

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ**  
**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά  
χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας Χίας  
(*Salvia hispanica*)»**



**Ελισάβετ Θ. Ταμπαξή**

Επιβλέπων Καθηγητής  
**Μπιλάλης Δημήτριος**

**ΑΘΗΝΑ 2015**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ**  
**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**«Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά**  
**χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας Χίας**  
**(*Salvia hispanica*)»**

**Ελισάβετ Θ. Ταμπαξή**

Επιβλέπων Καθηγητής  
**Μπιλάλης Δημήτριος**

**ΑΘΗΝΑ 2015**

## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά  
χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας Χίας  
(*Salvia hispanica*)»**

**Ελισάβετ Θ. Ταμπαξή**

**Τριμελής Εξεταστική – Συμβουλευτική Επιτροπή:**

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Μπιλάλης Δημήτριος, Αναπληρωτής Καθηγητής  
Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Μέλη:** Παπαστυλιανού Παναγιώτα, Επίκουρη Καθηγήτρια  
Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Παπαθεοχάρη Γιολάντα, Επίκουρη Καθηγήτρια  
Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

## Ευχαριστίες

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε τη χρονική περίοδο Απρίλιο – Δεκέμβριο 2014 στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Επιστήμες και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής», του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Πριν από την παρουσίαση θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλαν στην πραγματοποίησή της.

Κατ' αρχάς θα ήθελα να εκφράσω τις ελικρινείς μου ευχαριστίες στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δημήτριο Μπιλάλη για τη συνεχή καθοδήγηση και συμπαράσταση κατά τη διάρκεια του πειράματος και της συγγραφής της εργασίας, για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα και κυρίως γιατί μου έδωσε το έναυσμα να ασχοληθώ με τον κλάδο της βιολογικής γεωργίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Επίκουρη Καθηγήτρια του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Παπαστυλιανού Παναγιώτα καθώς και την Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Παπαθεοχάρη Γιολάντα, μέλη της τριμελούς επιτροπής, για τις συμβουλές και τις διορθώσεις τους, με τις οποίες συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Λέκτορα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Τραυλό Ηλία, για τη συνεχή στήριξη του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος και τις εύστοχες διορθώσεις του στη συγγραφή της μελέτης.

Όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργίας, τους προπτυχιακούς φοιτητές του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Τσεκούρα Αναστασία και Ρούσση Γιάννη για την ουσιαστική βοήθειά τους κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος. Ειδικότερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Τσιώρο Στέλιο, μέλος ΕΔΙΠ και υποψήφιο διδάκτορα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, καθώς και τους μεταπτυχιακούς φοιτητές Δέδε Αργυρώ, Δρόντζα Χρύσα και Παναγιώτη Μπόκα για το ευχάριστο κλίμα και την άριστη συνεργασία σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Τη Λέκτορα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Τσιπλάκου Ελένη, για τη βοήθεια που προσέφερε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Την πιο ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στην οικογένεια μου, που αποτελεί τη βάση για τη μέχρι τώρα πορεία μου και τους φίλους μου για τη συμπαράσταση και το ενδιαφέρον που έδειξαν κατά τη διάρκεια της εργασίας. . Θερμά ευχαριστώ στον κ. Ηλία Λάγγα για την πολύτιμη βοήθεια και τις εύστοχες παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας μελέτης.

## Περίληψη

Σε πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών εγκαταστάθηκε το πείραμα, στην περιοχή του Βοτανικού.

Μελετήθηκε η επίδραση της οργανικής λίπανσης (αιγοπρόβεια κοπριά, οργανικό λίπασμα, μάρτυρας) στα χαρακτηριστικά και τις αποδόσεις της βιολογικής καλλιέργειας χίας. Κάθε σύστημα λίπανσης συνδυάστηκε με δύο διαφορετικές πυκνότητες σποράς (40 και 60 cm απόσταση μεταξύ των γραμμών). Η σπορά του πειραματικού αγρού έγινε την καλλιεργητική περίοδο 04-12/2014.

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν: το ύψος, αριθμός κόμβων ανά φυτό, αριθμός πλάγιων βλαστών ανά φυτό, νωπό και ξηρό βάρος, δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI), αριθμός και μήκος ταξιανθιών ανά φυτό, το βάρος 1000 σπόρων, απόδοση σε σπόρο και χαρακτηριστικά ποιότητας φυτομάζας.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως ο παράγοντας λίπανση δεν επέδρασε σημαντικά στις μετρήσεις που έγιναν. Αντίθετα, ο παράγοντας πυκνότητα σποράς, επέδρασε σημαντικά σε χαρακτηριστικά που σχετίζονταν με στρεμματικές αποδόσεις, όπως το νωπό και ξηρό βάρος ανά στρέμμα, και η απόδοση σε σπόρο, χωρίς όμως να επηρεάζει σημαντικά τα χαρακτηριστικά αυτά μεμονωμένα σε κάθε φυτό.

Τα τεμάχια με την πυκνότερη σπορά (40 cm μεταξύ των γραμμών), έδωσαν σημαντικά μεγαλύτερες αποδόσεις τόσο σε φυτομάζα όσο και σε σπόρο.

## **Abstract**

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 fertilization implementations (sheep manure, organic fertilizer, control), was studied in the crop of chia. Each of the fertilization systems was combined with two different sowing densities (40 and 60 cm row spacings). The experimental field was established during the cultivation period April – December 2014.

The plant properties which were studied, were the following: height, branches' number, stem nodes' number, fresh and dry weight, leaf area index, heads' number and length per plant, 1000 seeds' weight, yield, dry mass contents and antinutritional agents.

In conclusion, the outcome of fertilization did not have significant differences in the measurements taken. Opposite, sowing densities, had great impact on several properties, related to yields, such as fresh and dry weight, and seed yield.

Both biomass and seed yield, were significantly higher for plots of 40 cm row spacing.

## Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες .....	4
Περίληψη .....	6
Abstract.....	7
<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>16</b>
1.1 Ιστορική Αναδρομή .....	17
1.2 Βοτανική Ταξινόμηση.....	20
1.3 Σκοπός Καλλιέργειας – Χρήσεις.....	21
1.4 Τα Ωμέγα - 3 λιπαρά οξέα και ο ρόλος τους στη ζωή μας.....	22
1.5 Τάσεις Καλλιέργειας .....	24
1.6 Μορφολογικά Χαρακτηριστικά .....	25
1.7 Βιολογικός Κύκλος .....	27
1.8 Οικολογικές Απαιτήσεις .....	27
1.9 Καλλιεργητικές Φροντίδες .....	28
1.9.1 Προετοιμασία Αγρού .....	28
1.9.2 Σπορά .....	28
1.9.3 Λίπανση – Άρδευση .....	28
1.9.3.1 Οργανική Λίπανση .....	29
1.9.4 Διαχείριση Ζιζανίων .....	29
1.9.5 Συγκομιδή .....	30
1.9.6 Εχθροί και Ασθένειες .....	31
1.10 Σκοπός Πειράματος .....	31
<b>2. Υλικά και Μέθοδοι .....</b>	<b>32</b>
2.1 Γενικά .....	32
2.2 Πειραματικό Σχέδιο .....	32
2.3 Φυσικοχημικές Ιδιότητες Αγρού .....	34
2.4 Εγκατάσταση Πειράματος .....	34
2.5 Άρδευση και Λίπανση.....	36



2.6	Μετρήσεις αγρονομικών χαρακτηριστικών της <i>S. hispanica</i> .....	37
2.7	Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων .....	39
2.8	Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	40
3.	<i>Αποτελέσματα</i> .....	41
3.1	Ύψος.....	41
3.2	Αριθμός Κόμβων.....	44
3.3	Αριθμός Πλάγιων Βλαστών .....	46
3.4	Νωπό Βάρος .....	48
3.4.1	Νωπό Βάρος Βλαστών .....	48
3.4.2	Νωπό Βάρος Φύλλων .....	52
3.4.3	Συνολικό Νωπό Βάρος Φυτών .....	55
3.4.4	Νωπό Βάρος ανά Φυτό .....	58
3.5	Ξηρό Βάρος.....	59
3.5.1	Ξηρό Βάρος Βλαστών .....	60
3.5.2	Ξηρό Βάρος Φύλλων .....	63
3.5.3	Συνολικό Ξηρό Βάρος .....	67
3.5.4	Ξηρό Βάρος ανά Φυτό.....	70
3.6	Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) .....	72
3.7	Αριθμός και Μήκος ταξιανθιών ανά φυτό .....	76
3.8	Βάρος 1000 σπόρων .....	77
3.9	Απόδοση σε σπόρο .....	78
3.9	Χαρακτηριστικά Ποιότητας Φυτομάζας.....	79
4.	<i>Συζήτηση – Συμπεράσματα</i> .....	83
5.	<i>Παράρτημα Εικόνων</i> .....	90
6.	<i>Βιβλιογραφία</i> .....	94

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1.1: Σχέδιο από το βιβλίο Florentine Codex, που απεικονίζει φυτό χίας.....	20
Εικόνα 1.2: Φυτό χίας, .....	20
Εικόνα 1.3: Η χία σε διάφορες μορφές.....	21
Εικόνα 1.4: Φυτό χίας στις 55 και στις 121 ημέρες από τη σπορά.....	25
Εικόνα 1.5: Ταξιανθίες χίας. ....	26
Εικόνα 1.6: Σταυρογονιμοποίηση χίας από έντομα.....	26
Εικόνα 1.7: Αποξηραμένες ταξικαρπίες και σπόροι χίας. ....	27
Εικόνα 1.8: Άποψη πειραματικού αγρού 50 ημέρες μετά το φύτερωμα. ....	30
Εικόνα 1.9: Άποψη πειραματικού αγρού 121 ημέρες μετά το φύτερωμα.....	30
Εικόνα 2.1: Ο Πειραματικός Αγρός.....	32
Εικόνα 2.2: Ενσωμάτωση λιπασμάτων με τη χρήση φρέζας.....	35
Εικόνα 2.3: Σπορά με χρήση σπαρτικής μηχανής χειρός.....	35
Εικόνα 2.4: Άποψη του πειραματικού αγρού αμέσως μετά τη σπορά.....	36
Εικόνα 2.5: Συσκευασία Οργανικού Λιπάσματος.....	37
Εικόνα 2.6: Συσκευή υπολογισμού φυλλικής επιφάνειας <i>DT-area meter</i> . ....	38
Εικόνα 5.1: Άποψη πειραματικού αγρού στις 10 ημέρες από τη σπορά.....	91
Εικόνα 5.2: Άποψη πειραματικού αγρού στις 55 ημέρες από τη σπορά.....	91
Εικόνα 5.3: Άποψη πειραματικού αγρού στις 121 ημέρες από τη σπορά. ....	92
Εικόνα 5.4: Άποψη πειραματικού αγρού στις 181 ημέρες από τη σπορά. ....	92
Εικόνα 5.5: Φυτό χίας στις 181 ημέρες από τη σπορά (πριν την άνθηση). ....	93
Εικόνα 5.6: Φυτό χίας στις 210 ημέρες από τη σπορά (πλήρης άνθηση).....	93

## Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1.1: Θρεπτική αξία των σπόρων χίας. ....	17
Πίνακας 1.2: Περιεκτικότητα (%) σε λιπαρά οξέα εννιά σημαντικότερων ελαιοδοτικών φυτών.....	23
Πίνακας 1.3: Περιεκτικότητα (%)σε λιπαρά οξέα χίας, σε πέντε χώρες. ....	24
Πίνακας 2.1: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.....	34
Πίνακας 2.2: Θρεπτική Αξία Οργανικού Λιπάσματος SUPER ECO-VAS. ....	36

Πίνακας 1.2: Ανάλυση παραλλακτικότητας του ύψους των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	39
Πίνακας 3.2: Ανάλυση παραλλακτικότητας του αριθμού κόμβων των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	44
Πίνακας 3.3: Ανάλυση παραλλακτικότητας του αριθμού των πλάγιων βλαστών των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	46
Πίνακας 3.4: Ανάλυση παραλλακτικότητας του νωπού βάρους βλαστών των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	48
Πίνακας 3.5: Ανάλυση διασποράς του νωπού βάρους φύλλων των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	52
Πίνακας 3.6: Ανάλυση παραλλακτικότητας του συνολικού νωπού βάρους των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	55
Πίνακας 3.7: Ανάλυση παραλλακτικότητας του συνολικού νωπού βάρους ανά φυτό, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	58
Πίνακας 3.8: Ανάλυση παραλλακτικότητας του ξηρού βάρους βλαστών των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	60
Πίνακας 3.9: Ανάλυση παραλλακτικότητας του ξηρού βάρους φύλλων των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	63
Πίνακας 3.10: Ανάλυση παραλλακτικότητας του συνολικού ξηρού βάρους των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	67
Πίνακας 3.11: Ανάλυση παραλλακτικότητας του συνολικού ξηρού βάρους ανά φυτό, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	71
Πίνακας 3.12: Ανάλυση παραλλακτικότητας του δείκτη φυλλικής επιφάνειας, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	72
Πίνακας 3.13: Ανάλυση παραλλακτικότητας του αριθμού ταξιανθιών και του μήκους ταξιανθίας ανά φυτό, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	76
Πίνακας 3.14: Ανάλυση παραλλακτικότητας του βάρους 1000 σπόρων, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	77
Πίνακας 3.15: Ανάλυση παραλλακτικότητας για την τελική απόδοση σε σπόρο, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	78
Πίνακας 3.16: Ανάλυση παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας φυτομάζας, με επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ .	80
Πίνακας 4.1: Σύσταση ξηράς ουσίας έξι κτηνοτροφικών φυτών.	88

Πίνακας 4.2: Συσχετίσεις (r) των μεταβλητών χαρακτηριστικών ποιότητας φυτομάζας.....	88
--	----

## Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων: Η διακύμανση της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος.....	40
Διάγραμμα 3.1: Επίδραση της λίπανσης στην πορεία ανάπτυξης των φυτών.....	42
Διάγραμμα 3.2: Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών στις 61 Ημέρες Από τη Σπορά.....	42
Διάγραμμα 3.3: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στην πορεία ανάπτυξης των φυτών.....	43
Διάγραμμα 3.4 : Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ύψος των φυτών α) στις 67 και β) στις 74 Ημέρες Από τη Σπορά.....	43
Διάγραμμα 3.5: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό κόμβων των φυτών. ....	44
Διάγραμμα 3.6: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό κόμβων των φυτών. ....	45
Διάγραμμα 3.7: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό κόμβων των φυτών α) στις 61 και β) στις 81 Ημέρες Από τη Σπορά. ....	45
Διάγραμμα 3.8: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό πλάγιων βλαστών των φυτών.....	46
Διάγραμμα 3.9: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό πλάγιων βλαστών των φυτών. ....	47
Διάγραμμα 3.10: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό πλάγιων βλαστών των φυτών στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά.....	47
Διάγραμμα 3.11: Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των βλαστών των φυτών.....	49
Διάγραμμα 3.12: Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των βλαστών των φυτών στις 111 ημέρες από τη σπορά. ....	49
Διάγραμμα 3.13: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος βλαστών των φυτών. ....	50

Διάγραμμα 3.14: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος βλαστών των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά .....	51
Διάγραμμα 3.15: Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των φύλλων των φυτών.....	52
Διάγραμμα 3.16: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος φύλλων των φυτών.....	53
Διάγραμμα 3.17: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος φύλλων των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά .....	54
Διάγραμμα 3.18: Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των φυτών.....	55
Διάγραμμα 3.19: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος των φυτών.....	56
Διάγραμμα 3.20: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο συνολικό νωπό βάρος των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά .....	57
Διάγραμμα 3.21: Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος ανά φυτό.....	58
Διάγραμμα 3.22: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος ανά φυτό.....	59
Διάγραμμα 3.23: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος βλαστών των φυτών.....	60
Διάγραμμα 3.24: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος βλαστών των φυτών.....	61
Διάγραμμα 3.25: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος βλαστών των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά .....	62
Διάγραμμα 3.26: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών.....	63
Διάγραμμα 3.27: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά.....	64
Διάγραμμα 3.28: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος φύλλων των φυτών.....	64
Διάγραμμα 3. 29: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος φύλλων των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά.....	66

Διάγραμμα 3.30: Αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος φύλλων του φυτού στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά. ....	66
Διάγραμμα 3.31: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φυτών.....	67
.....	68
Διάγραμμα 3.32: Επίδραση της λίπανσης στο συνολικό ξηρό βάρος στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά.....	68
Διάγραμμα 3.33: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος των φυτών. ....	68
Διάγραμμα 3.34: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο συνολικό ξηρό βάρος των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά.....	70
Διάγραμμα 3. 35: Αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών στο συνολικό ξηρό βάρος του φυτού στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά.....	70
Διάγραμμα 3.36: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος ανά φυτό. ....	71
Διάγραμμα 3.37: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος ανά φυτό.....	71
Διάγραμμα 3.38: Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας. ....	73
Διάγραμμα 3.39: Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις 61 Ημέρες Από τη Σπορά. ....	73
Διάγραμμα 3.4024: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας. ....	74
Διάγραμμα 3.41: Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121 Ημέρες Από τη Σπορά .....	75
Διάγραμμα 3.42: Αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις 61 Ημέρες Από τη Σπορά.....	75
Διάγραμμα 3.43: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό ταξιανθιών ανά φυτό.....	76
Διάγραμμα 3.44: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο μήκος ταξιανθίας.....	77

Διάγραμμα 3.45: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο βάρος 1000 σπόρων.....	78
Διάγραμμα 3.46: Αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών στην απόδοση σε σπόρο.....	79
Διάγραμμα 3.257: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό τέφρας της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών.....	80
Διάγραμμα 3.48: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό αζωτούχων ουσιών της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών. ....	81
Διάγραμμα 3.49: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό λιπαρών ουσιών της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών.....	81
Διάγραμμα 3.50: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό ινωδών ουσιών της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών.....	81
Διάγραμμα 3.51: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό NDF της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών....	82
Διάγραμμα 3.52: Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό ADF της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών....	82
Διάγραμμα 4.1: Γραμμική σχέση μεταξύ νωπού και ξηρού βάρους φυτών. ....	85
Διάγραμμα 4.2: Γραμμική σχέση μεταξύ ξηρού βάρους και δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI).....	86
Διάγραμμα 4.3: Γραμμική σχέση μεταξύ μήκους ταξιανθίας και ύψους. ....	86
Διάγραμμα 4.4: Γραμμική σχέση μεταξύ ινωδών ουσιών και ξηρού βάρους.....	89
Διάγραμμα 4.5: Γραμμική σχέση μεταξύ NDF και ξηρού βάρους. ....	89
Διάγραμμα 4.6: Γραμμική σχέση μεταξύ ADF και ξηρού βάρους.....	90

## 1. Εισαγωγή

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

Η κλιματική αλλαγή είναι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις του αιώνα μας και πρόκειται να μεταβάλλει σημαντικά την παγκόσμια παραγωγή τροφίμων. Η ξηρασία, τα ακραία καιρικά φαινόμενα: θύελλες, πλημμύρες, κ.λπ., η αύξηση της θερμοκρασίας και η άνοδος του επιπέδου της θάλασσας προβλέπεται να εμφανίζονται πιο συχνά με σημαντική αρνητική επίδραση στην παραγωγικότητα των καλλιεργειών (Challinor et al., 2009).

Η γεωργία δεν επηρεάζεται μόνο από την αλλαγή του κλίματος αλλά επίσης συμβάλλει σε αυτό. Από τις παγκόσμιες εκπομπές αερίων, το 12,5% οφείλεται στην ανθρώπινη παραγωγή τροφίμων. Επιπλέον η εντατική γεωργία έχει οδηγήσει στην αποψίλωση των δασών, την υπερβόσκηση και την ευρεία χρήση πρακτικών, οι οποίες οδηγούν στην υποβάθμιση των εδαφών. Αυτές οι αλλαγές στη χρήση της γης συμβάλλουν σημαντικά στην παγκόσμια εκπομπή του CO<sub>2</sub> (Παντελιά Α., 2011). Έτσι η χρήση αειφόρου γεωργίας έχει καταστεί περισσότερο επείγουσα από ποτέ και για το λόγο αυτό εξετάζονται εναλλακτικές καλλιέργειες μειωμένων εισροών με μικρό οικολογικό αποτύπωμα.

Η βιολογική γεωργία θεωρείται από πολλούς ως η πιο βιώσιμη προσέγγιση στην παραγωγή τροφίμων. Δίνει έμφαση στις τεχνικές ανακύκλωσης και χαμηλών εισροών και βασίζεται στην ενίσχυση της γονιμότητας του εδάφους και της ποικιλότητας σε όλα τα επίπεδα και καθιστά τα εδάφη λιγότερο ευάλωτα στη διάβρωση.

Σε σχέση με τη συμβατική γεωργία είναι 17 φορές λιγότερο ενεργοβόρος, τροποποιεί κατά επτά φορές λιγότερο το φυσικό περιβάλλον και απασχολεί 12%



περισσότερα εργατικά χέρια συμμετέχοντας έτσι στην επίλυση των προβλημάτων αστυφιλίας.

Σήμερα η μορφή αυτή γεωργίας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε όλο τον κόσμο και συμπεριλαμβάνεται με ευκολία στα προγράμματα αγροτικής ανάπτυξης. Η ανάπτυξή της πρέπει να αποδοθεί στην οικολογική ευαισθησία του καταναλωτικού κοινού και της ιατρικής που πιέζουν για την παραγωγή υγιεινών και εκλεκτής ποιότητας προϊόντων (Μπούρμπος, 2009).

Στην Ελλάδα, η βιολογική γεωργία συμπεριλαμβανομένων και των εκτάσεων της αγρανάπαυσης και των βοσκοτόπων προσεγγίζει το 4,7% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης με αρκετά μεγάλο ρυθμό αύξησης.

Με τις υπάρχουσες κοινωνικοπολιτικές συνθήκες, μια χώρα σαν την Ελλάδα, που ένα μεγάλο μέρος της οικονομίας της στηρίζεται στην γεωργία, έχει ανάγκη από νέες καλλιέργειες που να μπορούν να ενταχθούν ομαλά στα υπάρχοντα συστήματα, με ιδιαίτερη έμφαση στην προστασία του περιβάλλοντος και την τόνωση της τοπικής οικονομίας.

Μέσα στα πλαίσια της αναζήτησης νέων καλλιεργειών, εκπονήθηκε η παρούσα μελέτη, με στόχο τη διερεύνηση δυνατοτήτων για βιολογική καλλιέργεια της χίας στη χώρα μας.

## **1.1 Ιστορική Αναδρομή**

Πριν πολλά χρόνια, οι σπόροι της χίας ήταν αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφής των Αζτέκων και των Μάγια στη Λατινική Αμερική και βασική τροφή του στρατού των Αζτέκων, ενώ επίσης χρησιμοποιούνταν και για ιατρικούς λόγους. Για πολλά χρόνια, οι άνθρωποι εξήραν τους σπόρους chia για τις θρεπτικές τους ιδιότητες, ειδικά για εξαιρετικά δραστήριους ανθρώπους. Όπως παρατηρούμε και στον Πίνακα 1.1, οι σπόροι της χίας είναι ιδιαίτερα υψηλής διατροφικής αξίας.

