε κάθε υποτεμάχιο στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, *f* :200 kg κομπόστ/στρ, *h* :100 kg κομπόστ/στρ, *m* : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 14, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με 200kg κομπόστ, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση 100kg κομπόστ. Επίσης, παρουσιάζεται σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των λιπάνσεων 200kg και των υποτεμαχίων όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης. Τέλος, δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των υποτεμαχίων όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100kg κομπόστ και εκείνων όπου δεν εφαρμόστηκε κανένα επίπεδο λίπανσης.

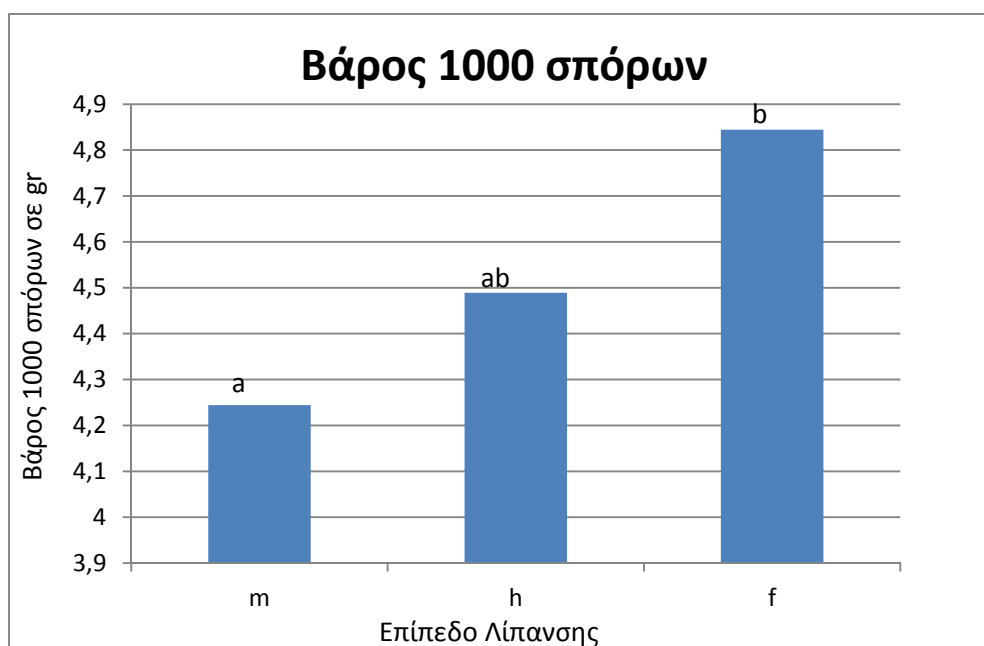
Οι μεγαλύτερες τιμές όσον αφορά την μέτρηση πυκνότητας των φυτών σε κάθε υποτεμάχιο, υπολογίστηκαν σε τεμάχια όπου εφαρμόστηκε επίπεδο λίπανσης 200kg κομπόστ, ακολουθούν τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100kg compost και τέλος, οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα τεμάχια όπου δεν εφαρμόστηκε κανένα επίπεδο λίπανσης.

3.4 ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ

Ο παράγοντας κατεργασία δεν επέδρασε στατιστικά σημαντικά στο βάρος 1000 σπόρων ($F=2,275$, $p=0,218799$). Η λίπανση είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στο βάρος 1000 σπόρων του λιναριού ($F=19,750$, $p=0,000805$). Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως παρατηρήθηκε και αλληλεπίδραση μεταξύ κατεργασίας και λίπανσης ($F=0,464$, $p=0,760838$).

Πίνακας 11 Ανάλυση διασποράς για το βάρος 1000 σπόρων των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Βάρος 1000 Σπόρων					
	Μέσο τετραγώνων	Β.Ε.	Άθροισμα τετραγώνων	F	p-level
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	0,721482	2	1,442963	2,275701	0,218799
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	0,819259	2	1,638519	19,75000	0,000805
ΚΑΤΕΡΓ.*ΛΙΠΑΝΣΗ	0,019259	4	0,077037	0,464286	0,760838



Διάγραμμα 14 Επίδραση της λίπανσης στο Βάρος 1000 Σπόρων στην καλλιέργεια λιναριού (τα διαφορετικά γράμματα σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

Σύμφωνα με το διάγραμμα 15, τα τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκε λίπανση με 200Kg κομπόστ, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με εκείνα στα οποία δεν εφαρμόστηκε κανένα επίπεδο λίπανσης. Επίσης, δεν παρουσιάζεται σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των τεμαχίων όπου εφαρμόστηκε επίπεδο λίπανσης 200kg και εκείνων των τεμαχίων όπου έγινε εφαρμογή λίπανσης 100kg κομπόστ, όπως επίσης δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τεμαχίων όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100Kg κομπόστ και εκείνων όπου δεν έγινε εφαρμογή καθόλου λίπανσης.

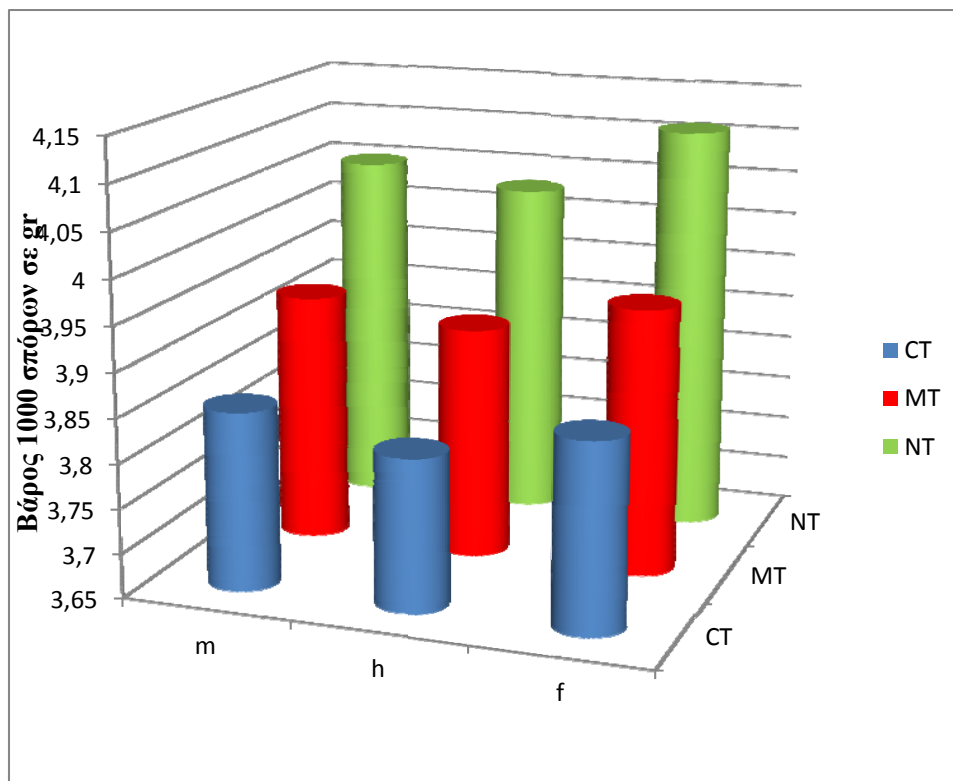
Οι μεγαλύτερες τιμές όσον αφορά την μέτρηση του βάρους 1000 σπόρων των φυτών του λιναριού, υπολογίστηκαν σε τεμάχια όπου εφαρμόστηκε επίπεδο λίπανσης 200kg κομπόστ, ακολουθούν τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε λίπανση 100kg κομπόστ και τέλος, οι χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα τεμάχια όπου δεν εφαρμόστηκε κανένα επίπεδο λίπανσης.

Από τον πίνακα 13 διακρίνουμε ότι μετρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης που εφαρμόστηκαν [$E\Sigma\Delta_{\text{ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ}} (p=0,05)=0,09$, με $F=7,61^*$], ενώ δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές [$E\Sigma\Delta_{\text{ΛΙΠΑΝΣΗΣ}} (p=0,05)=4,06$, με $F=0,27^{ns}$].

Πίνακας 12 Ανάλυση διασποράς για το βάρος 1000 σπόρων των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (τα διαφορετικά γράμματα *CT* :συμβατική κατεργασία, *MT* :μειωμένη κατεργασία, *NT* :ακατεργασία και δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, *f* :200 kg κομπόστ/στρ, *h* :100 kg κομπόστ/στρ, *m* : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ (gr)			
	m	h	f
CT	3,85	3,82	3,86
MT	3,93	3,91	3,95
NT	4,05	4,03	4,11
ΕΣΔ_{ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ} ($p=0.05$)	0.09 ($F=7.61^*$)		
ΕΣΔ_{ΛΙΠΑΝΣΗΣ} ($p=0.05$)	4.06 ($F=0.27^{ns}$)		

Από τον πίνακα 13 διακρίνουμε ότι το σύστημα της ακατεργασίας οδήγησε στην μεγαλύτερη αύξηση του βάρους 1000 σπόρων σε συνδυασμό με την εφαρμογή λίπανσης 200kg κομπόστ (4,11gr), ενώ το σύστημα συμβατικής κατεργασίας οδήγησε στη μικρότερη αύξηση του βάρους 1000 σπόρων σε συνδυασμό με εφαρμογή λίπανσης 100 kg κομπόστ (3,82 gr).