**Πίνακας 1.1:** Θρεπτική αξία των σπόρων χίας (Τα ποσοστά απεικονίζουν τη διατροφική τιμή αναφοράς) Πηγή: USDA.

<b>Θρεπτική Αξία ανά 100 g</b>		
<b>Ενέργεια</b>	2,034 kJ	(486kcal)
<b>Υδατάνθρακες</b>	42.12 g	
<b>Ινώδεις Ουσίες</b>	34.4 g	
<b>Λιπαρές Ουσίες</b>	30.74 g	
<b>Κορεσμένα Λιπαρά</b>	3.330 g	
<b>Μονοακόρεστα</b>	2.309 g	
<b>Πολυακόρεστα</b>	2.3665 g	
<b>Πρωτεΐνες</b>	16.54 g	
<b>Βιταμίνες</b>		
<b>Βιταμίνη Α</b>	54 µg	7%
<b>Θειαμίνη (B1)</b>	0.62 mg	54%
<b>Ριβοφλαβίνη (B2)</b>	0.17 mg	14%
<b>Νιασίνη (B3)</b>	8.83 mg	59%
<b>Φολικό (B9)</b>	49 µg	12%
<b>Βιταμίνη C</b>	1.6 mg	2%
<b>Βιταμίνη E</b>	0.5 mg	3%
<b>Ιχνοστοιχεία</b>		
<b>Ασβέστιο</b>	631 mg	63%
<b>Σίδηρος</b>	7.72 mg	59%
<b>Μαγνήσιο</b>	335 mg	94%
<b>Μαγγάνιο</b>	2.723 mg	130%
<b>Φώσφορος</b>	860 mg	123%
<b>Κάλιο</b>	407 mg	9%
<b>Νάτριο</b>	16 mg	1%
<b>Ψευδάργυρος</b>	4.58 mg	48%

Υπάρχουν στοιχεία πως οι σπόροι της χίας χρησιμοποιούνταν στη διατροφή των ανθρώπων από το 3500 π.Χ. και ως μονάδα ανταλλαγής προϊόντων στο κεντρικό Μεξικό από το 1500 π.Χ. ως το 900 π.Χ..

Προκολομβιανοί πολιτισμοί, χρησιμοποιούσαν τη χία ως πρώτη ύλη για την παρασκευή φαρμάκων, διατροφικών συμπληρωμάτων, ακόμα και στη ζωγραφική, αφού το εξαγόμενο από τη χία λάδι, βελτιώνει την ποιότητα των χρωμάτων και των

βερνικιών (Martinez, 1959). Αναφορές υπάρχουν επίσης και για τη χρήση των ελαίων της χίας στην παρασκευή αρωμάτων.

Η χία καλλιεργούνταν στην Κοιλάδα του Μεξικό από το 2600 π.Χ. από τις φυλές Teotihuacan και Toltec. Η λέξη χία, μάλιστα προέρχεται από τη λέξη *chian* των Toltec, που σημαίνει ελαιώδης, δίνοντας με αυτόν τον τρόπο την περιγραφή του σπόρου της χίας, αφού έχει υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι (Sahagún, 1579). Έτσι, θεωρείται πως η καλλιέργεια της χίας στο Μεξικό, προηγείται της έλευσης των Αζτέκων (Rodrigues Vallejo, 1992). Με τη σειρά τους οι τελευταίοι, διέδωσαν την καλλιέργεια στις περιοχές που μετέπειτα κατακτούσαν. Η φυλή των Μάγια, αργότερα, συνέχισε την παράδοση της καλλιέργειας και χρήσης του φυτού, μέχρι την κατάκτηση των εδαφών από τους Ισπανούς, οι οποίοι κατέστρεψαν τις καλλιέργειες και την αγροτική παραγωγή, καθώς και όλη την εμπορική δραστηριότητα των γηγενών.

Παρόλα αυτά, η χία επέζησε αλλά πλέον καλλιεργούνταν σε ελάχιστες περιοχές στο Μεξικό και τη Γουατεμάλα, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές επικρατούσε ως αγριόχορτο που μάζευαν οι εναπομείναντες άγριοι πληθυσμοί. Όπως αναφέρει και ο Hicks (1966), η χία πια χρησιμοποιούνταν από τους απόγονους των πρωτόγονων ανθρώπων, που ανακάλυψαν τη χρησιμότητά της.

Ύστερα από την κατάκτηση των Ισπανών, έχουν υπάρξει διάφορες αναφορές για καλλιέργεια της χίας, που χρονολογούνται από το 1581 ως το 1789. Το 1780, μάλιστα, σύμφωνα με τους Cortez και Larraz (1958), υπάρχουν αναφορές που συγκαταλέγουν τη χία στα καλλιεργούμενα φυτά του San Antonio Paloró (γεωγραφικό διαμέρισμα Sololá, Γουατεμάλα). Από τότε και μέχρι σήμερα η χία έχει γίνει περισσότερο γνωστή, κυρίως για την υψηλή περιεκτικότητά των σπόρων της σε  $\omega$ -3 λιπαρά οξέα (Cahill, 2003).

Αλεσμένοι ή ολόκληροι σπόροι χρησιμοποιούνται ακόμη σε Παραγουάη, Βολιβία, Αργεντινή, Μεξικό και Γουατεμάλα για την παρασκευή θρεπτικών δροσιστικών ποτών καθώς και ως βασική τροφή στην καθημερινότητά τους (Κίντζιος, 2000).



**Εικόνα 1.1:** Σχέδιο από το βιβλίο Florentine Codex, που απεικονίζει φυτό χίας.

## 1.2 Βοτανική Ταξινόμηση

Το είδος *Chia hispanica* L. είναι ένα είδος ανθοφόρων φυτών της οικογένειας Lamiaceae. Το βοτανικό του όνομα δόθηκε από τον Ληναίο στο βιβλίο του “Species Plantarum” (Linnaeus, 1857). Είναι ετήσιο φυτό, όρθιας ανάπτυξης, το οποίο διακλαδίζεται. Όπως αναφέρουμε και πιο πάνω, πιθανές χώρες προέλευσης θεωρούνται το Μεξικό και η Γουατεμάλα.



**Εικόνα 1.2:** Φυτό χίας.

### 1.3 Σκοπός Καλλιέργειας – Χρήσεις

Η χία παραδοσιακά καταναλώνεται στο Μεξικό και τις νοτιοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες, αλλά δεν είναι ευρέως γνωστή στην Ευρώπη. Σήμερα, καλλιεργείται σε εμπορική κλίμακα για τους σπόρους της, στη χώρα προέλευσής της, το Μεξικό, καθώς και στη Βολιβία, την Αργεντινή, το Εκουαδόρ, τη Νικαράγουα, τη Γουατεμάλα, και την Αυστραλία. Ένα συγγενικό είδος, το *Salvia columbariae* ή αλλιώς χρυσή χία, χρησιμοποιείται με τον ίδιο τρόπο, αλλά δεν καλλιεργείται εμπορικά. Οι σπόροι της *Salvia hispanica* πωλούνται πλέον συχνά κάτω από την κοινή ονομασία "Chia", αλλά και με διάφορες άλλες εμπορικές ονομασίες. Χρησιμοποιούνται ολόκληροι οι σπόροι ή αλεσμένοι για την παρασκευή δροσιστικών ποτών με υψηλή θρεπτική αξία (*Chia fresca*), καθώς και στην αρτοποιία και τη ζαχαροπλαστική. Για αρκετά χρόνια η χία κυκλοφορούσε σε κάποιες χώρες ως διακοσμητικό εποχιακό φυτό (*Chia pet*), χωρίς να δίνεται βάση στις ευεργετικές ιδιότητες του φυτού. Παράλληλα οι σπόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπλήρωμα διατροφής σε παραγωγικά ζώα, όπως ψάρια, όρνιθες, βοοειδή με σκοπό την αύξηση της περιεκτικότητας σε ω-3 λιπαρά, των προϊόντων που παράγουν, καθώς από πρόσφατες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, έχουν προκύψει αξιοσημείωτα αποτελέσματα (Silva et al., 2013).



**Εικόνα 1.3:** Η χία σε διάφορες μορφές.

Οι σπόροι της χίας είναι πλούσιοι σε ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, με την υψηλότερη γνωστή περιεκτικότητα, περίπου 60% σε α-λινολενικό οξύ (LNA, 18:3n-3), δεδομένου ότι η περιεκτικότητά τους σε λάδι κυμαίνεται από 25-38% (Ixtaina et al., 2008). Το α-λινολενικό οξύ είναι ένα λιπαρό οξύ που σχετίζεται με την υγιή ανάπτυξη

των παιδιών, την πρόληψη καρδιακών παθήσεων, της θρόμβωσης, της υπέρτασης, των φλεγμονών και των αυτοάνοσων διαταραχών (Flax Council of Canada, 1998).

Τα ω-3 λιπαρά οξέα είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη του νευρικού συστήματος και την ωρίμανση οπτικού νεύρου στα πρόωρα νεογνά και στα νήπια (Neuringer and Connor, 1986). Ελλιπής πρόσληψη των ω-3 λιπαρών οξέων αυξάνει τις πιθανότητες πρόκλησης διαβήτη, καρκίνου, αρθρίτιδας, κατάθλιψης, καρδιακών παθήσεων, υπέρτασης και αλλεργιών (Morris, 2007). Η σημασία των ω-3 λιπαρών οξέων στη διατροφή αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο.

#### **1.4 Τα Ωμέγα - 3 λιπαρά οξέα και ο ρόλος τους στη ζωή μας**

Τεράστιες αλλαγές στην ανθρώπινη διατροφή και την κατανάλωση ενέργειας σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια της γεωργικής επανάστασης, όπου αυξήθηκε η κατανάλωση φυτικών προϊόντων, και στη συνέχεια της βιομηχανικής επανάστασης, όπου η σύσταση των τροφών άλλαξε μέσα από τις διάφορες επεξεργασίες στις οποίες υφίστανται (Simopoulos, 1998, Lichtenstein, 1999). Αποτέλεσμα αυτών των αλλαγών είναι, οι σύγχρονες διατροφικές συνήθειες του δυτικού κόσμου, να χαρακτηρίζονται από αυξημένα ποσοστά σε λιπαρές ουσίες, κορεσμένα λίπη και ωμέγα-6 λιπαρά οξέα, σε αντίθεση με τα μειωμένα ποσοστά των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων. Η αναλογία ω-6 προς ω-3 λιπαρά οξέα, σήμερα κυμαίνεται από 10:1 ως 20:1, ενώ την Παλαιολιθική περίοδο ήταν περίπου 1:1 (Eaton et al., 1998). Επιδημιολογικές μελέτες υποστηρίζουν την έντονη ανάγκη να επιστρέψουμε στις παλιές διατροφικές συνήθειες (Simopoulos, 1998).

Μεταξύ του 1996 και 1999, η παγκόσμια παραγωγή λιπιδίων ήταν 117.2 εκατομμύρια τόνοι. Από αυτά, οι 78.5 εκατομμύρια τόνοι χρησιμοποιήθηκαν για ανθρώπινη κατανάλωση, από τα οποία οι 59.6 εκατομμύρια τόνοι προέρχονταν από φυτικά έλαια, ενώ οι υπόλοιποι 18.9 από ζωικό λίπος (Food and Agriculture Organization, 2001). Από τα φυτικά έλαια που χρησιμοποιούνται στην ανθρώπινη διατροφή, το 99 τοις εκατό προέρχεται από δώδεκα φυτά, και από αυτό το 80 τοις εκατό προέρχεται από μόνο 5 φυτά (σογιέλαιο, αραχιδέλαιο, ηλιέλαιο, κραμβέλαιο, φοινικέλαιο). Τα έλαια αυτά έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ωμέγα-3 λιπαρά οξέα και μέτρια ως υψηλή σε ωμέγα-6 λιπαρά οξέα (Πίνακας 1.2).

**Πίνακας 1.2:** Περιεκτικότητα (%) σε λιπαρά οξέα εννιά σημαντικότερων ελαιοδοτικών φυτών (Πηγή: Ayerza and Coates, 2005).

	Κορεσμένα	Ολεϊκό	Λινολεϊκό (ω-6)	Λινολενικό (ω-3)	Άλλα
<b>Ελαιοκράμβη</b>	6	64.1	18.7	9.2	2
<b>Χία</b>	9.4	7.8	20.2	62.7	0
<b>Αραβόσιτος</b>	14.5	27.5	57	0.9	0.1
<b>Λινάρι</b>	9.4	19.9	15.9	52.7	2
<b>Ελιά</b>	17.4	71.1	10	0.6	0.9
<b>Σόγια</b>	15.2	23.4	53.2	7.8	0.4
<b>Ηλίανθος</b>	12.3	18.6	68.2	0.5	0.4
<b>Αραχίδα</b>	51.3	38.8	9.4	0.3	0.2
<b>Φοίνικας</b>	83.9	13.7	2	0	0.1

Σύμφωνα με επιστημονικά στοιχεία, οι δημητριακοί καρποί, που αποτελούν τη βάση της διατροφής μας, παρουσιάζουν σημαντικές θρεπτικές ελλείψεις, και οι διαφορές μεταξύ των γενετικών διατροφικών αναγκών και της ανθρώπινης διατροφής θεωρούνται υπαίτιες για πολλές χρόνιες παθήσεις (Eaton et al., 1998; Cordain, 1999). Οι κύριες ελλείψεις των δημητριακών, είναι σε βιταμίνες Α και C, β-καροτένιο, ασβέστιο, ωμέγα-3 λιπαρά οξέα και κάποια αμινοξέα, όπως η λυσίνη και η θυρεονίνη. Άλλο ένα σημαντικό πρόβλημα, είναι πως τα δημητριακά, έχουν σημαντική δυσαναλογία μεταξύ των ω-3 και ω-6 λιπαρών οξέων, με τα τελευταία να υπερισχύουν (Ayerza and Coates, 2005).

Τα λιπαρά οξέα και τα προϊόντα που προέρχονται από το μεταβολισμό τους εξυπηρετούν τρεις βασικές λειτουργίες:

1. Λειτουργούν ως αποθήκες ενέργειας και παρέχουν προστασία από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η χαμηλή ατμοσφαιρική θερμοκρασία.
2. Αποτελούν θεμελιώδες συστατικό των κυτταρικών μεμβρανών, παρέχοντας τους ελαστικότητα.
3. Λειτουργούν ως πρόδρομες ουσίες, για τη δημιουργία ορμονικών συμπλεγμάτων, όπως οι προσταγλαδίνες και οι θρομβοξάνες, που συμμετέχουν σε πολλές φυσιολογικές διεργασίες σχετικές με το κεντρικό νευρικό σύστημα, το καρδιαγγειακό σύστημα, τους ανοσολογικούς μηχανισμούς κ.α. (American Heart Association, 1988; Welch and Borlakoglu, 1992; Muggli and Clough, 1994, Nettleton, 1995).

Κορεσμένα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα μπορούν να συντεθούν στο ανθρώπινο σώμα, ενώ ωμέγα-3 και ωμέγα-6 λιπαρά οξέα, δεν μπορούν. Γι' αυτό το λόγο είναι σημαντικό να προσλαμβάνονται με την τροφή (Welch and Borlakoglu, 1992; Muggli and Clough; 1994, Budowski, 1988). Έλλειψη πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, χαρακτηρίζεται από καταστροφή του ιστού της επιδερμίδας, μεγάλη απώλεια νερού από το δέρμα, καθώς και ανωμαλίες στην ανάπτυξη και την ορμονική ισορροπία (Welch and Borlakoglu, 1992; Muggli and Clough, 1994; Nettleton, 1995).

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1.3, οι σπόροι της χίας, αποτελούν εξαιρετική πηγή α-λινολενικού οξέος που αποτελεί την πρόδρομο ουσία για τη σύνθεση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, μέσω της μεταβολικής δραστηριότητας στο ανθρώπινο σώμα (Sargi et al., 2013).

**Πίνακας 1.3:** Περιεκτικότητα (%) σε λιπαρά οξέα χίας, σε πέντε χώρες (Πηγή: Ayerza and Coates, 2005).

	Ολεϊκό	Λινολεϊκό (ω-6)	α-Λινολενικό (ω-3)	Στεατικό	Παλμιτικό
<b>Argentina</b>	6.7	19.5	63.1	3	7
<b>Bolivia</b>	7.1	18.7	63.6	2.7	7.4
<b>Colombia</b>	6.7	19.2	57.9	3.5	7.5
<b>Mexico</b>	7.5	19.6	61.6	3.3	6.7
<b>Peru</b>	6.9	18.4	64.2	3	7.2

## 1.5 Τάσεις Καλλιέργειας

Κύριες παραγωγές χώρες της χίας θεωρούνται η Αργεντινή, η Βολιβία, το Περού και το Εκουαδόρ, με την Αργεντινή και τη Βολιβία να αποτελούν τους βασικούς προμηθευτές χίας στη Λατινική Αμερική (Ayerza and Coates, 2005). Από το 2007, εμπορικής κλίμακας καλλιέργεια χίας πραγματοποιείται και στην Αυστραλία, ενώ υπάρχουν στοιχεία για καλλιέργεια της χίας σε τέτοια κλίμακα και στην Παραγουάη. Η ζήτηση στη χία ολοένα αυξάνεται όσο γίνεται πιο γνωστή στο ευρύ κοινό, με αποτέλεσμα να πραγματοποιούνται όλο και περισσότερες έρευνες με σκοπό τη



μελέτη της προσαρμοστικότητας του φυτού σε μεγαλύτερο εύρος περιοχών και τη δυνατότητα καλλιέργειας της χίας σε αυτές.

## 1.6 Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

Η χία (*Salvia hispanica* L.) είναι ετήσιο φυτό, ύψους 1 – 1,5 m. Ο βλαστός είναι τετράγωνος, με ελαφριά χνόωση και σχηματίζει πλάγιους βλαστούς της ίδιας μορφολογίας σε κάθε κόμβο. Τα φύλλα είναι έμμισχα, χνοώδη, με οδοντωτό περίγραμμα, μήκους 8 – 10 cm και πλάτους 4 – 6 cm.



**Εικόνα 1.4:** Φυτό χίας στις 55 και στις 121 ημέρες από τη σπορά.

Σχηματίζει ταξιανθία στάχυ, επάκρια και μασχαλιαία, τόσο ο κύριος, όσο και οι πλάγιοι βλαστοί (Εικόνα 1.5). Τα άνθη προστατεύονται από μικρά πλατιά βράκτια φύλλα, που καταλήγουν σε μακριές μυτερές άκρες. Ο κάλυκας είναι ογκώδης, κυλινδρικός, με λευκό χνούδι και οδοντωτή απόληξη. Η στεφάνη του άνθους είναι σωληνοειδής, χρώματος μπλε, με τέσσερις στήμονες, δύο από τους οποίους είναι στείροι. Η ωθήκη είναι τετράχωρη, δισκοειδής και το στίγμα δισχιδές (Ayerza and Coates, 2005).



**Εικόνα 1.5:** Ταξιανθίες χίας.

Οι χαρακτηριστικοί στήμονες και το σχήμα, όπως και το χρώμα του άνθους υποδεικνύουν πως η χία είναι σταυρογονιμοποιούμενο φυτό και εντομόφιλο (Ramamoorthy and Elliot, 1993).



**Εικόνα 1.6:** Σταυρογονιμοποίηση χίας από έντομα.

Οι σπόροι είναι οβάλ, μήκους 1,5 – 2 mm και έχουν χρώμα καφέ – γκρι, με σκουρόχρωμες κηλίδες, ενώ μερικοί σπόροι μπορεί να είναι και λευκοί με γκρι κηλίδες (Rulfo, 1937; Martinez, 1994).



**Εικόνα 1.7:** Αποξηραμένες ταξικαρπίες και σπόροι χίας.

### **1.7 Βιολογικός Κύκλος**

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού ποικίλλει ανάλογα με την τοποθεσία της καλλιέργειας, και επηρεάζεται από το υψόμετρο (Ayerza and Coates, 2009a). Σε καλλιέργειες εμπορικής κλίμακας, σε διαφορετικά οικοσυστήματα στην Αργεντινή, τη Βολιβία και το Εκουαδόρ, ο βιολογικός κύκλος της χίας κυμαίνεται από 100 – 150 ημέρες (Ayerza and Coates, 2009b). Στη νοτιοδυτική Αργεντινή, σε υψόμετρο από 900 ως 1500 m, έχουν γίνει αναφορές για διάρκεια βιολογικού κύκλου από 120 ως 180 ημέρες (Coates and Ayerza, 1998).

### **1.8 Οικολογικές Απαιτήσεις**

Η χία είναι φυτό μικρής ημέρας (Jamboonsri et al., 2012), με ενδεικτικό της φωτοπεριοδικής του ευαισθησίας και της απώλειας φωτοπεριοδικής μεταβλητότητας των παραδοσιακών ποικιλιών, το γεγονός ότι η καλλιέργειά της περιορίζεται στην τροπική και υποτροπική ζώνη, όπου ευδοκιμεί. Δεν είναι καθόλου ανθεκτική στον παγετό. Προτιμά πηλοαμμώδη εδάφη, ενώ αναπτύσσεται και σε αργιλοπηλώδη εδάφη, όταν εξασφαλίζεται καλή αποστράγγιση.

## **1.9 Καλλιεργητικές Φροντίδες**

### **1.9.1 Προετοιμασία Αγρού**

Κατά την προετοιμασία του αγρού ενδείκνυται χειμωνιάτικο όργωμα σε μικρό βάθος που μειώνει τον αριθμό ζιζανίων που θα εμφανιστούν στην επιφάνεια του αγρού. Μειωμένη κατεργασία ή ακαλλιέργεια είναι επίσης ευεργετικές λόγω της αυξημένης οργανικής ουσίας, της διατήρησης υγρασίας και του περιορισμού εμφάνισης εδαφικής κρούστας. Κατά την προετοιμασία της σποροκλίνης είναι απαραίτητη η κατεργασία με άροτρο, για την αφρατοποίηση του εδάφους και στη συνέχεια, κατεργασία με φρέζα με σκοπό την απομάκρυνση μεγάλων συσσωματωμάτων (Cahill, 2005). Είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται καλή αποστράγγιση του εδάφους, ώστε να αποφευχθεί η απορροή των νερών της βροχής, που μπορεί να παρασύρουν τους μικρούς σπόρους (Ayerza and Coates, 2005).

### **1.9.2 Σπορά**

Ο σπόρος που χρησιμοποιείται για τη σπορά κυμαίνεται από 0,6 ως 0,8 kg, και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς που συνήθως εφαρμόζονται είναι 70 – 80 cm (Coates and Ayerza, 1998). Η σπορά γίνεται επιφανειακά, σε βάθος μικρότερο από 10 mm. Ο σπόρος της χίας απαιτεί υγρό έδαφος για να βλαστήσει, ενώ από τη στιγμή που θα εγκατασταθούν τα σπορόφυτα, μπορούν να ευδοκιμήσουν σε μεγάλο εύρος κατακρημνισμάτων.

### **1.9.3 Λίπανση – Άρδευση**

Σε ότι αφορά τη λίπανση, η χία παρουσιάζει καλή ανάπτυξη σε μέτρια γόνιμα εδάφη, αλλά μπορεί να ανταπεξέλθει και σε όξινα εδάφη με μέτρια ξηρασία (Muñoz, 2013). Η καλλιέργεια μπορεί να γίνει με χρήση μικρών ποσοτήτων λιπάσματος, ή καθόλου, ενώ οι μεγαλύτερες ποσότητες λίπανσης που έχουν αναφερθεί, υπολογίζονται στα 10 kg αζώτου ανά στρέμμα (Coates and Ayerza, 1996; Jamboonsri et al., 2012).

Σχετικά με την άρδευση, υπάρχουν αναφορές που κατατάσσουν τη χία στις ξηρικές καλλιέργειες, με την προϋπόθεση να εξασφαλίζονται από 400 mm ως 1100 mm βροχής, ανάλογα με την περιοχή.

#### **1.9.3.1 Οργανική Λίπανση**

Η γονιμότητα του εδάφους εκτιμάται από την εδαφολογική επιστήμη με βάση τα ορυκτά και τα θρεπτικά στοιχεία που απαντούν σε αυτά (Σιδηράς., 2002). Η διαχείριση της γονιμότητας του εδάφους στα συστήματα βιολογικής γεωργίας έχει βασιστεί σε κάποιες αρχές και χαρακτηρίζεται ποικιλοτρόπως από μικτή κτηνοτροφία, αμειψισπορές, χλωρές λιπάνσεις με ψυχανθή, εισροές οργανικών υλών και τη χρήση λιπασμάτων που δεν είναι ευδιάλυτα στο έδαφος (Stockdale *et al.*, 2001).

Τα ψυχανθή 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). Λόγω της ικανότητάς τους να αζωτοδεσμεύουν, όχι μόνο καλύπτουν τις ανάγκες τους σε άζωτο αλλά εμπλουτίζουν το έδαφος με αυτό, έτσι μειώνουν ή περιορίζουν την ανάγκη λίπανσης με άζωτο. Η αιφορία της χρήσης των ψυχανθών στον ανεφοδιασμό με άζωτο τόσο στη βιολογική όσο και στη συμβατική γεωργία εξαρτάται από τη σταθεροποίηση επαρκούς αζώτου στη βιομάζα των ψυχανθών, την ικανότητα του εδάφους στην αύξηση της ορυκτοποίησης του οργανικού αζώτου και την ικανότητα των γεωργικών πρακτικών να αυξήσουν ευεργετικά τη γονιμότητα του εδάφους (Ridley *et al.*, 2004).

#### **1.9.4 Διαχείριση Ζιζανίων**

Οι πρώτες 45 ημέρες από το φύτευμα είναι ιδιαίτερα κρίσιμες, καθώς το φυτό αναπτύσσεται με πολύ αργό ρυθμό και τα ζιζάνια μπορούν να ανταγωνιστούν για φως, νερό και θρεπτικά στοιχεία. Μέχρι το φύλλωμα να καλύψει την επιφάνεια του εδάφους, είναι απαραίτητος ο έλεγχος των ζιζανίων με μηχανικά μέσα. Στη συνέχεια, τα πλατιά φύλλα και η όρθια ανάπτυξη του φυτού, δημιουργούν πυκνό φύλλωμα και τα ζιζάνια παύουν να αποτελούν πρόβλημα.



**Εικόνα 1.8:** Άποψη πειραματικού αγρού 50 ημέρες μετά το φύτερωμα.



**Εικόνα 1.9:** Άποψη πειραματικού αγρού 121 ημέρες μετά το φύτερωμα.

### **1.9.5 Συγκομιδή**

Η συγκομιδή της χίας, όταν πρόκειται για καλλιέργεια εμπορικής κλίμακας, γίνεται με κοινή θεριζοαλωνιστική μηχανή, συνήθως μερικώς τροποποιημένη με σκοπό τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων. Οι τροποποιήσεις περιλαμβάνουν μικρή ανύψωση της ανέμης, έτσι ώστε να αποφεύγεται η καταστροφή των ταξιανθιών που βρίσκονται στις κορυφές των στελεχών (Coates and Ayerza, 1998). Κύριο πρόβλημα με τη μηχανική συγκομιδή, αποτελεί η ανομοιόμορφη ωρίμανση των ταξιανθιών. Η

ταξιανθία του κύριου στελέχους ωριμάζει, ενώ πολυάριθμες ταξιανθίες των πλάγιων βλαστών παραμένουν πράσινες. Η όψιμη συγκομιδή, αυξάνει τις πιθανότητες για σοβαρές απώλειες στην απόδοση, κυρίως λόγω των κακών καιρικών συνθηκών.

### **1.9.6 Εχθροί και Ασθένειες**

Δεν υπάρχουν αναφορές για έντομα και ασθένειες που μπορεί να προσβάλλουν τη χία, και για το λόγο αυτό χρειάζεται περαιτέρω έρευνα. Σε καλλιέργειες εμπορικής κλίμακας, δεν εμφανίζονται σοβαρά προβλήματα. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που παρουσιάστηκε σε Βολιβία, Αργεντινή και Κολομβία, ήταν τα μυρμήγκια, που σε ορισμένα περιοχές, είχαν αφήσει ολόκληρα σημεία κενά από σπόρους.

### **1.10 Σκοπός Πειράματος**

Αντικείμενο του πειράματος που πραγματοποιήθηκε, ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης δύο καλλιεργητικών τεχνικών, απόστασης σποράς και λίπανσης στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του φυτού χία (*Salvia hispanica*). Στην παρούσα μελέτη θα επικεντρωθούμε στην επίδραση της λίπανσης και της απόστασης, στην καλλιέργεια της χίας. Η χία ανήκει στην κατηγορία φυτών που προσφέρουν προϊόντα πλούσια σε ω-3 λιπαρά οξέα και θρεπτικά στοιχεία. Τα τελευταία χρόνια γίνεται εντονότερο το ενδιαφέρον των καταναλωτών για την παραγωγή υγιεινών και ασφαλών τροφίμων, που συμβάλλουν στη βελτίωση των διατροφικών συνηθειών και αποσκοπούν στη μείωση εμφάνισης διάφορων ασθενειών και παθήσεων σχετιζόμενων με τη διατροφή· έτσι δημιουργείται η ανάγκη αναζήτησης νέων τροφών, όπως η χία, για να καλύψει τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις της εποχής. Η αύξηση του ενδιαφέροντος για τα παραπάνω προϊόντα σε συνδυασμό με την έλλειψη πληροφοριών και εμπειρίας καλλιέργειας για το φυτό της χίας στη χώρα μας δημιουργούν ένα κενό γνώσης στην ελληνική γεωργία το οποίο καλούμαστε να καλύψουμε.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Γενικά

Στα πλαίσια της μελέτης εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός, στον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (37° 59' 01.83" N, 23° 42' 07.37" E, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας), ο οποίος δέχεται μεταχείριση ως βιολογικός αγρός από το 1995. Εγκαταστάθηκε καλλιέργεια Χίας (*Salvia hispanica L.*) από τις 10 Απριλίου έως τις 20 Δεκεμβρίου 2014.



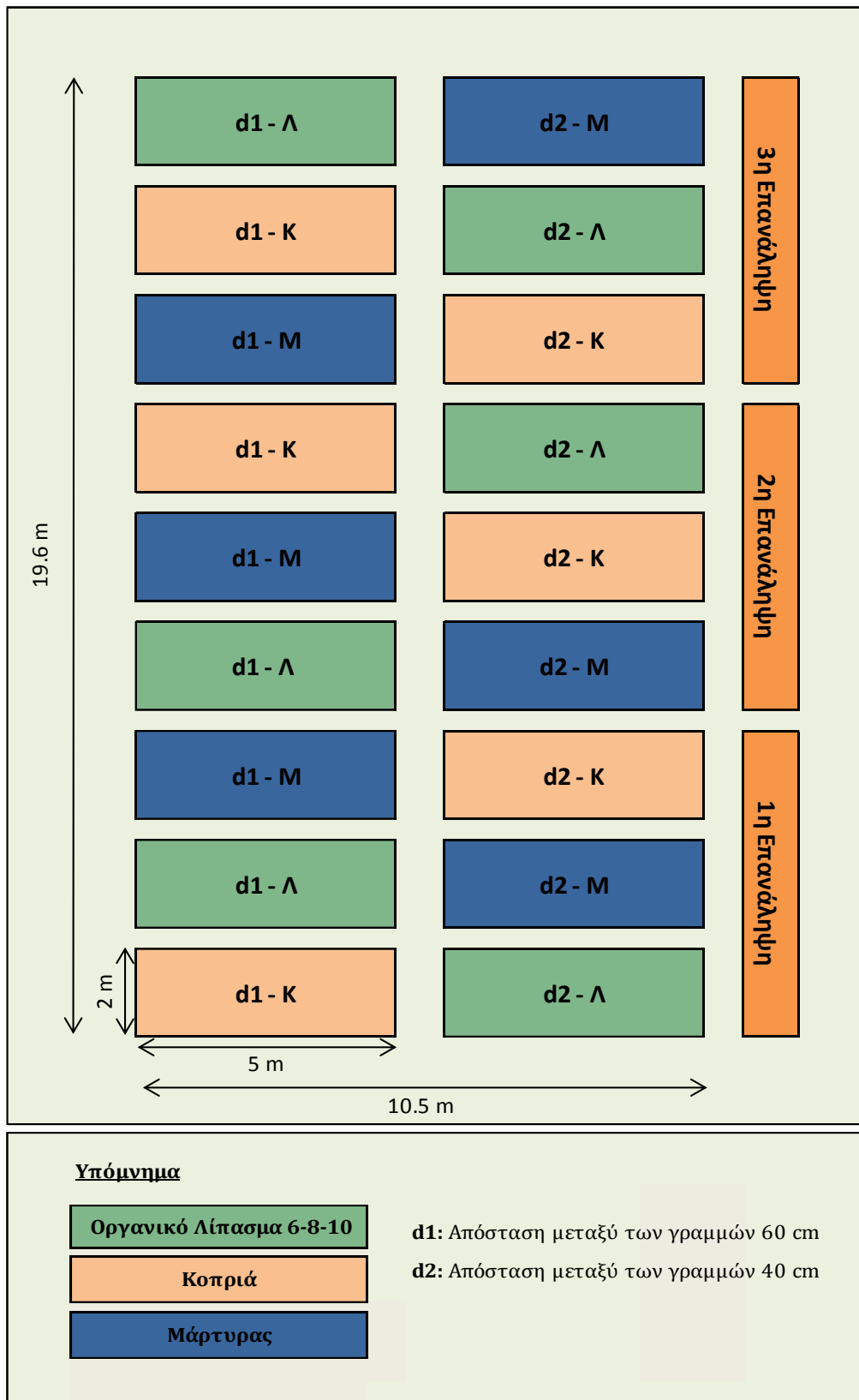
Εικόνα 2.1: Ο Πειραματικός Αγρός.

### 2.2 Πειραματικό Σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split-plot design) με δύο επεμβάσεις και τρεις επαναλήψεις ανά επέμβαση. Ο πρώτος παράγοντας που διαφοροποιήθηκε ήταν η λίπανση, που περιελάμβανε τρία επίπεδα, οργανικό λίπασμα, κοπριά, και μάρτυρα χωρίς κάποια προσθήκη λιπάσματος. Ο δεύτερος παράγοντας που μελετήθηκε ήταν η πυκνότητα σποράς, ουσιαστικά εφαρμόστηκαν δύο διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, 40



cm και 60 cm. Η συνολική έκταση του πειραματικού αγρού ήταν 205 m<sup>2</sup>, ο αριθμός τεμαχίων ήταν 18 και κάθε τεμάχιο είχε εμβαδόν 10 m<sup>2</sup>.



Σχήμα 1: Το Πειραματικό Σχέδιο.

## 2.3 Φυσικοχημικές Ιδιότητες Αγρού

Στον Πίνακα 2.1 φαίνονται τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου αγρού που χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα. Το έδαφος είναι αλκαλικό και αργιλοπηλώδες (CL) (13,9 % άμμος, 24,9% άργιλο και 61,2% ιλύς) ενώ διακρίνεται από ικανοποιητική περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και ταυτόχρονα υψηλή σε Na<sup>+</sup>.

**Πίνακας 2.1:** Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού.

CaCO <sub>3</sub>	15,99%	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37%	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na <sup>+</sup>	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H <sub>2</sub> O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλλοπηλώδες

## 2.4 Εγκατάσταση Πειράματος

Κατά τη διάρκεια προετοιμασίας του αγρού πραγματοποιήθηκε, στις 20 Μαρτίου, εδαφοκατεργασία με άροτρο σε βάθος 20 cm, για την καταστροφή της υπάρχουσας φυτομάζας και ύστερα χρησιμοποιήθηκε φρέζα για την αφρατοποίηση του εδάφους. Στη συνέχεια διαμοιράστηκαν ομοιόμορφα τα λιπάσματα σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο σε αναλογία 100 kg οργανικό λίπασμα ανά στρέμμα και 180 kg αιγοπρόβεια κοπριά ανά στρέμμα. Για την καλύτερη ενσωμάτωση των λιπασμάτων και τη διευκόλυνση της σποράς, έγινε μια ελαφριά εδαφοκατεργασία με φρέζα στα 5cm (Εικόνα 2.2). Η σπορά, στις 10 Απριλίου, έγινε με σπαρτική μηχανή χειρός σε βάθος 1 cm (Εικόνα 2.3). Αμέσως μετά τη σπορά τοποθετήθηκε σε κάθε γραμμή λεπτό στρώμα τύρφης για την αποφυγή δημιουργίας κρούστας. Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 60cm για τα μισά τεμάχια και 40 cm για τα υπόλοιπα με εννιά και 13 γραμμές ανά τεμάχιο, αντίστοιχα. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 600 gr σπόρου ανά στρέμμα.



**Εικόνα 2.2:** Ενσωμάτωση λιπασμάτων με τη χρήση φρέζας.



**Εικόνα 2.3:** Σπορά με χρήση σπαρτικής μηχανής χειρός.



**Εικόνα 2.4:** Άποψη του πειραματικού αγρού αμέσως μετά τη σπορά.

## 2.5 Άρδευση και Λίπανση

Η άρδευση του πειράματος πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο στάγδην (χρησιμοποιήθηκαν σταλακτηφόροι σωλήνες οι οποίοι τοποθετήθηκαν πάνω στις γραμμές ανά 60 cm). Έγιναν συνολικά 20 αρδεύσεις με συχνότητα 7 ημερών και η ποσότητα νερού ήταν 8 m<sup>3</sup> ανά άρδευση.

Για τη λίπανση χρησιμοποιήθηκε το βιολογικό οργανικό λίπασμα SUPER ECO-VAS, 6-8-10+3.3+0.3+1% ZnSO<sub>4</sub> από προϊόντα της κτηνοτροφίας, χωρίς καμία χημική προσθήκη ή επεξεργασία (Πίνακας 2.2), καθώς και κομποστοποιημένη κοπριά από αιγοπρόβατα.

**Πίνακας 2.2:** Θρεπτική Αξία Οργανικού Λιπάσματος SUPER ECO-VAS.

Θρεπτικά Στοιχεία %		Φυσικές Παράμετροι
Άζωτο	5,00	Περιεκτικότητα σε Υγρασία 5-6%
Φώσφορος	8,00	
Κάλιο	17,00	
Σίδηρος	3,00	
Μαγνήσιο	0,40	
Ψευδάργυρος	0,35	



Εικόνα 2.5: Συσκευασία Οργανικού Λιπάσματος.

## 2.6 Μετρήσεις αγρονομικών χαρακτηριστικών της *S. hispanica*

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του υπέργειου τμήματος του φυτού για τη μελέτη των αγρονομικών χαρακτηριστικών του και το σχεδιασμό χρήσιμων καμπύλων ανάπτυξης. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 33 ημέρες από τη σπορά, και η τελευταία στις 224 ημέρες από τη σπορά. Τα χαρακτηριστικά στα οποία ελήφθησαν παρατηρήσεις είναι τα εξής:

**Ύψος:** Η μέτρηση του ύψους των φυτών της χίας πραγματοποιήθηκε *in situ* στις δύο μεσαίες σειρές του κάθε τεμαχίου στα φυτά που υπήρχαν σε μήκος γραμμής 1 m (η απόσταση αυτή καθορίστηκε μετά το φύτευμα των φυτών). Έγιναν συνολικά 18 μετρήσεις, σε πέντε φυτικά δείγματα ανά τεμάχιο, ανά επτά ημέρες. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 33 ημέρες από τη σπορά, ενώ η τελευταία, στις 156 ημέρες από τη σπορά.

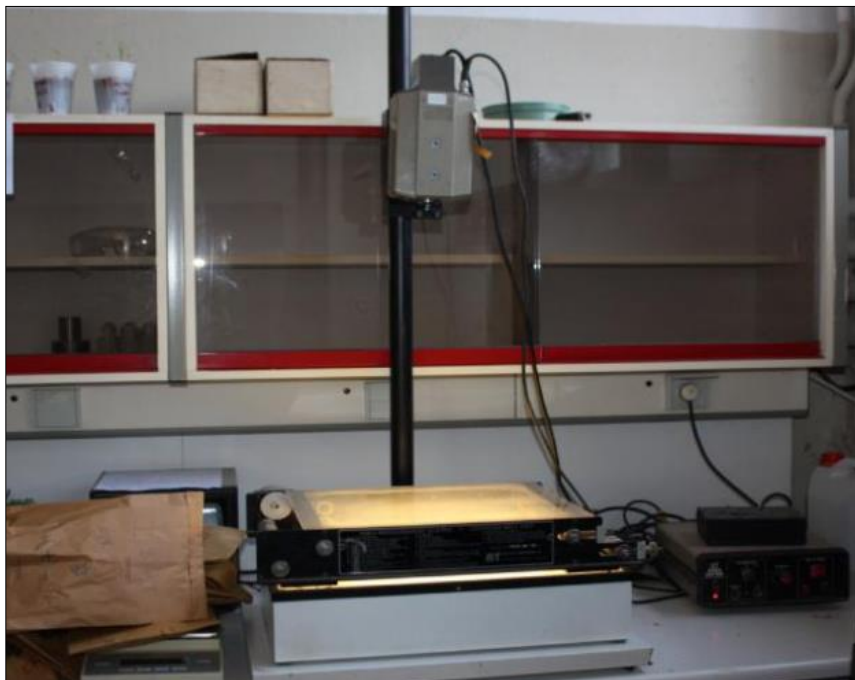
**Αριθμός κόμβων και πλάγιων βλαστών:** Μετρήθηκε ο αριθμός κόμβων ανά φυτό σε επιλεγμένα φυτά από κάθε υποτεμάχιο, ύστερα από την κοπή τους και τη μεταφορά στο εργαστήριο, όπου ακολούθησε η μέτρηση αριθμού πλάγιων βλαστών

και νωπού βάρους. Έγιναν συνολικά οχτώ μετρήσεις σε δύο φυτικά δείγματα ανά υποτεμάχιο. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 61 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά δέκα ημέρες.

**Νωπό Βάρος:** Έγινε άμεση μέτρηση του νωπού βάρους στα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν για την προηγούμενη μέτρηση.

**Ξηρό βάρος:** Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην μέτρηση του νωπού βάρους τοποθετήθηκαν σε φούρνους του Εργαστηρίου Γεωργίας σε θερμοκρασία 70 °C για 72 ώρες. Ακόλουθα, προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος τους με ζυγό ακριβείας.

**Δείκτης LAI:** Εκφράζει την πυκνότητα του φυλλώματος ως συνάρτηση της φυλλικής επιφάνειας προς την εδαφική επιφάνεια. Ο προσδιορισμός της φυλλικής επιφάνειας έγινε με τη βοήθεια της αυτόματης συσκευής *DT-area meter* (Delta-T Devices Ltd., Burwell Cambridge, UK) σε δύο φυτά ανά υποτεμάχιο (Εικόνα 2.6).



**Εικόνα 2.6:** Συσκευή υπολογισμού φυλλικής επιφάνειας *DT-area meter* (Delta-T Devices Ltd., Burwell Cambridge, UK).

**Αριθμός και μήκος ταξιανθιών:** Η μέτρηση έγινε σε δύο αντιπροσωπευτικά φυτά από κάθε υποτεμάχιο.

**Βάρος 1000 σπόρων:** Για τη μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα φυτά της προηγούμενης μέτρησης.

**Απόδοση σε σπόρο:** Για τον υπολογισμό της απόδοσης μετρήθηκε το βάρος των σπόρων φυτών 1 m κατά μήκος των γραμμών.

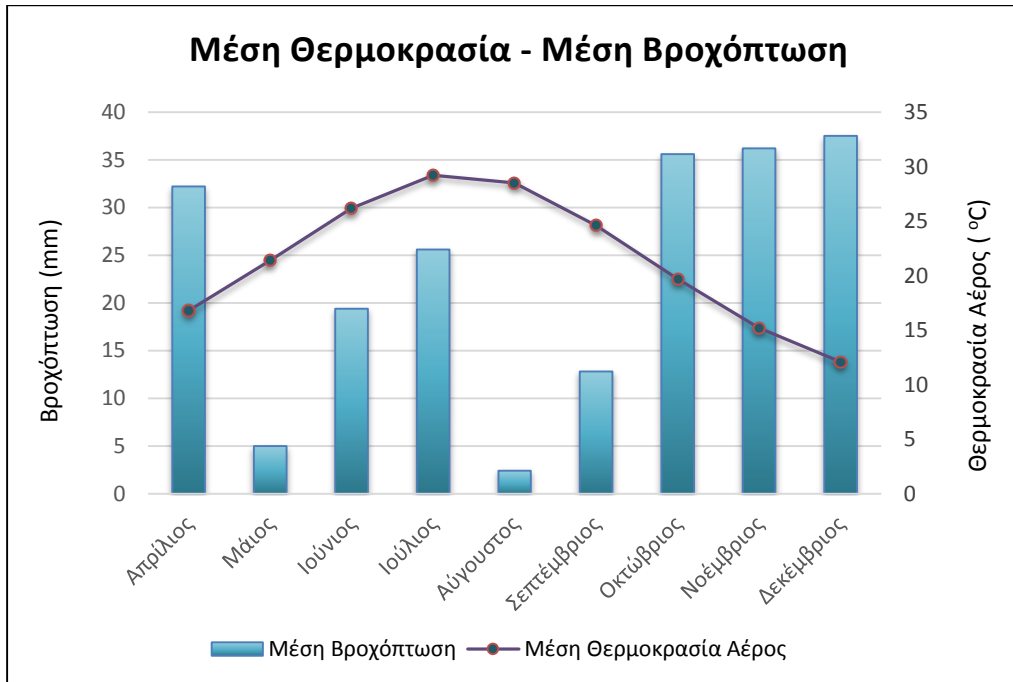
**Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Φυτομάζας:** Σε φυτά που συλλέχθηκαν στις 61, 91 και 121 ημέρες από τη σπορά, μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά τέφρα, αζωτούχες, λιπαρές, ινώδεις ουσίες, καθώς και οι αντιδιαιτητικοί παράγοντες NDF (Neutral Detergent Fiber) και ADF (Acid Detergent Fiber). Οι παράμετροι NDF και ADF μετρούν την περιεκτικότητα της φυτομάζας σε ινώδεις ουσίες, οι οποίες είναι σε μεγάλο βαθμό δύσπεπτες από τα ζώα.