Διάγραμμα 15 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών επιπέδων λίπανσης, στο Βάρος 1000 σπόρων (CT: συμβατική κατεργασία, MT: μειωμένη κατεργασία, NT: ακατεργασία, , f:200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

3.4.1 ΑΠΟΔΟΣΗ

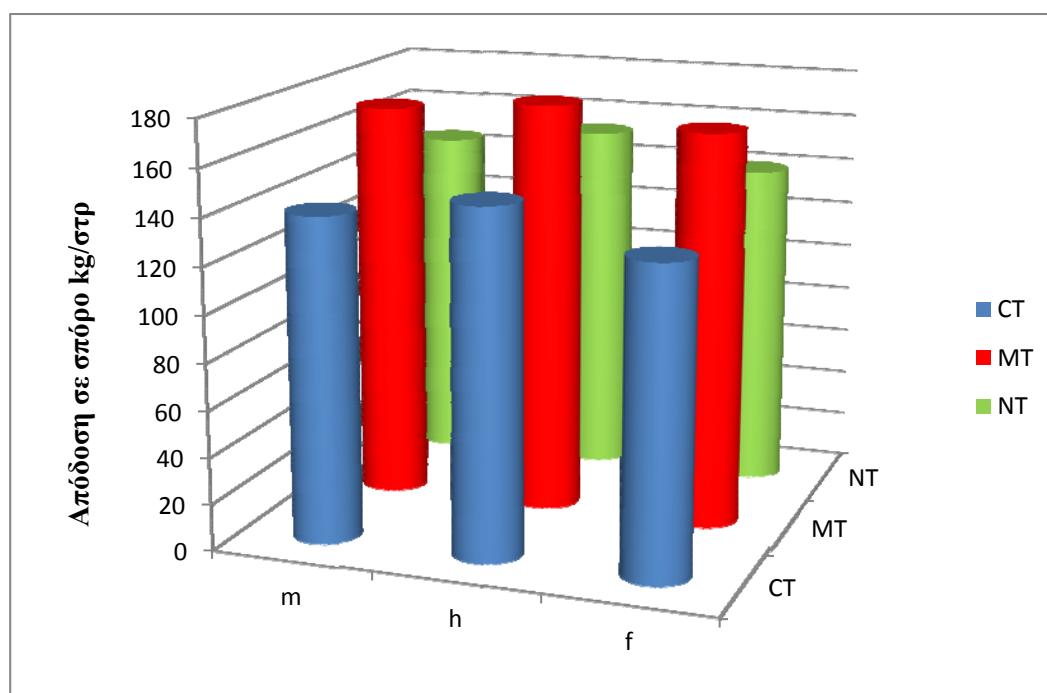
3.4.1.1 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΠΟΡΟ

Από τον πίνακα 14 διακρίνουμε ότι μετρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας [$E\Sigma\Delta_{\text{ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ}} (p=0,05)=9,374$, με $F=23,75^{**}$], και στα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης [$E\Sigma\Delta_{\text{ΛΙΠΑΝΣΗΣ}} (p=0,05)=7,338$, με $F=17,36^{**}$].

Πίνακας 13 Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε σπόρο των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (τα διαφορετικά γράμματα CT:συμβατική κατεργασία, MT:μειωμένη κατεργασία, NT:ακατεργασία και δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΠΟΡΟ (kg/στρ)			
	m	h	f
CT	138,9	147,8	131,2
MT	171,2	176,1	168,9
NT	145,7	152,6	140,1
ΕΣΔ_{ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ} (p=0.05)	9,374 (F=23.75 ^{**})		
ΕΣΔ_{ΛΙΠΑΝΣΗΣ} (p=0.05)	7,338 (F=17.36 ^{**})		

Από τον πίνακα 14 διακρίνουμε ότι τη μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρους έδωσε η μειωμένη κατεργασία με εφαρμογή λίπανσης 100 kg κομπόστ (176,1 kg/στρ), ενώ η μικρότερη απόδοση μετρήθηκε στο σύστημα συμβατικής κατεργασίας με εφαρμογή λίπανσης 200 kg κομπόστ (131,2 kg/στρ).