## **2.7 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων**

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Statistica (Stat Soft, Inc. 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, USA). Οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, για επίπεδο σημαντικότητας 5%, και χρησιμοποιήθηκε τόσο για τις συγκρίσεις, όσο και για την ανάλυση παραλλακτικότητας.

## 2.8 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι τιμές της Μέσης Θερμοκρασίας Αέρος και της Βροχόπτωσης, φαίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



**Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων:** Η διακύμανση της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος.



### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Ύψος

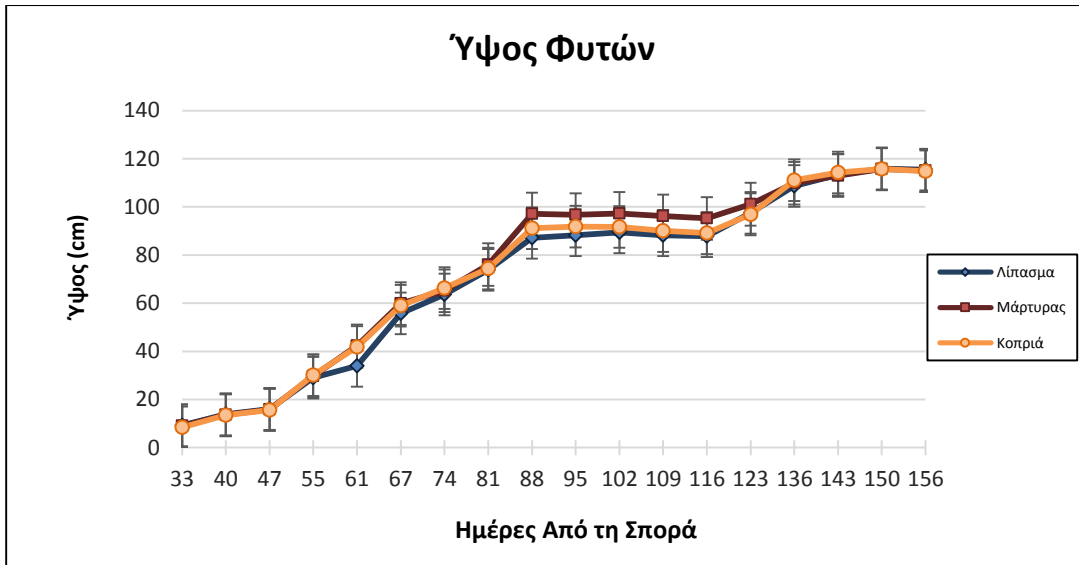
Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 18 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε 33 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά επτά ημέρες. Η επίδραση του είδους της λίπανσης στο ύψος των φυτών ήταν στατιστικά σημαντική μόνο στις 61 ημέρες από τη σπορά. Αντίστοιχα, οι διαφορετικές αποστάσεις σποράς επέδρασαν σημαντικά στο ύψος των φυτών στις 67 και 74 ημέρες από τη σπορά. Παρακάτω ακολουθεί η στατιστική ανάλυση καθώς και τα διαγράμματα επίδρασης των δύο επεμβάσεων στην εξέλιξη ανάπτυξης του φυτού.

**Πίνακας 3.1:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του ύψους των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

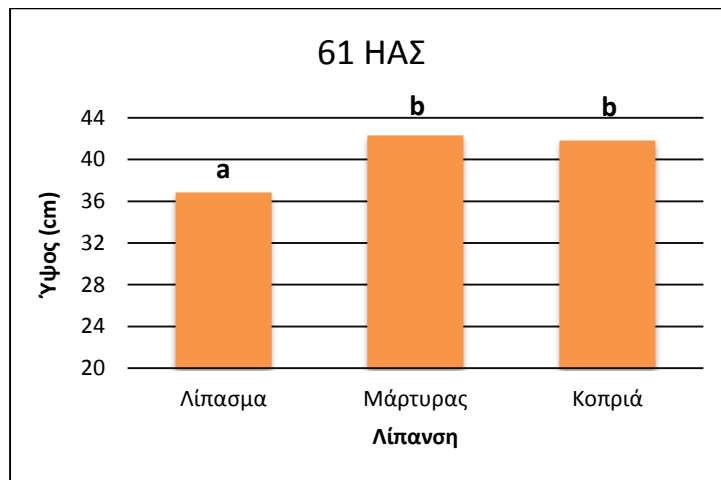
	ΒΕ	33 ΗΑΣ		40 ΗΑΣ		47 ΗΑΣ		55 ΗΑΣ		61 ΗΑΣ		67 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	0,500	0,49297	0,430	0,52444	1,948	0,18805	1,564	0,23494	0,005	0,94264	4,765	<b>0,04964</b>
Λίπανση	2	0,294	0,75057	0,065	0,93755	0,039	0,96200	0,186	0,83302	5,306	<b>0,02234</b>	0,909	0,42906
Απόσταση*Λίπανση	2	0,952	0,41323	0,779	0,48080	0,249	0,78344	1,438	0,27549	0,291	0,75292	0,295	0,75004
	ΒΕ	74 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		88 ΗΑΣ		95 ΗΑΣ		102 ΗΑΣ		109 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	5,805	<b>0,03295</b>	0,061	0,80958	2,637	0,13038	2,123	0,17078	1,089	0,31721	0,523	0,48333
Λίπανση	2	0,952	0,41340	0,104	0,90191	1,055	0,37837	0,981	0,40326	0,936	0,41920	1,140	0,35229
Απόσταση*Λίπανση	2	1,119	0,35852	0,447	0,64961	0,722	0,50559	0,751	0,49266	0,715	0,50909	0,699	0,51640
	ΒΕ	116 ΗΑΣ		123 ΗΑΣ		136 ΗΑΣ		143 ΗΑΣ		150 ΗΑΣ		156 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	0,546	0,47408	0,788	0,39219	2,750	0,12312	1,914	0,19171	1,273	0,28135	1,370	0,26453
Λίπανση	2	1,062	0,37621	0,418	0,66734	0,102	0,90402	0,034	0,96712	0,001	0,99919	0,010	0,99040
Απόσταση*Λίπανση	2	0,742	0,49661	0,231	0,79687	0,576	0,57701	0,684	0,52320	1,022	0,38926	0,989	0,40023

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών επιπέδων λίπανσης, παρατηρήθηκαν στη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 61 ημέρες από τη σπορά, με τιμές που κυμάνθηκαν στα 36.9 cm για το οργανικό λίπασμα, 41.8 cm για την κοπριά και 42.3 cm για το μάρτυρα. Μετά τις 74 ημέρες από

τη σπορά και μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου το ύψος των φυτών δεν διαφοροποιούνταν σημαντικά ανάμεσα στις διάφορες επεμβάσεις.



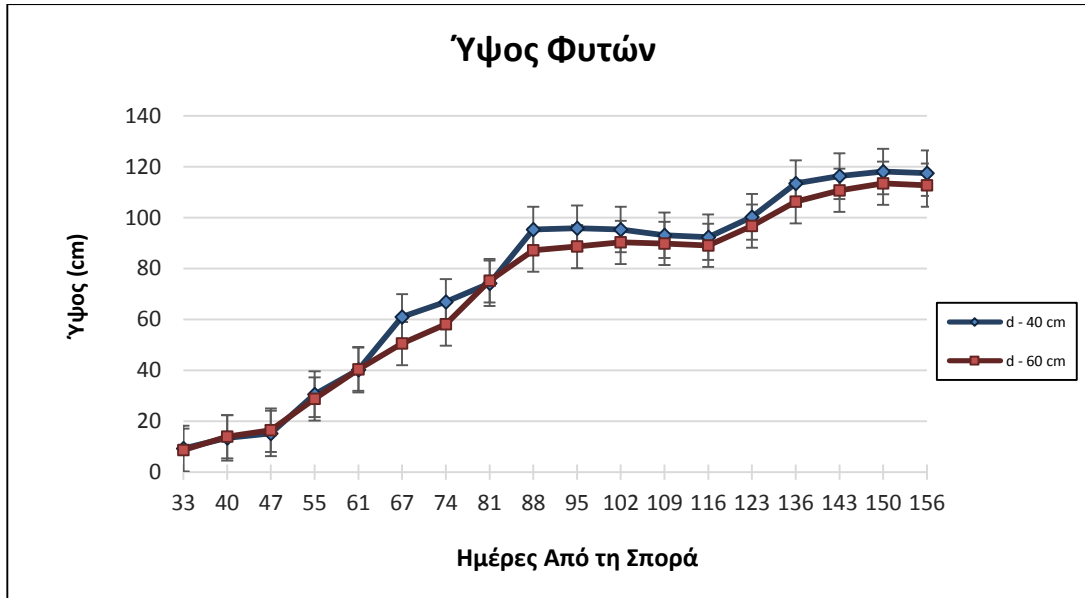
**Διάγραμμα 3.1:** Επίδραση της λίπανσης στην πορεία ανάπτυξης των φυτών.



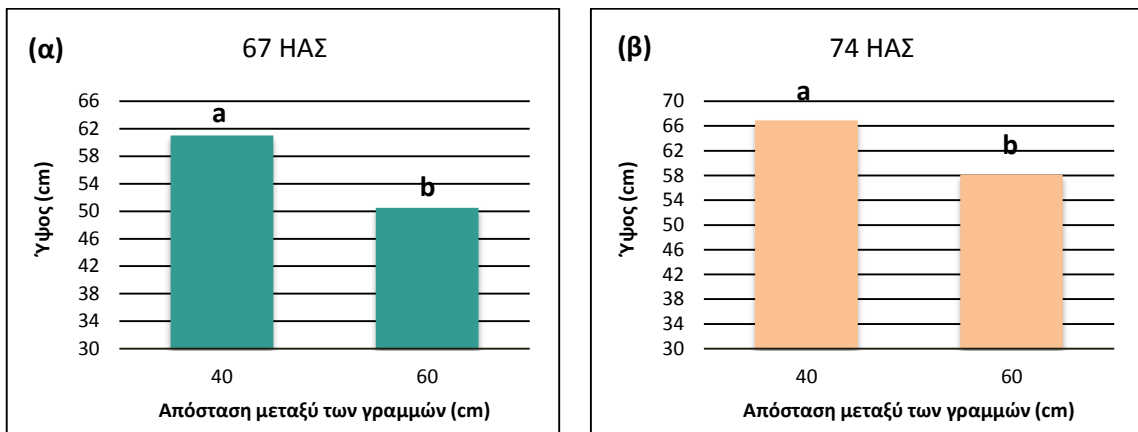
**Διάγραμμα 3.2:** Επίδραση της λίπανσης στο ύψος των φυτών στις 61 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Στη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 67 ημέρες από τη σπορά, οι διαφορετικές αποστάσεις σποράς εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με την απόσταση των 40 cm να δίνει φυτά με ύψος 61 cm, ενώ η απόσταση 60 cm έδωσε φυτά με ύψος 55.4 cm. Τέλος στη μέτρηση, στις 74 ημέρες από τη σπορά, οι διαφορετικές αποστάσεις σποράς παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές,

όπου η απόσταση των 40 cm έδωσε φυτά με ύψος 66.9 cm, ενώ η απόσταση 60 cm, έδωσε φυτά με ύψος 63.2 cm.



**Διάγραμμα 3.3:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στην πορεία ανάπτυξης των φυτών.



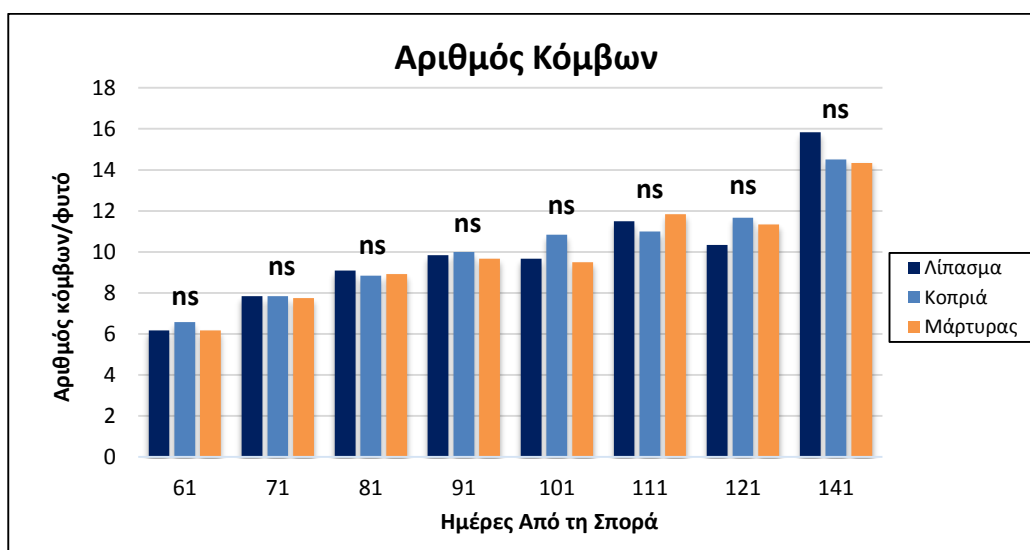
**Διάγραμμα 3.4 :** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ύψος των φυτών α) στις 67 και β) στις 74 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.2 Αριθμός Κόμβων

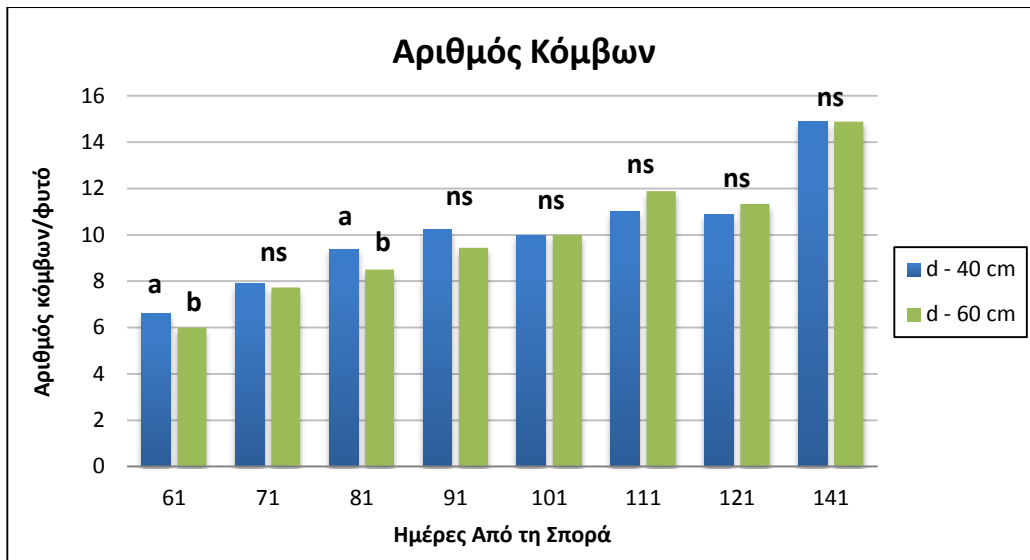
Πραγματοποιήθηκαν συνολικά οκτώ μετρήσεις. Η πρώτη έγινε 61 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά δέκα ημέρες. Μεταξύ των επιπέδων λίπανσης οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Αντίθετα, η απόσταση μεταξύ των γραμμών επέδρασε σημαντικά στον αριθμό κόμβων, σε δύο από τις οκτώ μετρήσεις. Παρακάτω ακολουθούν η στατιστική ανάλυση καθώς και τα διαγράμματα επίδρασης της λίπανσης και της απόστασης στον αριθμό κόμβων των φυτών σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

**Πίνακας 3.2:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του αριθμού κόμβων των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	5,7619	0,03349	0,1636	0,69295	11,1304	0,00593	0,7000	0,41913
Λίπανση	2	1,1905	0,33757	0,0182	0,98201	0,3043	0,74313	0,0429	0,95819
Απόσταση*Λίπανση	2	2,9048	0,09358	0,4909	0,62384	2,1304	0,16152	0,3571	0,70686
	ΒΕ	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	0,0000	1,00000	3,2000	0,09889	0,2500	0,62612	0,000	1,00000
Λίπανση	2	0,8507	0,45132	0,9500	0,41400	0,8125	0,46673	1,237	0,32468
Απόσταση*Λίπανση	2	0,4030	0,67704	0,6500	0,53948	0,0625	0,93972	0,356	0,70767

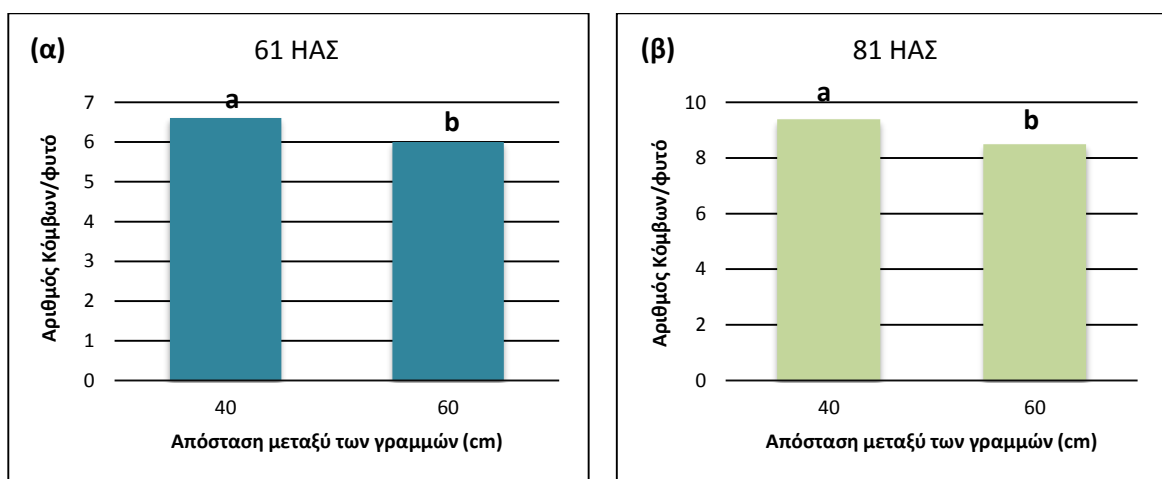


**Διάγραμμα 3.5:** Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό κόμβων των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.6:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό κόμβων των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.2, και όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.7, στις 61 ημέρες από τη σπορά, οι διαφορετικές αποστάσεις παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η απόσταση 40 cm μεταξύ των γραμμών έδωσε φυτά με περισσότερους κόμβους ανά φυτό από την απόσταση των 60 cm. Στη μέτρηση, στις 81 ημέρες από τη σπορά, η επίδραση της απόστασης σποράς ήταν σημαντική και οι τιμές κυμάνθηκαν στους 9,4 κόμβους ανά φυτό για τα 40 cm, και στους 8,5 κόμβους για την απόσταση των 60 cm .



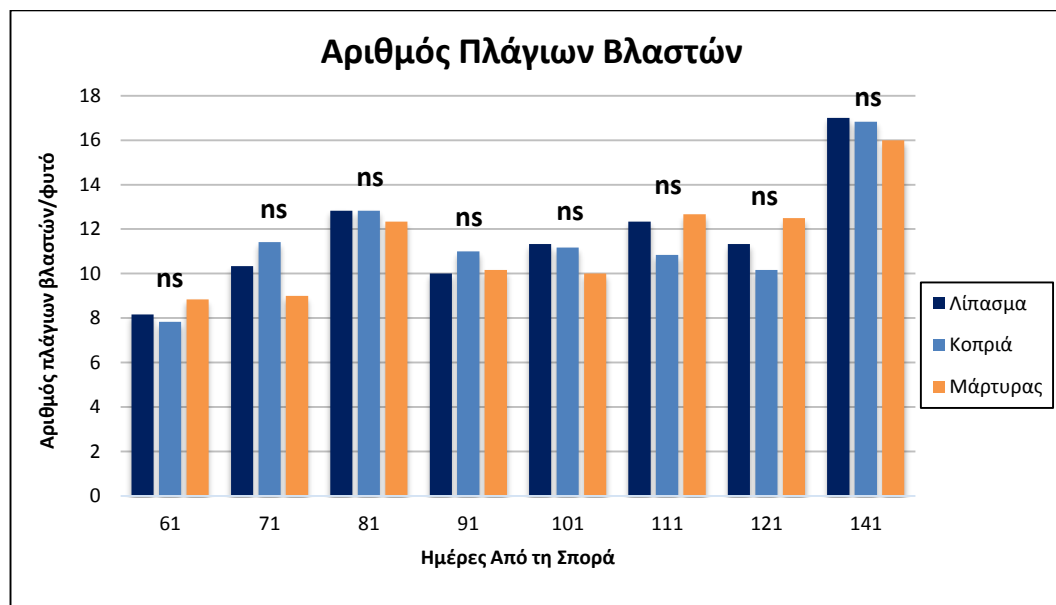
**Διάγραμμα 3.7:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό κόμβων των φυτών α) στις 61 και β) στις 81 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.3 Αριθμός Πλάγιων Βλαστών

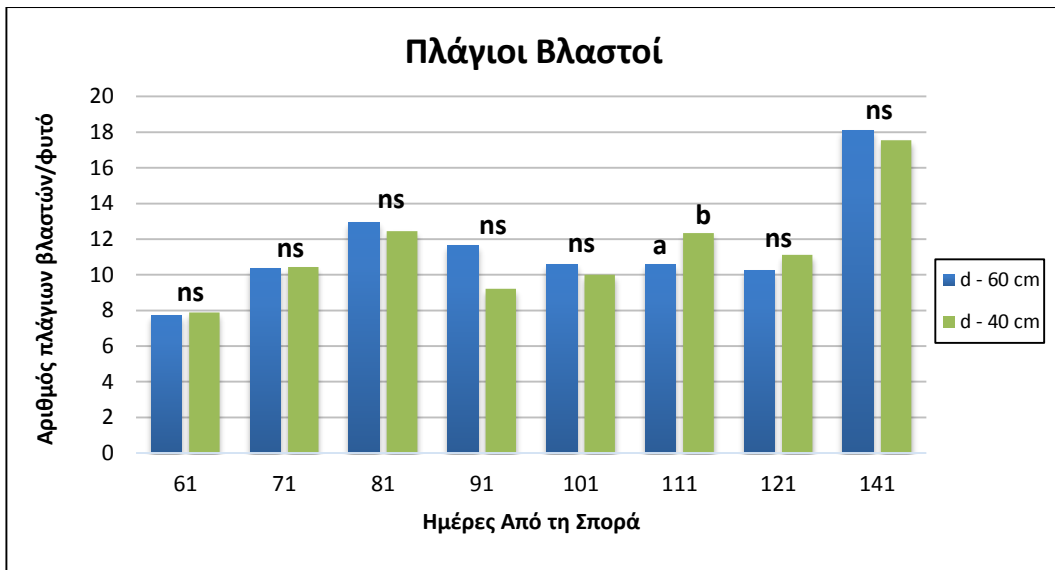
Πραγματοποιήθηκαν συνολικά οκτώ μετρήσεις. Η πρώτη έγινε 61 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά δέκα ημέρες. Οι διαφορετικές λιπάνσεις, δεν επέδρασαν σημαντικά στην έκπτυξη δευτερευόντων βλαστών. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε μια από τις οκτώ μετρήσεις.