Διάγραμμα 16 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών διαφορετικών επιπέδων λίπανσης στην απόδοση σπόρων στην καλλιέργεια λιναριού (CT :συμβατική κατεργασία, MT :ελάχιστη κατεργασία, NT :ακατεργασία, , f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

3.4.2 ΛΑΔΙ

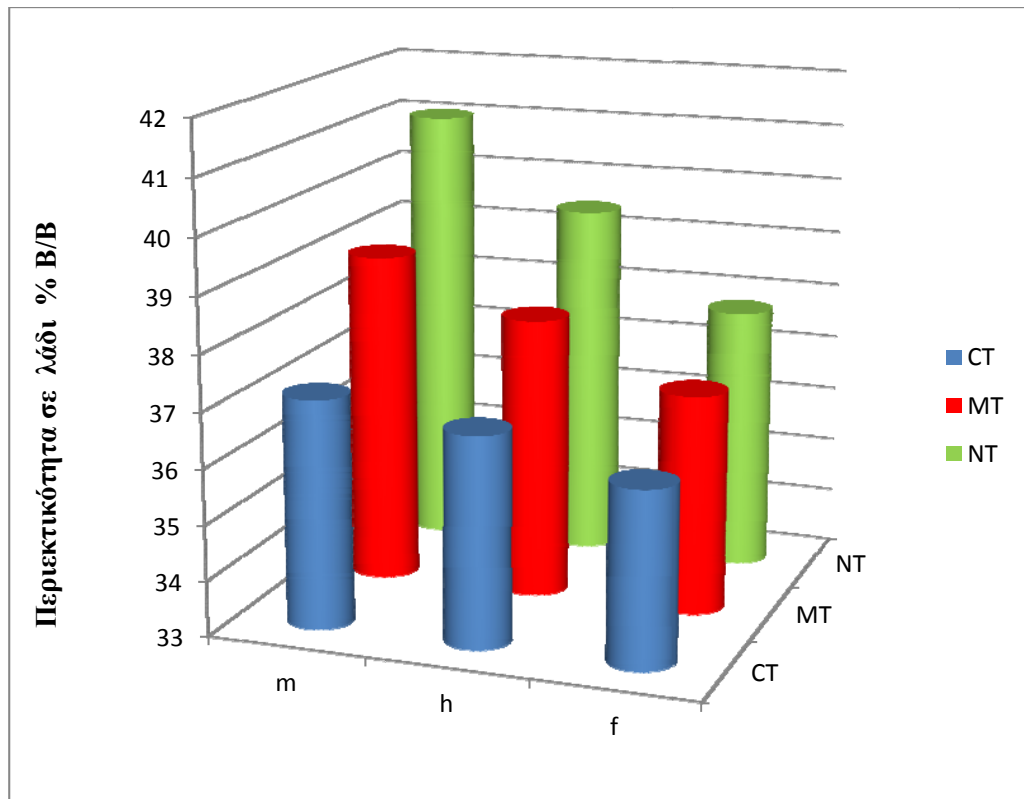
3.4.2.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΛΑΔΙ

Από τον πίνακα 15 διακρίνουμε ότι μετρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας [$E\Sigma\Delta_{\text{ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ}} (p=0,05)=0,39$, με $F=78,41^{***}$], και στα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης [$E\Sigma\Delta_{\text{ΛΙΠΑΝΣΗΣ}} (p=0,05)=0,96$, με $F=7,34^*$].

Πίνακας 14 Ανάλυση διασποράς για την περιεκτικότητα σε λάδι των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (τα διαφορετικά γράμματα CT:συμβατική κατεργασία, MT:μειωμένη κατεργασία, NT:ακατεργασία και δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΛΑΔΙ % Β/Β			
	m	h	f
CT	37.12	36.78	36.16
MT	38.98	38.06	36.96
NT	41.03	39.44	37.76
ΕΣΔ_{ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ} (p=0.05)	0.39 (F=78.41 ^{***})		
ΕΣΔ_{ΛΙΠΑΝΣΗΣ} (p=0.05)	0.96 (F=7.34 [*])		

Από τον πίνακα 15 διακρίνουμε ότι το σύστημα της ακατεργασίας έδωσε τα υψηλότερα ποσοστά σε περιεκτικότητα λαδιού στην καλλιέργεια του λιναριού χωρίς να έχει γίνει εφαρμογή λίπανσης (41,03% Β/Β). Τα χαμηλότερα ποσοστά σε περιεκτικότητα λαδιού έδωσε το σύστημα συμβατικής κατεργασίας με την εφαρμογή λίπανσης 100kg κομπόστ (36,16% Β/Β).