**Πίνακας 3.3:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του αριθμού των πλάγιων βλαστών των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	0,1837	0,67583	0,0130	0,91115	0,3034	0,59188	4,4000	0,05779
Λίπανση	2	9,5714	0,00327	2,1851	0,15516	0,1610	0,85306	0,2273	0,80006
Απόσταση*Λίπανση	2	0,5510	0,59027	2,6526	0,11118	0,1011	0,90458	0,2818	0,75927
	ΒΕ	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	0,3205	0,58173	5,1200	0,04300	0,3122	0,58661	0,1078	0,74837
Λίπανση	2	0,8590	0,44808	2,4200	0,13093	1,4195	0,27968	2,8836	0,09492
Απόσταση*Λίπανση	2	0,5513	0,59013	0,6200	0,55432	0,2390	0,79106	0,0819	0,92188

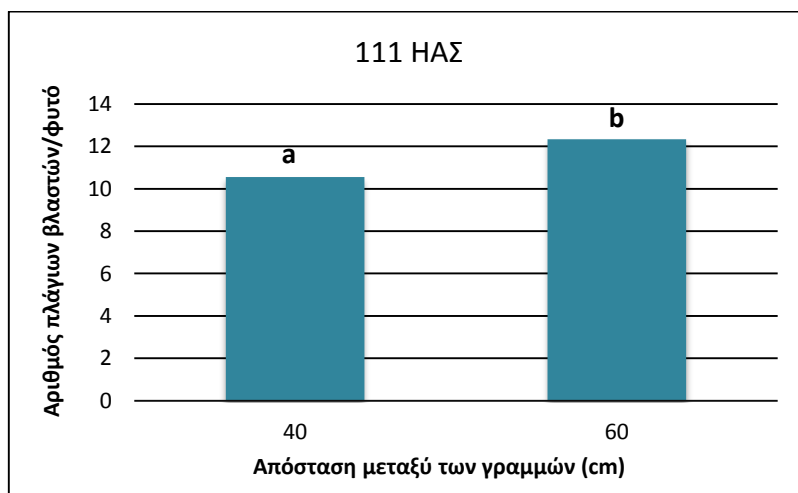


**Διάγραμμα 3.8:** Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό πλάγιων βλαστών των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.9:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό πλάγιων βλαστών των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Στη μέτρηση στις 111 ημέρες από τη σπορά, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.10, η επέμβαση της απόστασης μεταξύ των γραμμών επέδρασε σημαντικά στην έκπτυξη πλάγιων βλαστών. Μεγαλύτερη τιμή έδωσε η απόσταση 40 cm με 12,3 πλάγιους βλαστούς, και ακολούθησε η απόσταση 60 cm με 10,6 πλάγιους βλαστούς.



**Διάγραμμα 3.10:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό πλάγιων βλαστών των φυτών στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.4 Νωπό Βάρος

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά οκτώ μετρήσεις. Όπως και στις προηγούμενες μετρήσεις, η πρώτη έγινε 61 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά δέκα ημέρες. Οι διαφορετικές λιπάνσεις, δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές παρά μόνο σε μία μέτρηση. Αντίθετα, η απόσταση μεταξύ των γραμμών είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος των φυτών. Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα επίδρασης της λίπανσης και της απόστασης στο νωπό βάρος βλαστού, φύλλων και το συνολικό νωπό βάρος σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν καθώς και η στατιστική ανάλυση.

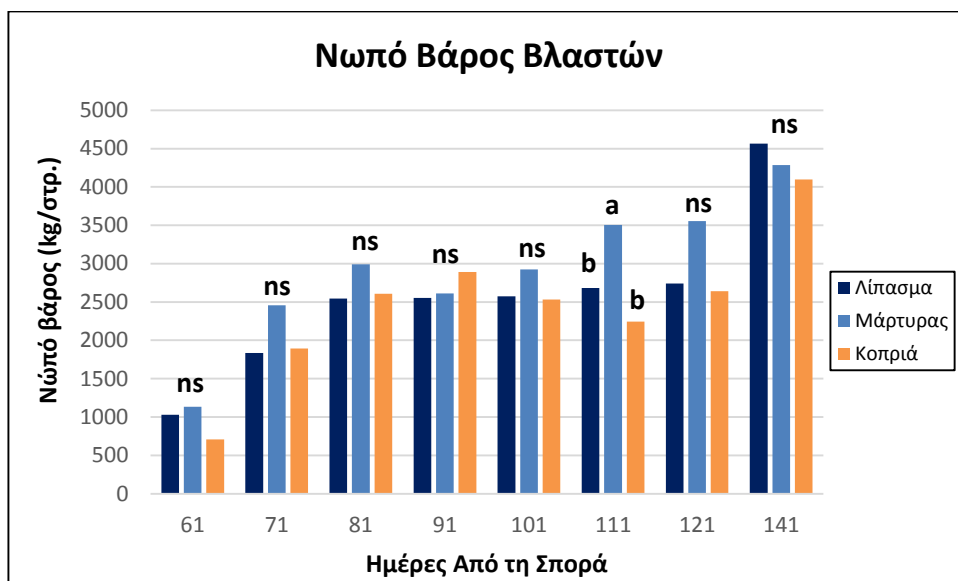
#### 3.4.1 Νωπό Βάρος Βλαστών

**Πίνακας 3.4:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του νωπού βάρους βλαστών των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

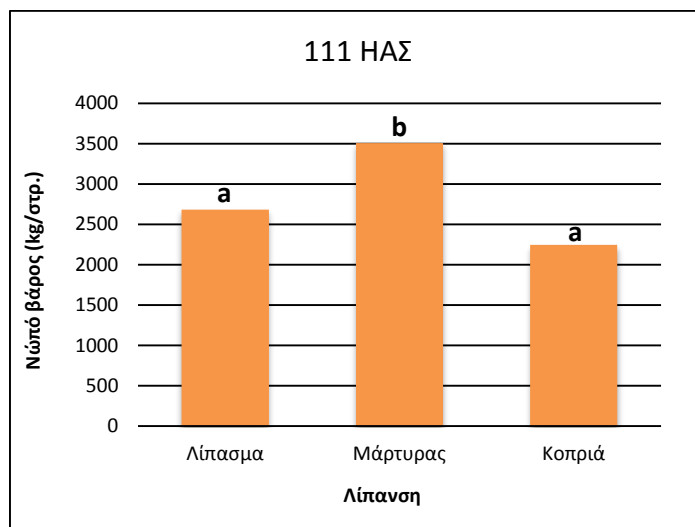
	ΒΕ	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	22,3153	0,00049	18,0140	0,00114	65,8309	0,00001	23,8314	0,00038
Λίπανση	2	1,8045	0,20646	1,2251	0,32798	4,8256	0,02899	0,1172	0,89038
Απόσταση*Λίπανση	2	1,1876	0,33839	3,0231	0,08645	5,4970	0,02020	0,1878	0,83115
	ΒΕ	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	23,7241	0,00038	19,7946	0,00079	6,7955	0,02294	7,4513	0,01828
Λίπανση	2	0,2179	0,80734	4,1036	0,04386	0,4585	0,64286	1,6314	0,23620
Απόσταση*Λίπανση	2	0,9352	0,41932	2,7294	0,10544	2,0432	0,17232	1,5261	0,25673

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.4, η επέμβαση της λίπανσης στις 111 ημέρες από τη σπορά εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές, με τιμές που κυμάνθηκαν στα 3506 kg/στρ. για το μάρτυρα, 2680 kg/στρ. για το οργανικό λίπασμα και τέλος 2244 kg/στρ. για την κοπριά.



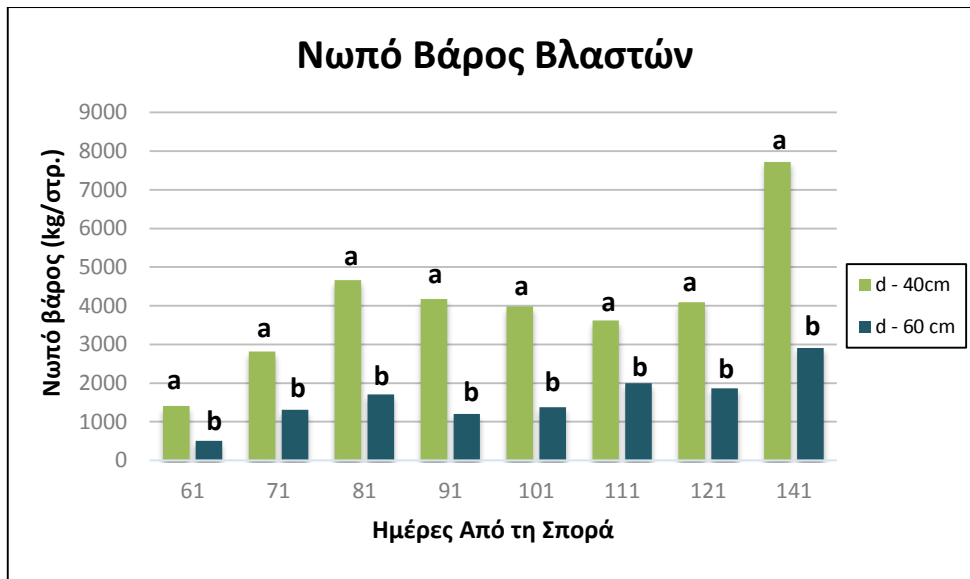


**Διάγραμμα 3.11:** Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των βλαστών των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



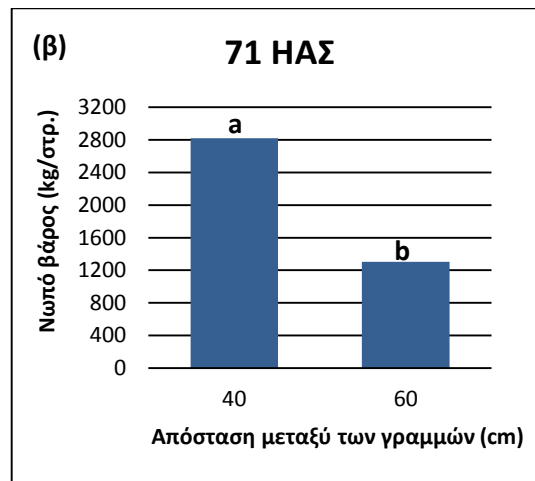
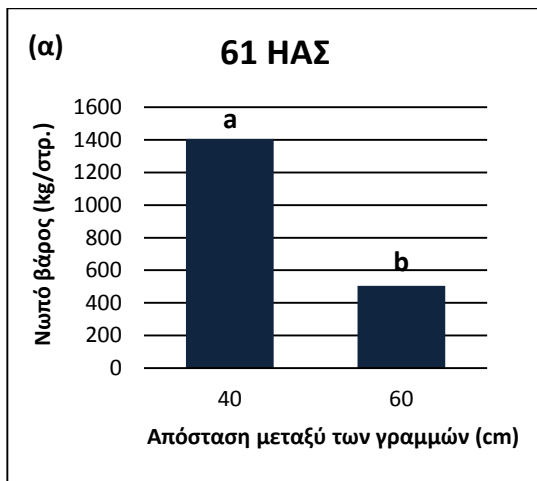
**Διάγραμμα 3.12:** Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των βλαστών των φυτών στις 111 ημέρες από τη σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

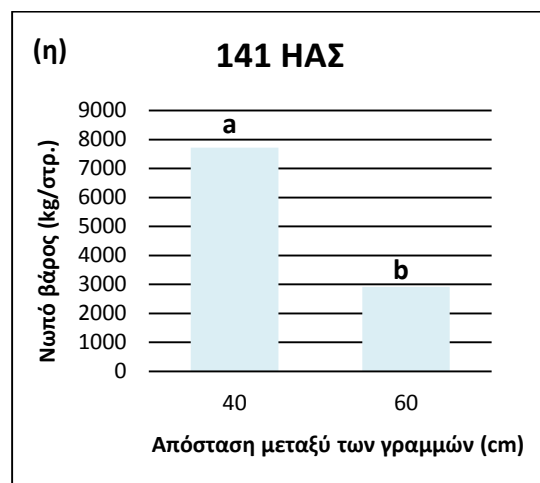
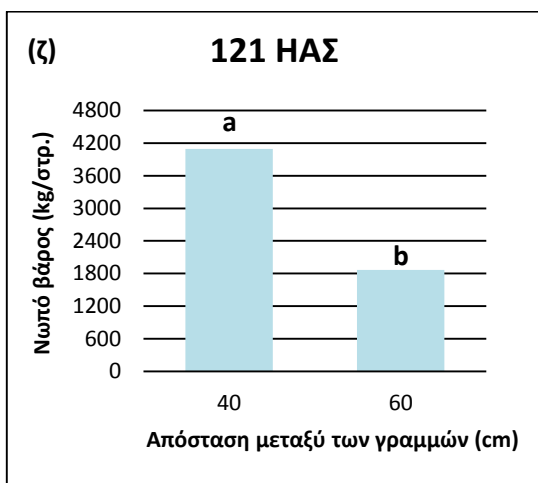
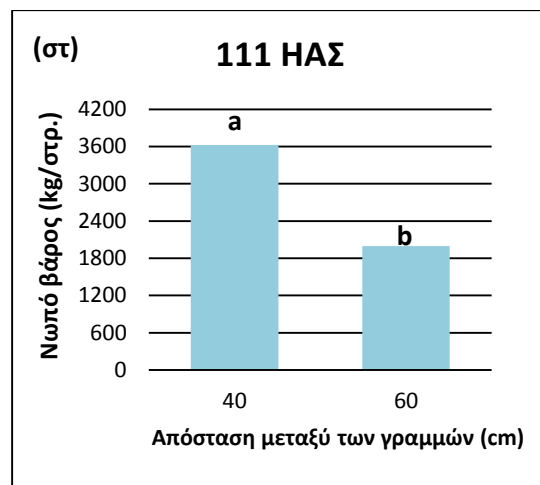
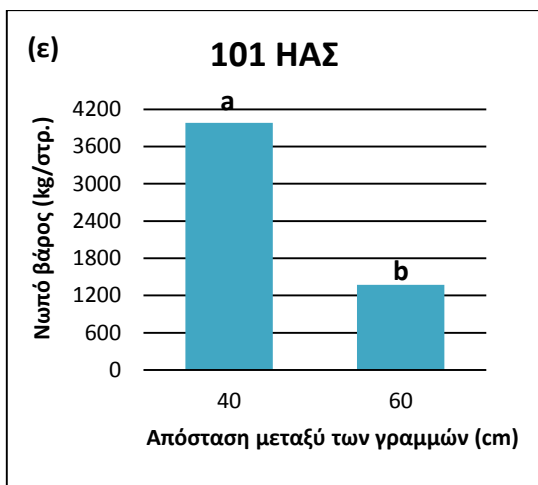
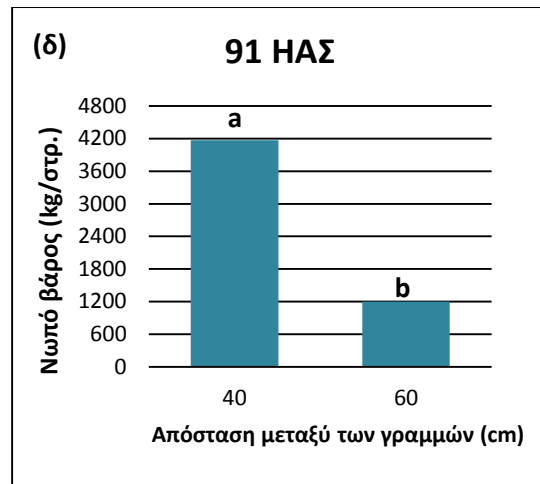
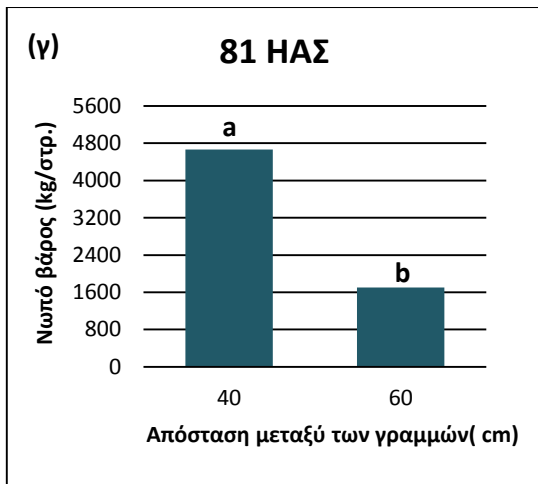
Σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, η επέμβαση της απόστασης μεταξύ των γραμμών φαίνεται να επέδρασε σημαντικά στο νωπό βάρος βλαστών, με την απόσταση των 40 cm να υπερέχει σημαντικά της αντίστοιχης των 60 cm.



**Διάγραμμα 3.13:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος βλαστών των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.14, το νωπό βάρος των βλαστών στη μικρή απόσταση σποράς ήταν από 1,8 έως 2,5 φορές υψηλότερο του αντίστοιχου για τη μεγάλη απόσταση σποράς.





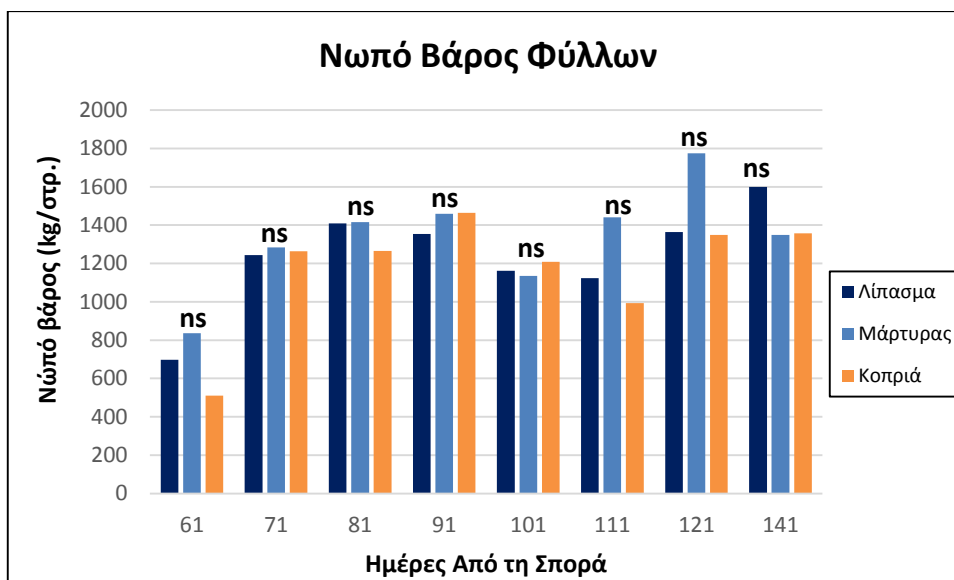
**Διάγραμμα 3.14:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος βλαστών των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.4.2 Νωπό Βάρος Φύλλων

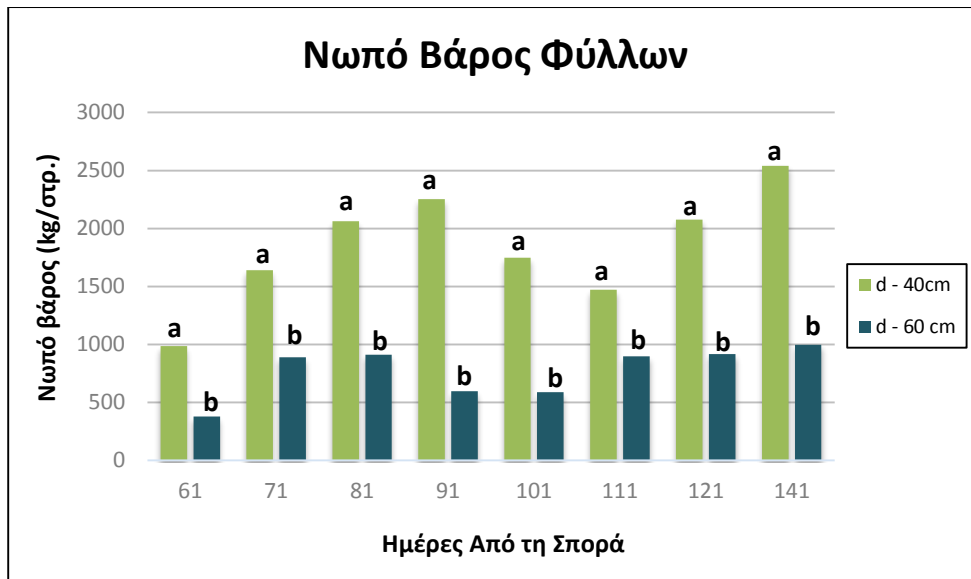
**Πίνακας 3.5:** Ανάλυση διασποράς του νωπού βάρους φύλλων των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	26,3652	0,00025	9,0127	0,01102	16,6624	0,00152	18,9615	0,00094
Λίπανση	2	2,5616	0,11846	0,0089	0,99111	1,1841	0,33937	0,0352	0,96547
Απόσταση*Λίπανση	2	1,8872	0,19381	3,4821	0,06419	1,6725	0,22871	0,0829	0,92093
	ΒΕ	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	21,4604	0,00058	13,9227	0,00287	6,6595	0,02407	7,5597	0,01762
Λίπανση	2	0,0292	0,97131	2,9922	0,08825	0,3870	0,68724	2,1965	0,15387
Απόσταση*Λίπανση	2	0,2579	0,77682	3,3145	0,07144	2,0728	0,16857	0,8424	0,45464

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.5 η επέμβαση της λίπανσης δεν επέδρασε σημαντικά στο νωπό βάρος φύλλων σε καμία μέτρηση. Αντίθετα, η απόσταση μεταξύ των γραμμών επέδρασε σημαντικά σε όλες τις μετρήσεις, με την επέμβαση των 40 cm να δίνει μεγαλύτερες τιμές.

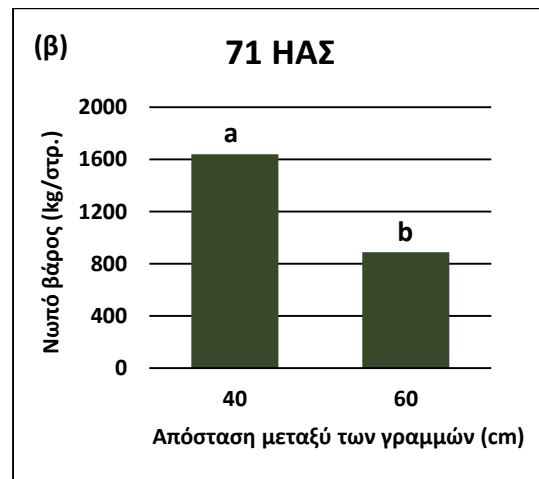
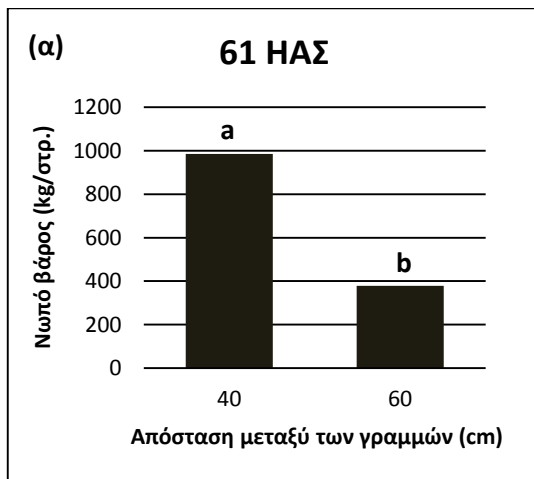


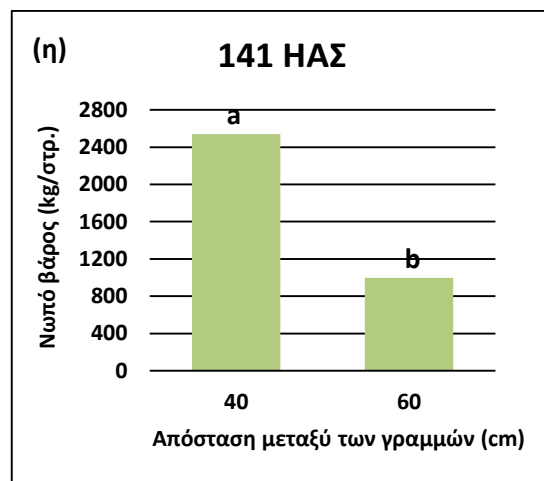
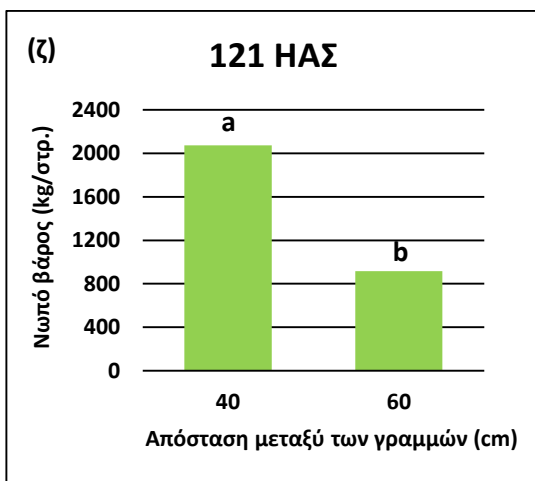
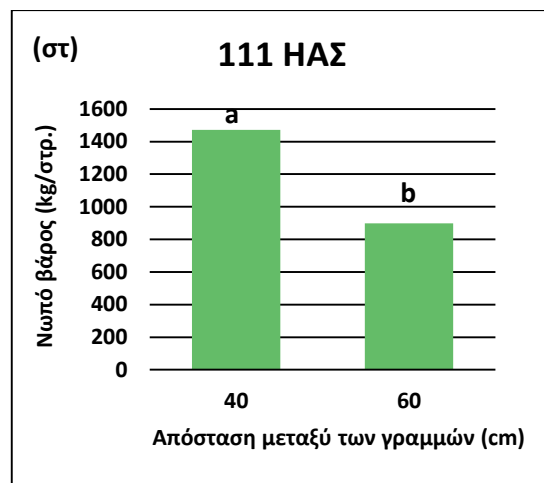
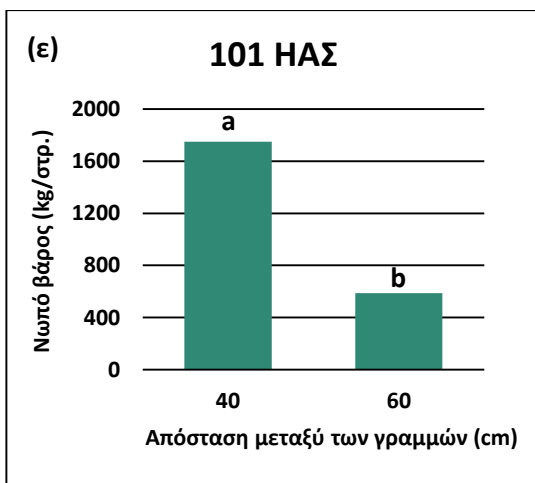
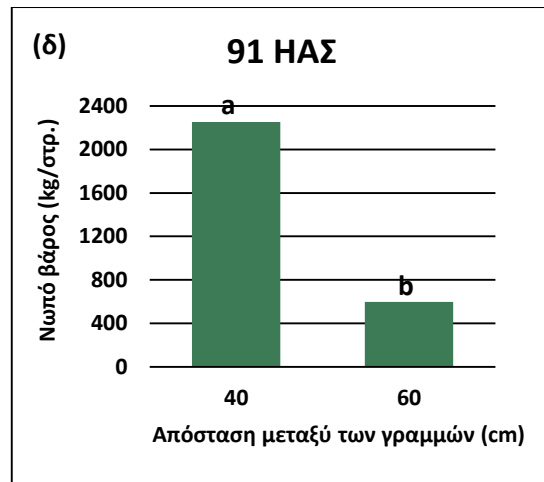
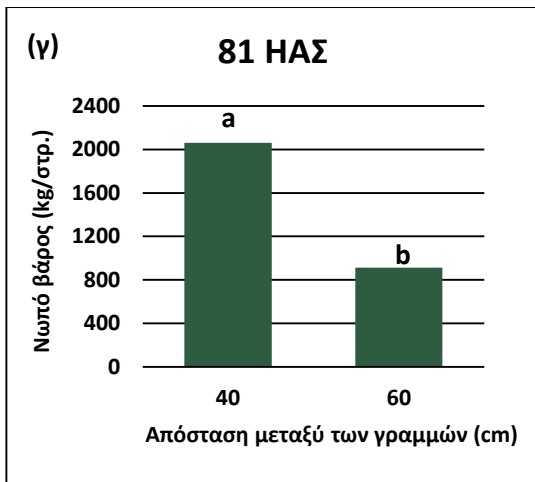
**Διάγραμμα 3.15:** Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των φύλλων των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.16:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος φύλλων των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.17, αντίστοιχα με το νωπό βάρος των βλαστών, και το νωπό βάρος των φύλλων στη μικρή απόσταση σποράς ήταν από 1,6 έως 2,5 φορές υψηλότερο του αντίστοιχου για τη μεγάλη απόσταση σποράς.





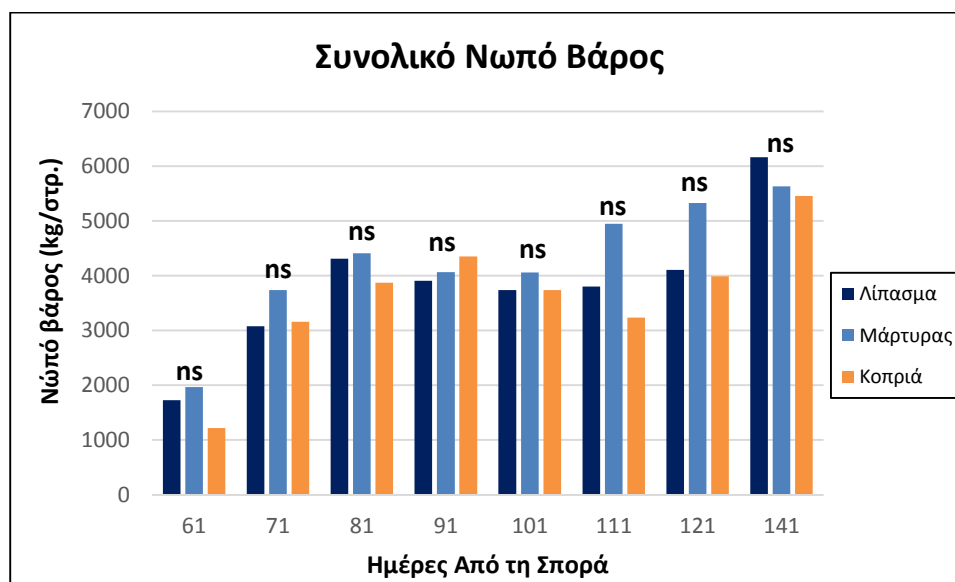
**Διάγραμμα 3.17:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος φύλλων των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.4.3 Συνολικό Νωπό Βάρος Φυτών

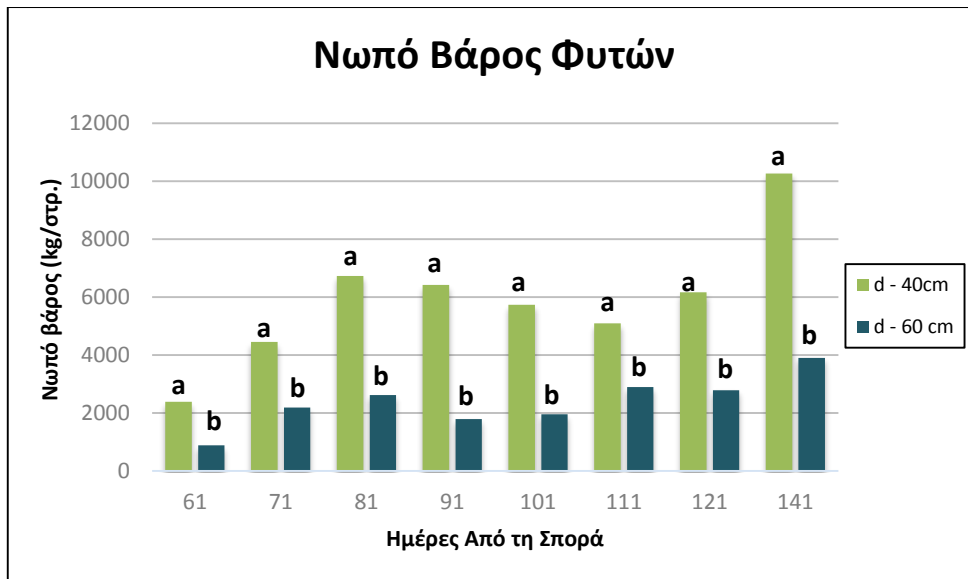
**Πίνακας 3.6:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του συνολικού νωπού βάρους των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	24,1119	<b>0,00036</b>	15,7074	<b>0,00188</b>	48,6690	<b>0,00001</b>	22,4436	<b>0,00048</b>
Λίπανση	2	2,0827	0,16733	0,5312	0,60112	3,5369	0,06201	0,0713	0,93155
Απόσταση*Λίπανση	2	1,4459	0,27378	3,2283	0,07554	4,2454	0,04034	0,1347	0,87532
	ΒΕ	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	23,5819	<b>0,00039</b>	18,4066	<b>0,00105</b>	6,8754	<b>0,02230</b>	7,5054	<b>0,01794</b>
Λίπανση	2	0,0768	0,92652	3,8496	0,05110	0,4409	0,65348	1,7657	0,21273
Απόσταση*Λίπανση	2	0,6581	0,53555	2,9701	0,08956	2,0918	0,16620	1,3478	0,29647

Όπως και στην προηγούμενη μέτρηση, η επέμβαση της λίπανσης δεν επέδρασε σημαντικά στο νωπό βάρος των φυτών σε καμία μέτρηση. Αντίθετα, η απόσταση μεταξύ των γραμμών επέδρασε σημαντικά σε όλες τις μετρήσεις.

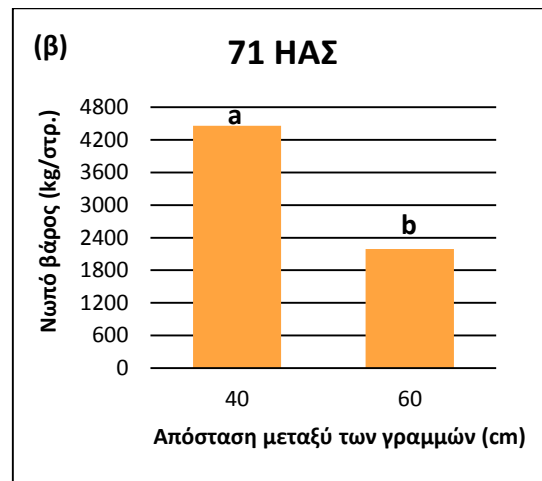
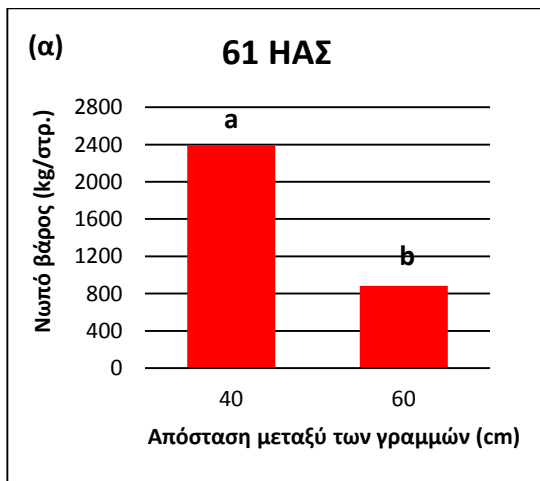


**Διάγραμμα 3.18:** Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

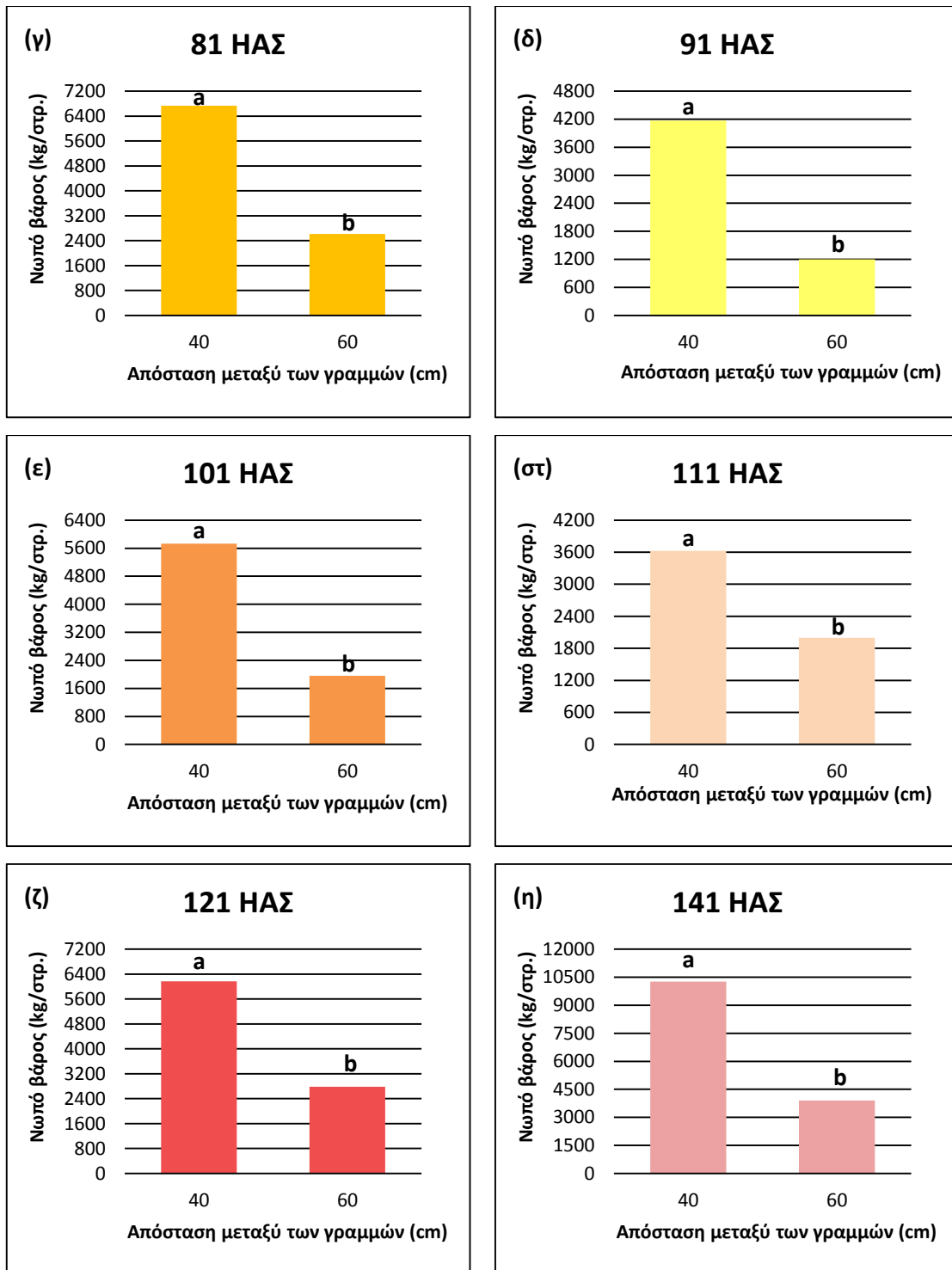


**Διάγραμμα 3.19:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Στο Διάγραμμα 3.20, φαίνονται αναλυτικά οι διαφορές των αποστάσεων σποράς στο συνολικό νωπό βάρος. Το νωπό βάρος στη μικρή απόσταση ήταν από 1,5 μέχρι 3 φορές υψηλότερο από το αντίστοιχο στη μεγάλη απόσταση σποράς.







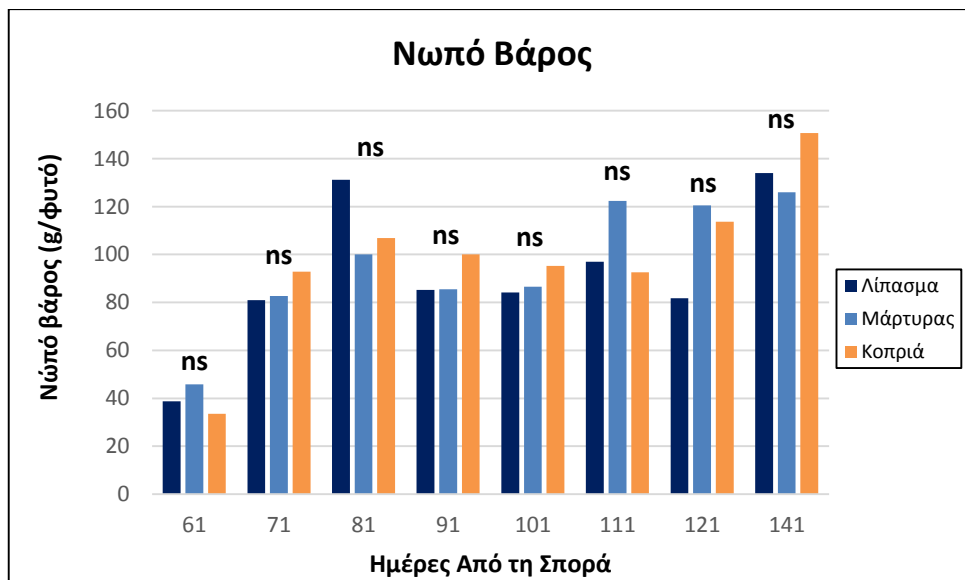
**Διάγραμμα 3.20:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο συνολικό νωπό βάρος των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.4.4 Νωπό Βάρος ανά Φυτό

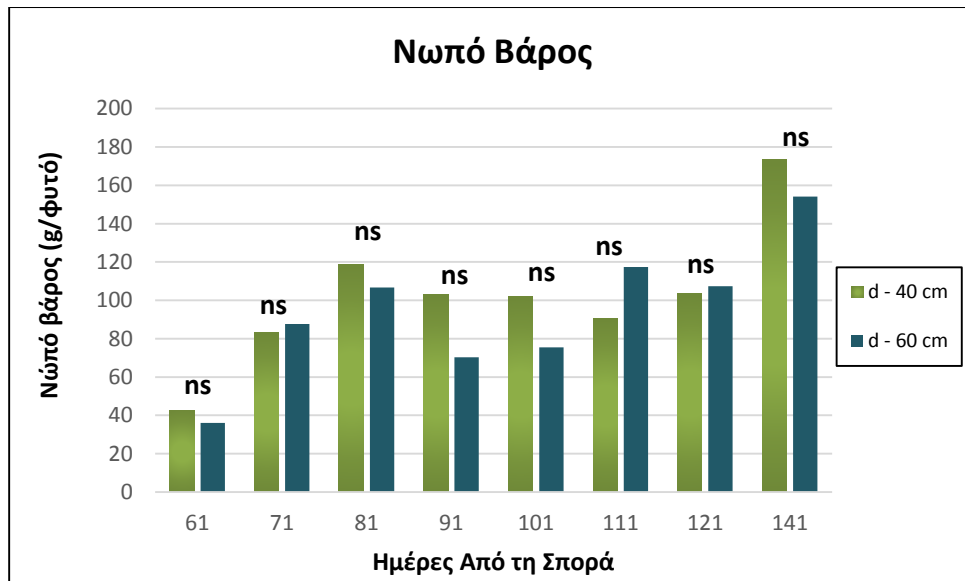
Για την καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων, έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας του νωπού βάρους ανά φυτό, με σκοπό την παρατήρηση της επίδρασης των δύο παραγόντων μεμονωμένα σε κάθε φυτό από κάθε επέμβαση. Όπως παρατηρούμε και στον Πίνακα 3. , η λίπανση και η απόσταση σποράς δεν επέδρασαν σημαντικά στο νωπό βάρος ανά φυτό.

**Πίνακας 3.7:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του συνολικού νωπού βάρους ανά φυτό, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	1,3791	0,26303	0,0752	0,78857	0,6507	0,43555	0,9211	0,41355
Λίπανση	2	1,6001	0,24210	0,2102	0,81331	1,5843	0,24513	0,9626	0,40952
Απόσταση*Λίπανση	2	0,4922	0,62310	0,6852	0,52265	0,1477	0,86426	1,0663	0,37475
	ΒΕ	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	3,5928	0,08237	3,6982	0,07852	0,0244	0,87850	0,2766	0,60850
Λίπανση	2	0,2369	0,79271	1,7573	0,21411	0,8724	0,44287	2,0600	0,17018
Απόσταση*Λίπανση	2	0,8629	0,44653	0,1078	0,89863	1,1282	0,35566	0,2157	0,80904



**Διάγραμμα 3.21:** Επίδραση της λίπανσης στο νωπό βάρος ανά φυτό (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.22:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος ανά φυτό (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.5 Ξηρό Βάρος

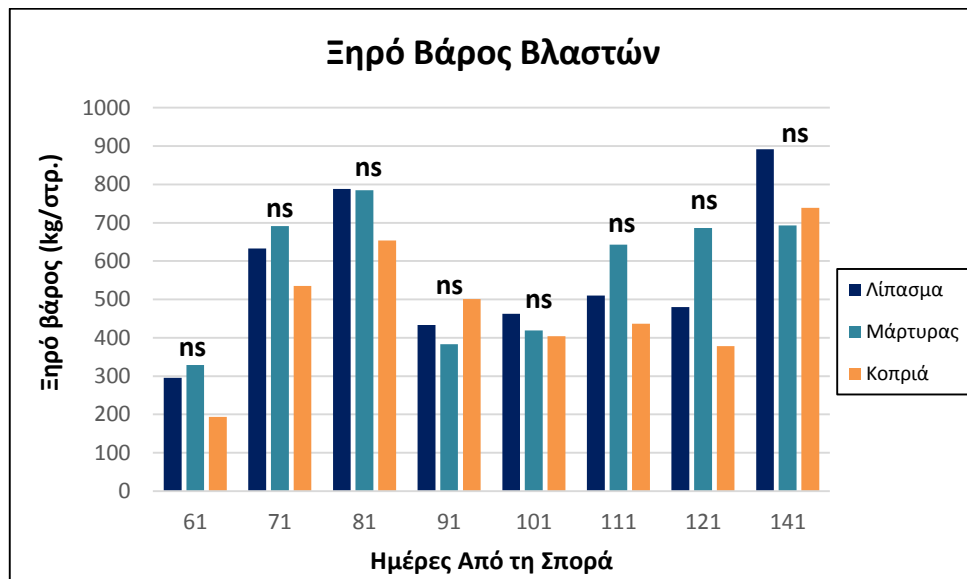
Πραγματοποιήθηκαν συνολικά οκτώ μετρήσεις. Όπως και στις προηγούμενες μετρήσεις, η πρώτη έγινε 61 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά δέκα ημέρες. Οι διαφορετικές λίπανσεις, εμφάνισαν σημαντικές διαφορές σε δύο μετρήσεις, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος σε όλες τις μετρήσεις. Επίσης σε δύο μετρήσεις παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ της λίπανσης και της απόστασης μεταξύ των γραμμών. Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα επίδρασης της λίπανσης και της απόστασης στο ξηρό βάρος βλαστού, φύλλων και το συνολικό ξηρό βάρος σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν καθώς και η στατιστική ανάλυση.