Διάγραμμα 17 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών διαφορετικών επιπέδων λίπανσης στην περιεκτικότητα σε λάδι στην καλλιέργεια λιναριού (CT :συμβατική κατεργασία, MT :ελάχιστη κατεργασία, NT :ακατεργασία, f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

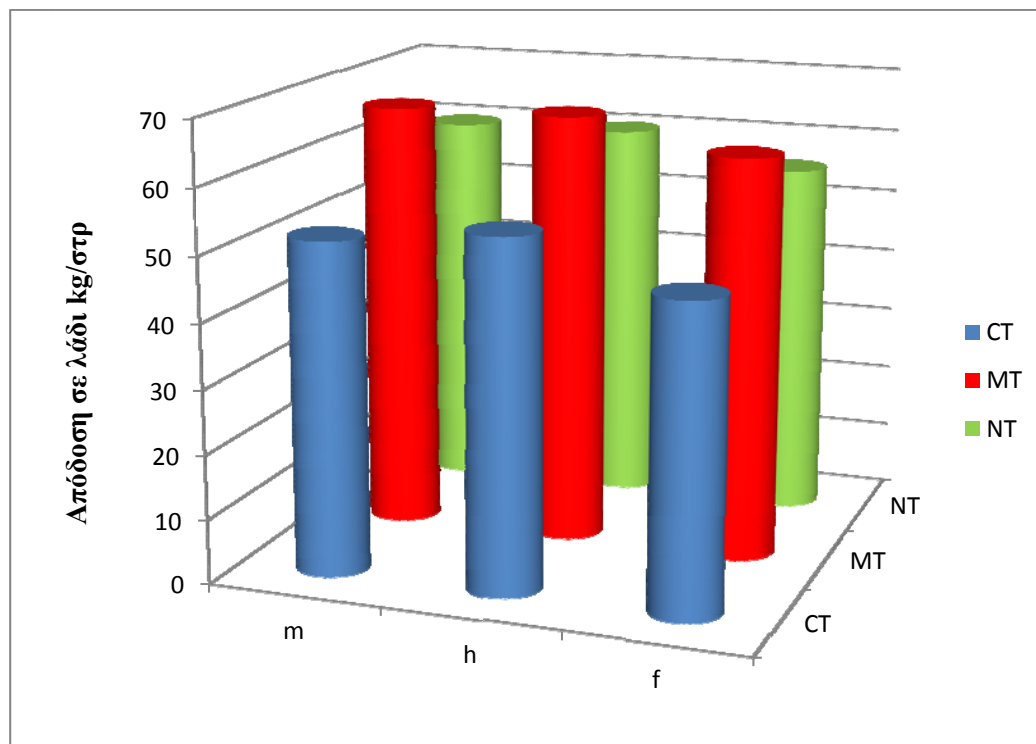
3.4.2.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΛΑΔΙ

Ο πίνακας 16 δείχνει ότι για το επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05\%$ τα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές [ΕΣΔ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ($p=0,05$)=2,821, με $F=10,64^{**}$] ενώ στα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές [ΕΣΔ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ($p=0,05$)=10,915, με $F=2,21^{ns}$].

Πίνακας 15 Ανάλυση διασποράς για την απόδοση σε λάδι των φυτών στην καλλιέργεια λιναριού σε κάθε υποτεμάχιο για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (τα διαφορετικά γράμματα CT:συμβατική κατεργασία, MT:μειωμένη κατεργασία, NT:ακατεργασία και δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο 5%, f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΛΑΔΙ kg/στρ			
	m	H	f
CT	51,5	54,3	47,4
MT	66,7	67,0	62,4
NT	59,8	60,2	55,6
ΕΣΔ_{ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ} ($p=0.05$)	2,821 ($F=10.64^{**}$)		
ΕΣΔ_{ΛΙΠΑΝΣΗΣ} ($p=0.05$)	10,915 ($F=2.21^{ns}$)		

Σύμφωνα με τον πίνακα 16, την καλύτερη απόδοση σε λάδι έδωσε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας σε συνδυασμό με την εφαρμογή λίπανσης 100kg (67,0kg/στρ), ενώ τη μικρότερη απόδοση σε λάδι έδωσε το σύστημα της συμβατικής κατεργασίας σε συνδυασμό με εφαρμογή λίπανσης 200 kg (47,4kg/στρ).



Διάγραμμα 18 Επίδραση τριών συστημάτων κατεργασίας και τριών διαφορετικών επιπέδων λίπανσης στην απόδοση σε λάδι στην καλλιέργεια λιναριού (CT:συμβατική κατεργασία, MT:ελάχιστη κατεργασία, NT:ακατεργασία, f :200 kg κομπόστ/στρ, h :100 kg κομπόστ/στρ, m : χωρίς εφαρμογή λίπανσης).

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μυκόρριζα αποτελεί έναν ποιοτικό δείκτη στην γεωργία. Η λίπανση με κομπόστ, βελτιώνει τη γονιμότητα και τη δομή του εδάφους, τη δραστηριότητα και τους πληθυσμούς της πανίδας του εδάφους, καθώς και τις συνθήκες συγκράτησης του νερού.