### 3.5.1 Ξηρό Βάρος Βλαστών

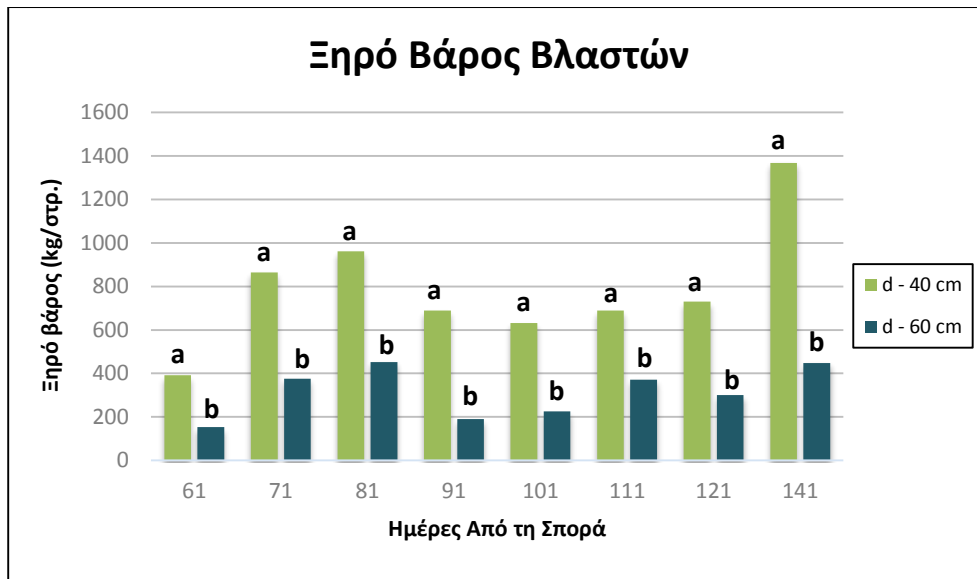
**Πίνακας 3.8:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του ξηρού βάρους βλαστών των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	BE	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	18,0840	0,00112	23,9105	0,00037	19,8379	0,00079	25,5629	0,00028
Λίπανση	2	2,1187	0,16293	0,8281	0,46036	0,8495	0,45182	0,4777	0,63152
Απόσταση*Λίπανση	2	1,8471	0,19982	1,6567	0,23156	1,2618	0,31814	0,3247	0,72893
	BE	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	12,2557	0,00438	22,5872	0,00047	7,2764	0,01940	6,9714	0,02156
Λίπανση	2	0,0927	0,91213	3,2262	0,07564	1,2959	0,30933	1,2175	0,33006
Απόσταση*Λίπανση	2	0,1825	0,83544	2,5054	0,12323	0,8392	0,45592	2,1376	0,16066

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.8, η επέμβαση της λίπανσης δεν επέδρασε σημαντικά στο ξηρό βάρος βλαστών σε καμία μέτρηση. Αντίθετα, η απόσταση μεταξύ των γραμμών επέδρασε σημαντικά σε όλες τις μετρήσεις. Η μικρή απόσταση των 40 cm, έδωσε υψηλότερες τιμές για το ξηρό βάρος από την απόσταση των 60 cm.

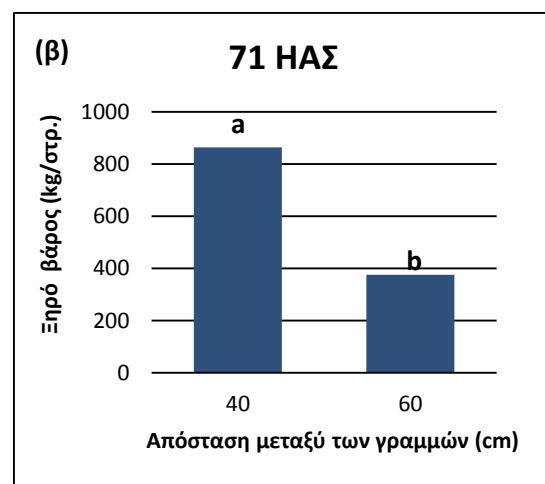
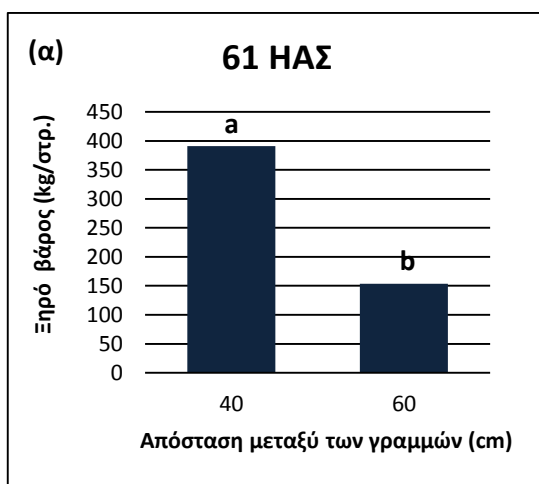


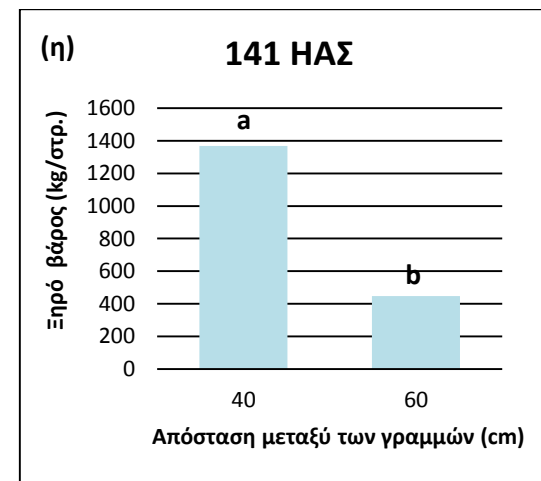
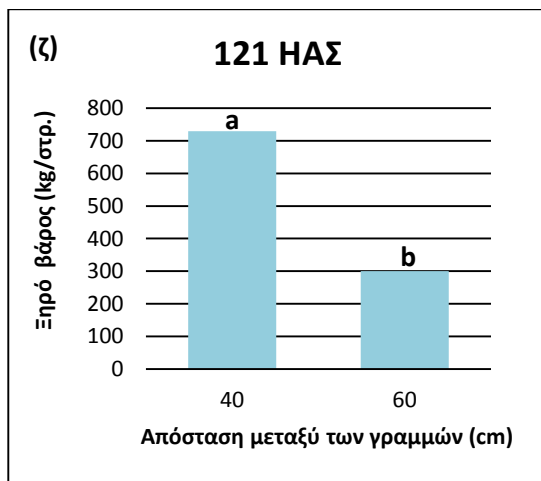
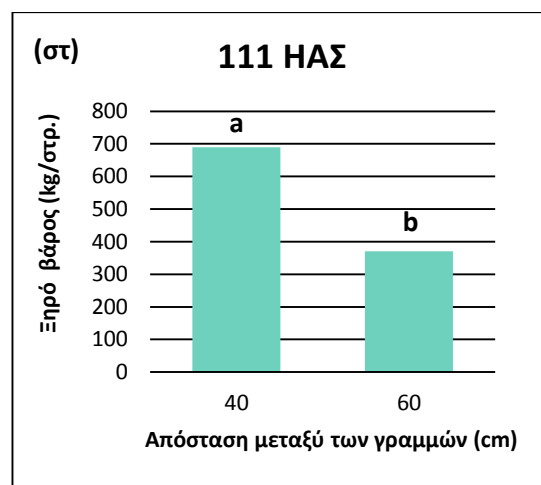
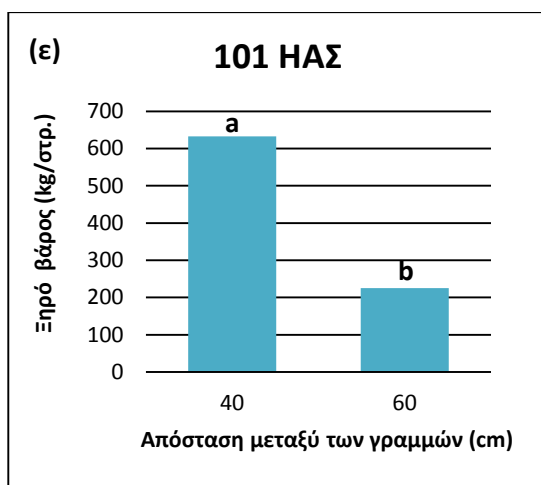
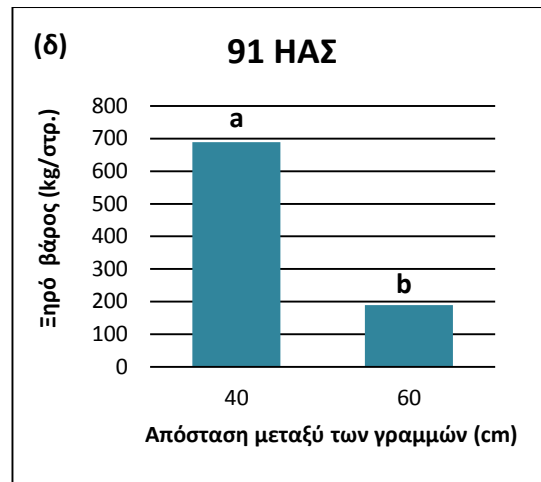
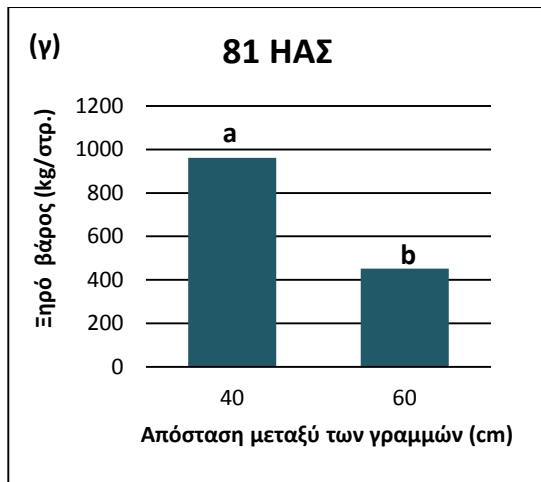
**Διάγραμμα 3.23:** Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος βλαστών των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.24:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος βλαστών των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.25, το ξηρό βάρος των βλαστών στη μικρή απόσταση σποράς ήταν από 2 έως 3 φορές υψηλότερο του αντίστοιχου για τη μεγάλη απόσταση σποράς.





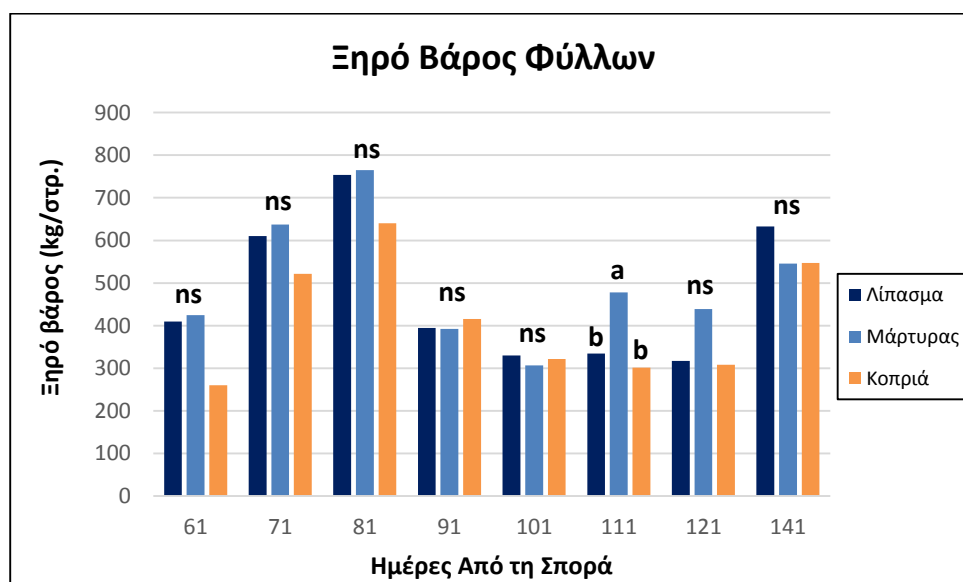
**Διάγραμμα 3.25:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος βλαστών των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.5.2 Ξηρό Βάρος Φύλλων

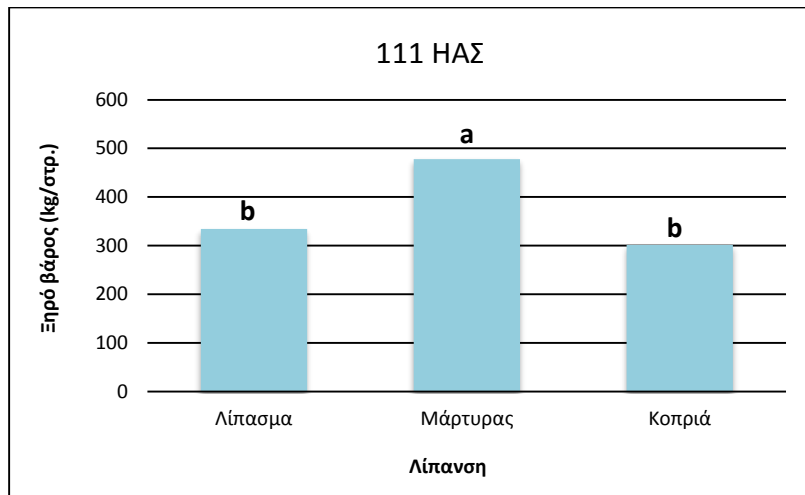
**Πίνακας 3.9:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του ξηρού βάρους φύλλων των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	BE	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	20,4918	0,00069	16,9132	0,00144	15,8699	0,00181	29,0785	0,00016
Λίπανση	2	2,1731	0,15652	0,4871	0,62604	1,2509	0,32104	0,0284	0,97205
Απόσταση*Λίπανση	2	1,4700	0,26852	2,5638	0,11828	1,7038	0,22318	0,0780	0,92544
	BE	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	13,8352	0,00293	21,8703	0,00054	7,8080	0,01622	7,5749	0,01753
Λίπανση	2	0,0259	0,97446	6,6708	0,01127	1,8291	0,20260	1,4522	0,27239
Απόσταση*Λίπανση	2	0,0640	0,93831	6,7467	0,01088	1,3802	0,28873	2,7439	0,10440

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 3.9, η επέμβαση της λίπανσης επέδρασε σημαντικά στο ξηρό βάρος φύλλων στη μέτρηση στις 111 ημέρες από τη σπορά, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών επέδρασε σημαντικά σε όλες τις μετρήσεις. Παράλληλα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.30 στις 111 ημέρες από τη σπορά η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο επεμβάσεων ήταν σημαντική ( $p<0,05$ ).

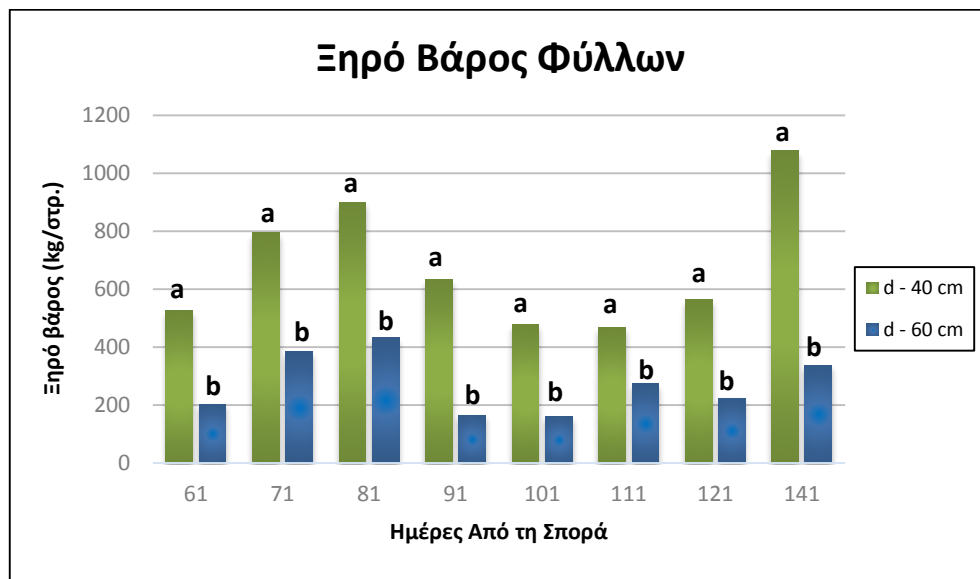


**Διάγραμμα 3.26:** Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



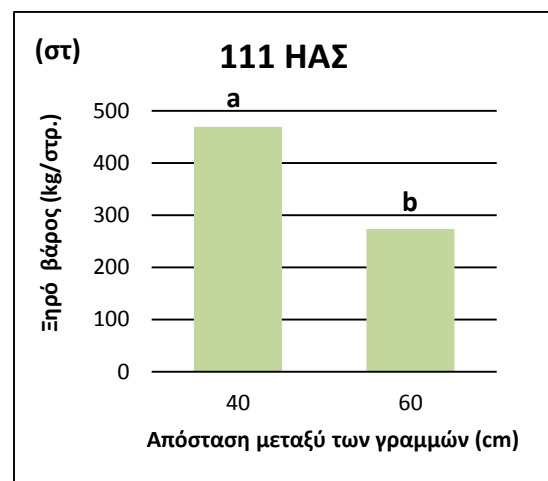
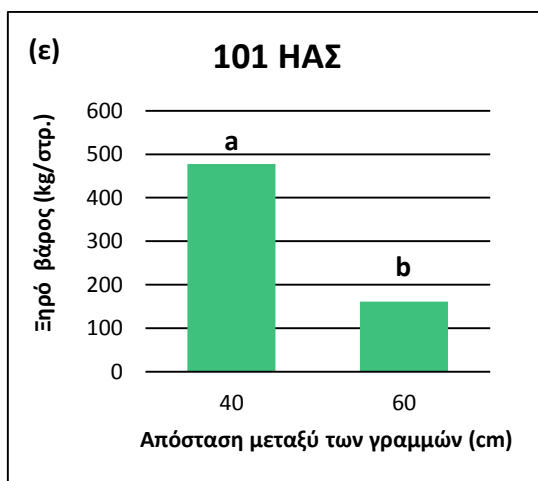
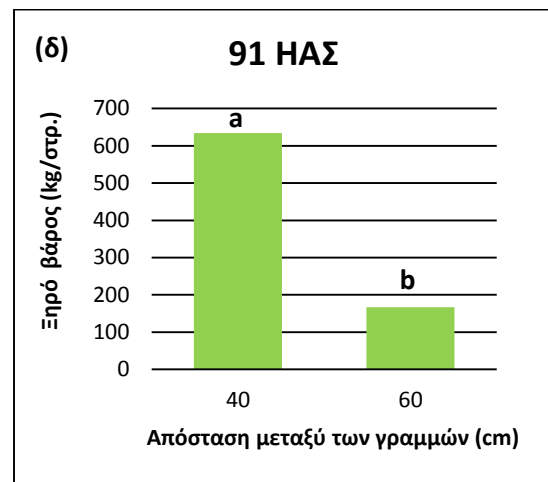
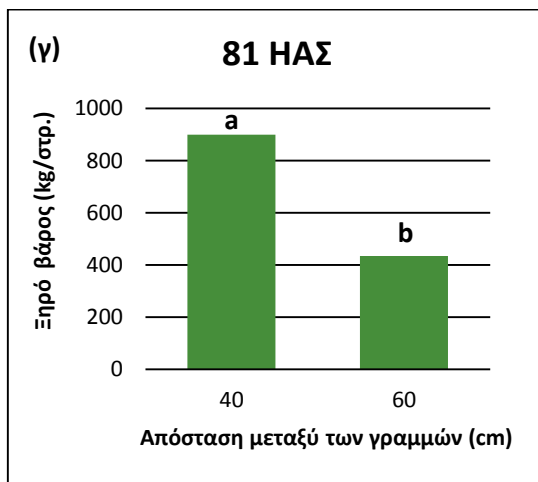
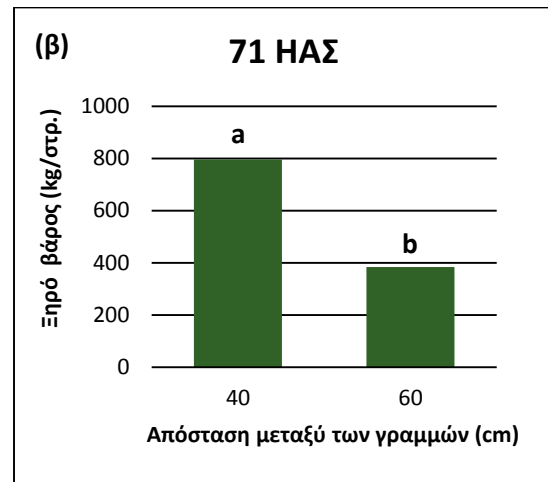
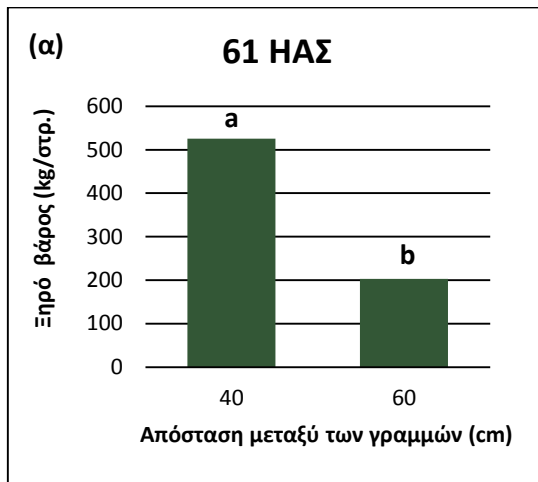
**Διάγραμμα 3.27:** Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

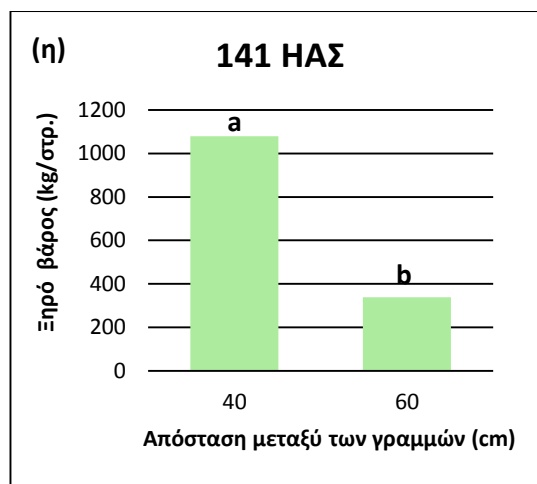
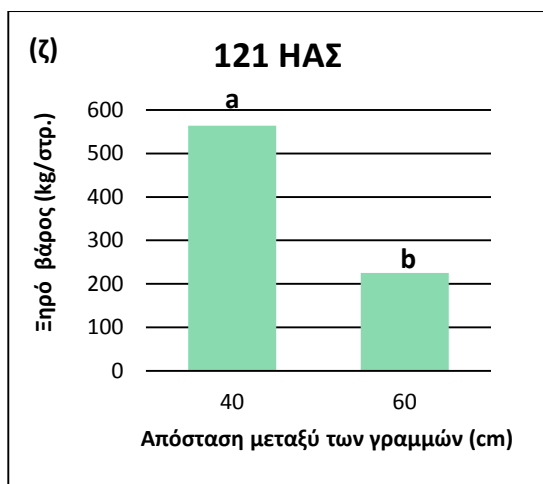
Σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, η επέμβαση της απόστασης μεταξύ των γραμμών φαίνεται να επέδρασε σημαντικά στο ξηρό βάρος των φύλλων, με την απόσταση των 40 cm να υπερέχει σημαντικά της αντίστοιχης των 60 cm. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.29, το ξηρό βάρος των φύλλων στη μικρή απόσταση σποράς ήταν από 1,8 έως 3 φορές υψηλότερο του αντίστοιχου για τη μεγάλη απόσταση σποράς.