Στα αποτελέσματα παρατηρήθηκε πως το ποσοστό της μυκόρριζας, δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τα συστήματα κατεργασίας. Η οργανική λίπανση, έπειτα από στατιστική ανάλυση έδειξε πως επηρεάζει το ποσοστό αποικισμού της μυκόρριζας. Δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας και λίπανσης.

Επίσης, παρατηρήθηκε ότι στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί ακατεργασία σε συνδυασμό με εφαρμογή λίπανσης 200kg κομπόστ, σημειώθηκαν τα υψηλότερα ποσοστά αποικισμού της μυκόρριζας. Στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί το σύστημα μειωμένης κατεργασίας σε συνδυασμό με εφαρμογή λίπανσης 200kg κομπόστ παρατηρήθηκε το μικρότερο ποσοστό.

Τα μεγαλύτερα ποσοστά εντοπίστηκαν στα τεμάχια που είχαν υποστεί εφαρμογή λίπανσης 200 kg κομπόστ και τα χαμηλότερα ποσοστά παρατηρήθηκαν στα τεμάχια που δεν είχαν δεχτεί κάποιο επίπεδο λίπανσης.

Το ποσοστό παρασιτισμού κρίνεται υψηλό κάτι που αναφέρεται και από άλλους ερευνητές (Dickson *et al.*, 2003). Η ακατεργασία βελτιώνει τις υφές της μυκόρριζας και την πιθανότητα να γίνει προσβολή, που αργότερα σταθεροποιούν το έδαφος και αυξάνουν την απόδοση της καλλιέργειας (Boswell *et al.*, 1998; Kabir & Koide 2000,2002; Kabir, 2004).

Τα κομπόστ αποτελούνται από άζωτο, φώσφορο, κάλιο και άλλο πολύτιμα στοιχεία για την καλλιέργεια. Εμπλουτίζοντας λοιπόν την καλλιέργεια με κομπόστ, έχουμε ως αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος στην καλλιέργεια του βιολογικού λιναριού εφόσον αυξάνεται η ποσότητα του ολικού αζώτου στο έδαφος.

Θετική συσχέτιση παρατηρήθηκε και μεταξύ του αζώτου στο έδαφος και του ύψους των φυτών λόγω του εμπλουτισμού του εδάφους με κομπόστ. Ο παράγοντας κατεργασία δεν επέδρασε στατιστικά σημαντικά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών του λιναριού. Η λίπανση φαίνεται να επιδρά θετικά στο ύψος των φυτών στα πρώτα στάδια ανάπτυξης. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν στη μεταπτυχιακή μελέτη της συναδέλφου Αθανασοπούλου Μ. που διενεργήθηκε το 2010.

Το μεγαλύτερο ύψος φυτών μετρήθηκε σε τεμάχια με εφαρμογή λίπανσης 200kg κομπόστ και τα χαμηλότερα σε ύψος φυτά μετρήθηκαν σε τεμάχια όπου δεν είχε εφαρμοστεί κανένα επίπεδο λίπανσης.

Μεταξύ των λιπάνσεων τα υψηλότερα φυτά μετρήθηκαν στα τεμάχια όπου δέχτηκαν λίπανση 200kg κομπόστ και τα λιγότερο ψηλά φυτά μετρήθηκαν στα τεμάχια που δεν είχε γίνει καμία λίπανση.

Όσον αφορά τις μετρήσεις ύψους φυτών στις 45 ΗΑΣ και στις 53 ΗΑΣ, παρατηρήθηκε πως τα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας επέδρασαν στατιστικά στο ύψος των φυτών, όπως και η εφαρμογή τριών διαφορετικών επιπέδων λίπανσης. Στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε ακατεργασία, έδωσαν το μεγαλύτερο ύψος φυτών σε συνδυασμό και με την εφαρμογή λίπανσης επιπέδου 200kg κομπόστ.

Το ύψος που μετρήθηκε, βρέθηκε μεγαλύτερο στο σύστημα της ακατεργασίας και δείχνει να συσχετίζεται με τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας και με το ξηρό βάρος λόγω μεγέθους φυτού. 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, κάτι το οποίο έδειξε να επηρεάζει θετικά την περιεκτικότητα σε λάδι.

Όσον αφορά τη μέτρηση του νωπού βάρους των φυτών, οι μεγαλύτερες μετρήσεις υπολογίστηκαν στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί ακατεργασία και οι μικρότερες μετρήσεις υπολογίστηκαν στα τεμάχια του αγρού όπου είχε εφαρμοστεί το σύστημα μειωμένης κατεργασίας του εδάφους.

Μεταξύ των συστημάτων κατεργασίας, τη μεγαλύτερη θετική επίδραση στο νωπό βάρος των φυτών, είχε το σύστημα της ακατεργασίας και τη λιγότερο θετική επίδραση είχε το σύστημα της συμβατικής.

Θετική επίδραση είχε και η εφαρμογή λίπανσης στο νωπό βάρος των φυτών. Τα τεμάχια που είχαν δεχτεί λίπανση 200kg κομπόστ, παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές νωπού βάρους. Οι μικρότερες τιμές παρουσιάστηκαν σε τεμάχια που δεν είχαν δεχτεί καμία λίπανση.

Τα συστήματα κατεργασίας και τα επίπεδα εφαρμογής της λίπανσης, επέδρασαν θετικά και στις μετρήσεις του ξηρού βάρους. Οι υψηλότερες μετρήσεις εντοπίστηκαν πάλι στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί ακατεργασία και οι μικρότερες μετρήσεις στα τεμάχια όπου δεν είχε εφαρμοστεί κάποιο επίπεδο λίπανσης.

Θετική επίδραση είχε η εφαρμογή επιπέδου λίπανσης 200kg κομπόστ στις μετρήσεις ξηρού βάρους, αφού παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες μετρήσεις ενώ υπολογίστηκαν οι μικρότερες μετρήσεις στα τεμάχια όπου δεν εφαρμόστηκε κάποιο επίπεδο λίπανσης.

Ο παράγοντας κατεργασία δεν επέδρασε στατιστικά όσον αφορά την πυκνότητα των φυτών. Η λίπανση είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στην πυκνότητα των φυτών του λιναριού. Η μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών παρατηρήθηκε στα τεμάχια όπου είχε γίνει εφαρμογή λίπανσης 200kg κομπόστ, ενώ η μικρότερη πυκνότητα φυτών παρατηρήθηκε στα τεμάχια τα οποία δεν δέχτηκαν καμία εφαρμογή λίπανσης.

Από τα αποτελέσματα που παρατέθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, παρατηρήθηκε πως το σύστημα της κατεργασίας και η εφαρμογή λίπανσης 200kg κομπόστ, έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα.

Μετά την εφαρμογή της λίπανσης 200kg κομπόστ, αυξήθηκε το ολικό άζωτο του εδάφους και παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση με την περιεκτικότητα των

σπόρων σε λάδι. Οι Yayock & Quinn (1976) έδειξαν ότι δεν υπήρχαν επιπτώσεις στην περιεκτικότητα σε λάδι λόγω λίπανσης.

Η στατιστική ανάλυση για την απόδοση σε σπόρο, έδειξε πως τόσο τα συστήματα κατεργασίας όσο και τα επίπεδα εφαρμογής λιπάνσεων είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στην απόδοση του σπόρου. Η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο, παρατηρήθηκε στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί σύστημα μειωμένης κατεργασίας με εφαρμογή λίπανσης 100kg κομπόστ. Η μικρότερη απόδοση σπόρων παρουσιάστηκε σε τεμάχια που είχε εφαρμοστεί σύστημα συμβατικής κατεργασίας με εφαρμογή λίπανσης 200kg κομπόστ.

Πίνακας 16 Πίνακας Συσχέτισης των παραγόντων του παρόντος πειράματος

Συντελεστές Συσχέτισης των παραγόντων

	Περιεκτικότητα % σε λάδι	Απόδοση σε λάδι	Ξηρό Βάρος
Απόδοση σε σπόρο	0,91***	0,87***	0,67**
Περιεκτικότητα % σε λάδι	-	0,94***	0,59*
Απόδοση σε λάδι	-	-	0,56*
Ξηρό Βάρος	-	-	-

Από τα αποτελέσματα που παρατέθηκαν στον πίνακα 17, προκύπτει πως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και στην % περιεκτικότητα σε λάδι ($R=0.91$, $p<0,001$). Επίσης, βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και της απόδοσης σε λάδι ($R=0,87$, $p<0,001$), όπως και μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και του ξηρού βάρους βρέθηκε θετική συσχέτιση ($R=0,67$, $p<0,01$).

Παρατηρήθηκε επίσης θετική συσχέτιση μεταξύ της % περιεκτικότητας σε λάδι και της απόδοσης σε λάδι ($R=0,91$, $p<0,01$) όπως και μεταξύ της % περιεκτικότητας σε λάδι και του ξηρού βάρους ($R=0,59$, $p<0,05$).

Τέλος, βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ του παράγοντα απόδοση σε λάδι και του ξηρού βάρους ($R=0,56$, $p<0,05$).

Η στατιστική ανάλυση για την περιεκτικότητα των σπόρων σε λάδι, έδειξε πως το σύστημα της ακατεργασίας έδωσε τα υψηλότερα ποσοστά σε περιεκτικότητα λαδιού χωρίς την εφαρμογή κάποιου επιπέδου λίπανσης. Τα χαμηλότερα ποσοστά εντοπίστηκαν σε τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί σύστημα συμβατικής κατεργασίας χωρίς την εφαρμογή λίπανσης.

Όσον αφορά την απόδοση σε λάδι, την καλύτερη απόδοση έδωσε το σύστημα μειωμένης κατεργασίας σε συνδυασμό με εφαρμογή λίπανσης 100kg κομπόστ, ενώ την χαμηλότερη απόδοση παρατηρήσαμε σε τεμάχια όπου εφαρμόστηκε σύστημα συμβατικής κατεργασίας σε συνδυασμό με εφαρμογή λίπανσης 200kg κομπόστ.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το σύστημα κατεργασίας που θα επιλέξουμε να χρησιμοποιήσουμε για την καλλιέργειά μας, επηρεάζει την οργανική ουσία του εδάφους και με τη σειρά της επηρεάζει το ολικό άζωτο του εδάφους.

Η μυκόρριζα, έδειξε να επηρεάζεται από τη λίπανση με compost. Το άζωτο του εδάφους που υποβοηθείται από την εφαρμογή λίπανσης με compost, επέδρασε θετικά στα υπέργεια χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του βιολογικού λιναριού, καθώς και στις τελικές αποδόσεις. Η απόδοση σε σπόρους έδειξε θετική συσχέτιση με την απόδοση σε λάδι.

Μετά από τη διεξαγωγή του παραπάνω πειράματος και την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής μελέτης, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι συγκριτικά, μεταξύ των συστημάτων ακατεργασίας, συμβατικής κατεργασίας και μειωμένης κατεργασίας, την περισσότερο θετική επίδραση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του λιναριού βάσει των μετρήσεων που παρατίθενται στο κεφάλαιο 3, παρουσίασε το σύστημα της ακατεργασίας. Όσον αφορά τα επίπεδα των λιπάνσεων που εφαρμόστηκαν στα τεμάχια του πειραματικού αγρού, οι υψηλότερες τιμές στις μετρήσεις παρουσιάστηκαν στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε επίπεδο λίπανσης 200 kg κομπόστ/στρ.

5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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 emission 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.
- Baker, J.P. & Smith, D.B.**, 1987. Self identified research needs of New York organic farmers. *Amer. J. Agric.* 2(3): 107-113.
- 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.

- 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.
- Cahoon, E.B.**, 2003. Genetic enhancement of soybean oil for industrial uses: Prospects and challenges. *Ag. Bio Forum*, 6: 11-13.
- 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.
- 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.*
- 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.*
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.; Kladviko, 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.
- 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.
- 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. & 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.
- 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: Zanolì, 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.
- Martin, J.H.; Leonard, W.H. & Stamp, D.L.**, 1976. in: Principles of Field Crop Production 3rd edition, Macmillan, New York, pp. 797-811.
- 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.
- 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.

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.

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.

Richharia, R.H., 1962. Linseed. The Indian Central Oiseeds Committee, Hyderabad, India.

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. Retension of cotton stubble enhances N fertilizer recovery and lint yield of irrigated cotton. *Soil Till. & Res.*, 41: 75-86.

Rosegrant, M.W. & Cline, S.A., 2003. Global food security: Challenges and policies. *Science* 302: 1917-1919.

Rowland, G.G.; McHughen, A.; Bhatta, 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.

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.

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.

- 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.
- 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.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανώνυμος, 2000.** Εγκύκλιος: «Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης και ελέγχου (ΟΣΔΕ) και λεπτομέρειες εφαρμογής του σχετικά με ορισμένα καθεστάτα κοινοτικών ενισχύσεων». Υπουργείο Γεωργίας, Γεν. ΔΙ.Δ.Α.ΓΕ.Π.
- Αθανασοπούλου, 2010.** Μεταπτυχιακή μελέτη. Επίδραση της χλωρής λίπανσης και του συστήματος κατεργασίας στην ανάπτυξη και την απόδοση του λιναριού.
- Γαλανοπούλου-Σενδούκα Στέλλα, 2002.** Βιομηχανικά φυτά. Βαμβάκι και υπόλοιπα κλωστικά. Ελαιοδοτικά – Ζαχαρότευτλα – Καπνός. Εκδόσεις Σταμούλης.
- Δαλιάνης, Κ., 1984.** Σχεδίαση και Ανάλυση Πειραμάτων.
- Εργαστήριο Γεωργίας.** 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.
- Μπούρμπος, Β., 2009.** Η γεωργία και οι επιθετικοί της προσδιορισμοί.

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

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