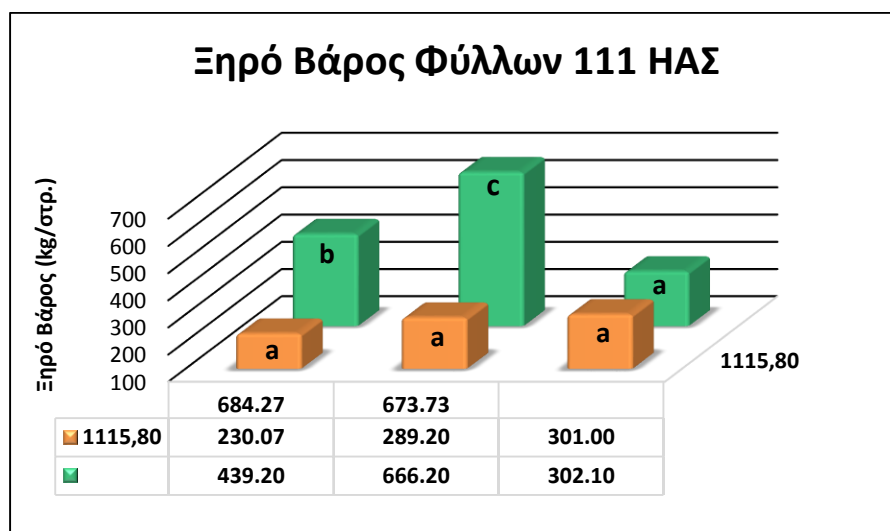
**Διάγραμμα 3.28:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο νωπό βάρος φύλλων των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).







**Διάγραμμα 3. 29:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος φύλλων των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



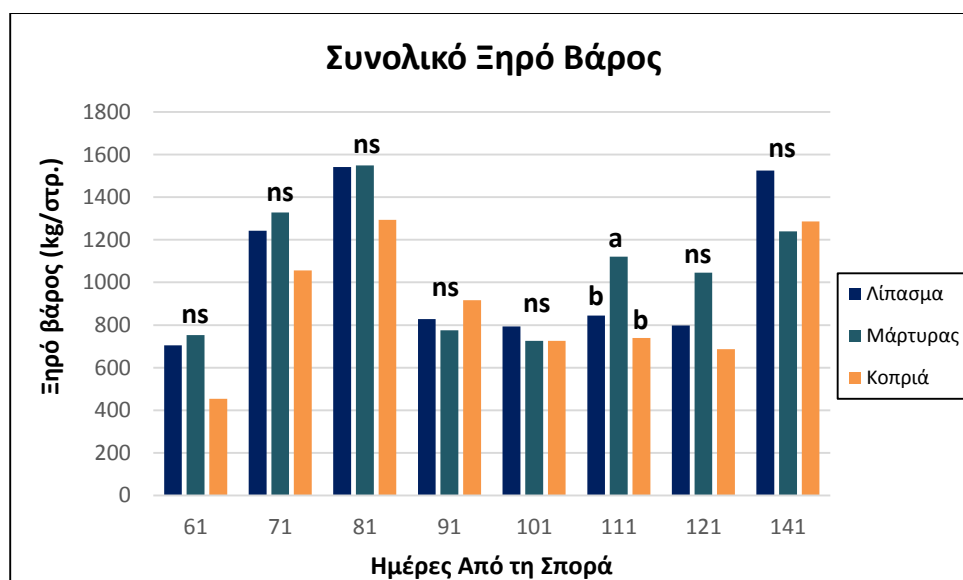
**Διάγραμμα 3.30:** Αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος φύλλων του φυτού στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.5.3 Συνολικό Ξηρό Βάρος

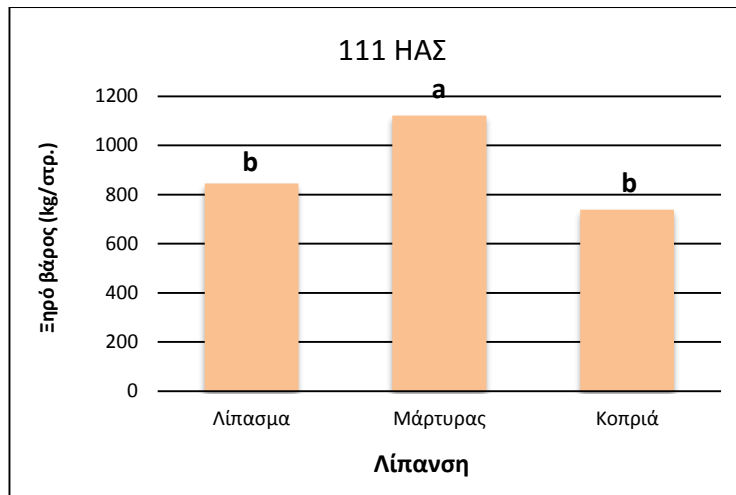
**Πίνακας 3.10:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του συνολικού ξηρού βάρους των φυτών, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	19,6632	0,00081	21,4201	0,00058	18,4222	0,00105	27,8879	0,00019
Λίπανση	2	2,1633	0,15766	0,6796	0,52530	1,0546	0,37852	0,2007	0,82084
Απόσταση*Λίπανση	2	1,6449	0,23370	2,1990	0,15359	1,5008	0,26197	0,1368	0,87345
	ΒΕ	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	13,4019	0,00326	23,2342	0,00042	7,6456	0,01712	7,3663	0,01881
Λίπανση	2	0,0521	0,94949	4,5478	0,03388	1,5094	0,26017	1,3404	0,29827
Απόσταση*Λίπανση	2	0,0880	0,91631	4,0517	0,04523	1,0358	0,38461	2,4370	0,12936

Όπως και στην προηγούμενη μέτρηση, η επέμβαση της λίπανσης επέδρασε σημαντικά στο ξηρό βάρος φυτών στις 111 ημέρες από τη σπορά, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών επέδρασε σημαντικά σε όλες τις μετρήσεις. Παράλληλα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.35 στις 111 ημέρες από τη σπορά η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο επεμβάσεων ήταν σημαντική ( $p<0,05$ ).

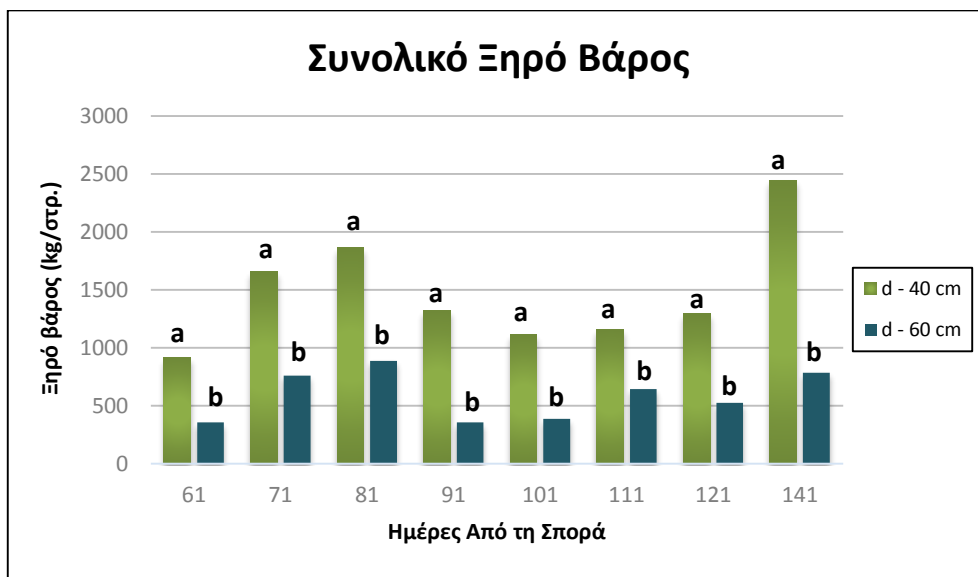


**Διάγραμμα 3.231:** Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

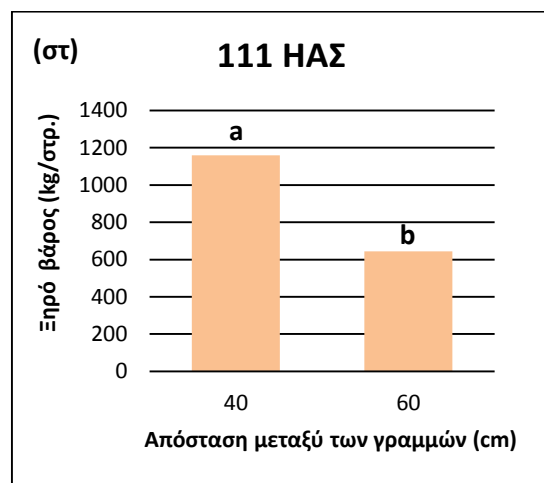
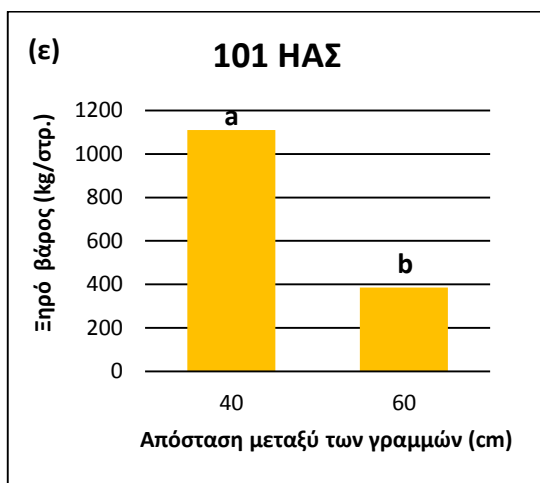
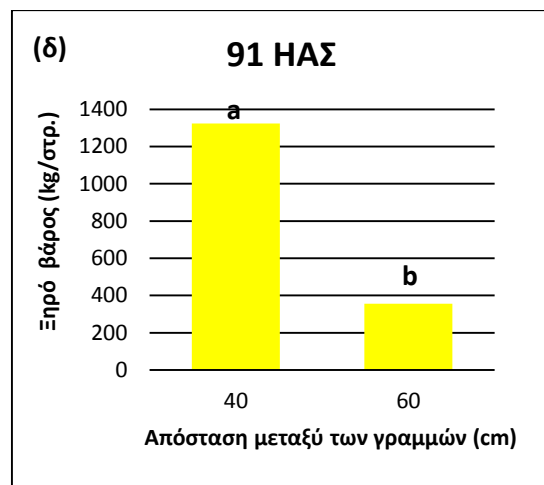
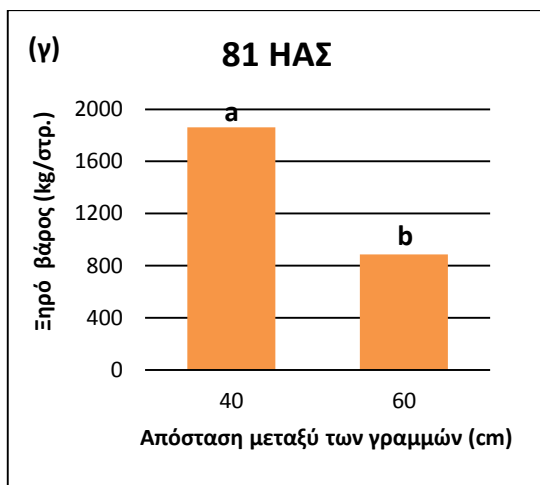
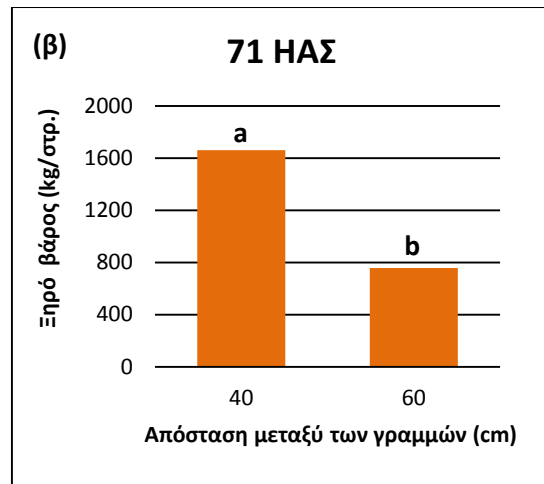
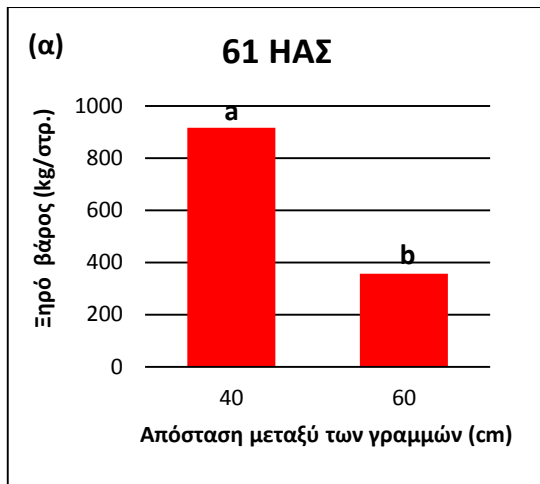


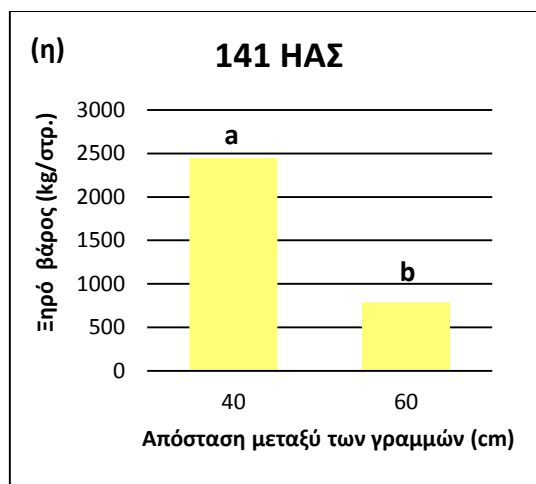
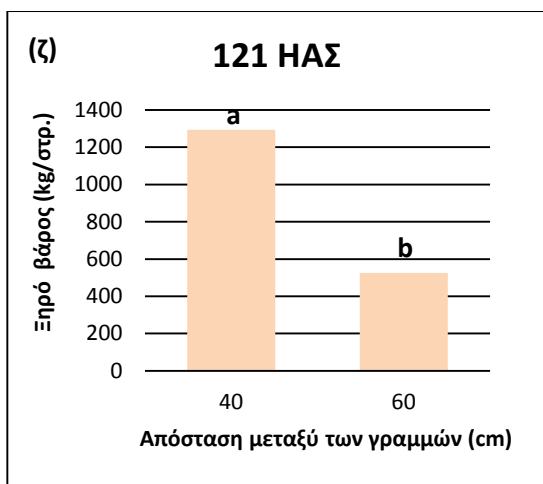
**Διάγραμμα 3.32:** Επίδραση της λίπανσης στο συνολικό ξηρό βάρος στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, η επέμβαση της απόστασης μεταξύ των γραμμών φαίνεται να επέδρασε σημαντικά στο συνολικό ξηρό βάρος, με την απόσταση των 40 cm να υπερέχει σημαντικά της αντίστοιχης των 60 cm. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.34 το συνολικό ξηρό βάρος στη μικρή απόσταση σποράς ήταν από 1,8 έως 3 φορές υψηλότερο του αντίστοιχου για τη μεγάλη απόσταση σποράς.

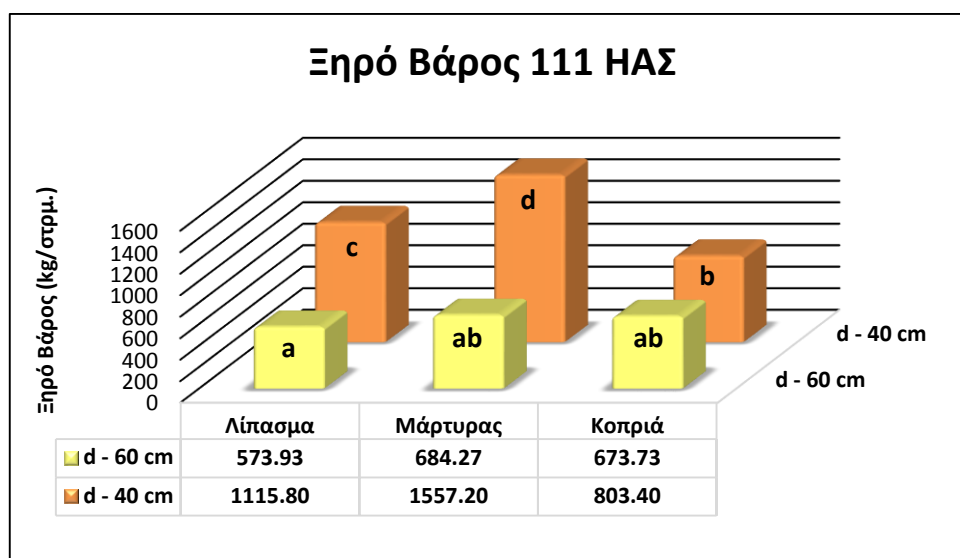


**Διάγραμμα 3.33:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).





**Διάγραμμα 3.34:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο συνολικό ξηρό βάρος των φυτών στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121, η) 141 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



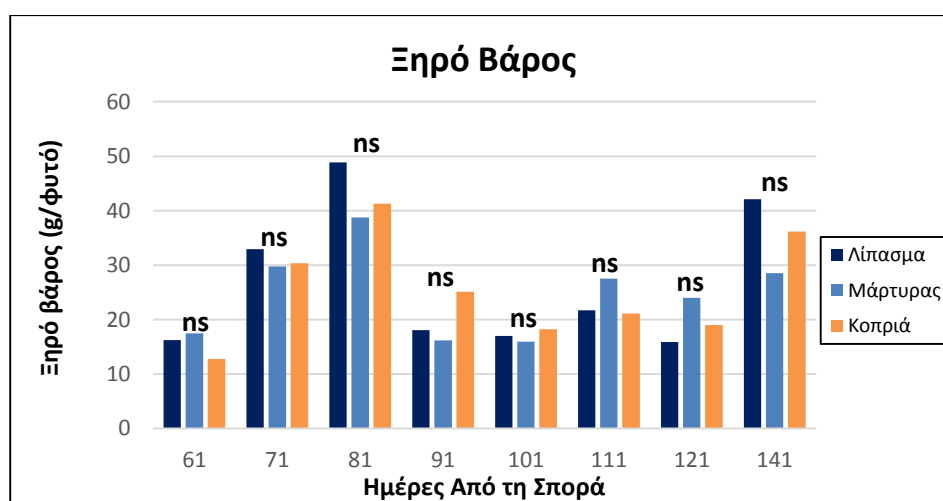
**Διάγραμμα 3. 35:** Αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών στο συνολικό ξηρό βάρος του φυτού στις 111 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.5.4 Ξηρό Βάρος ανά Φυτό

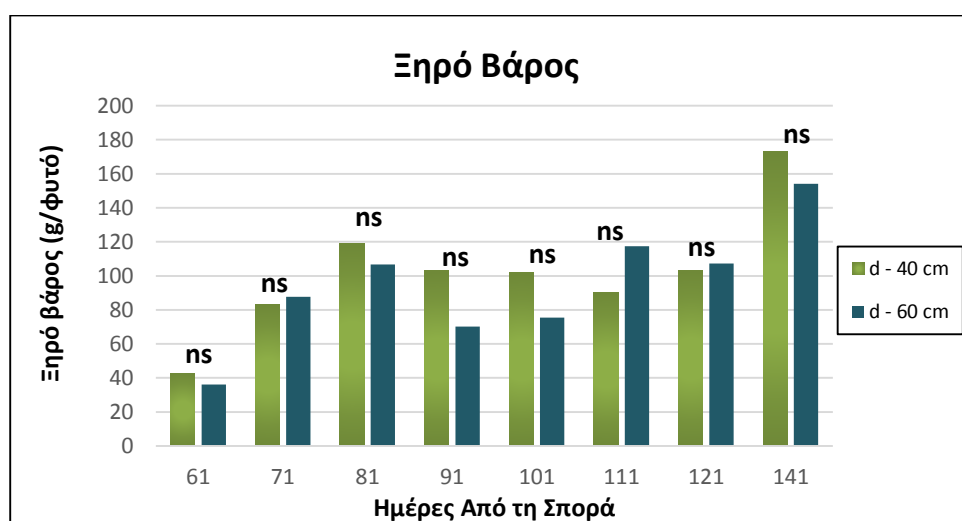
Όπως και με το νωπό βάρος, έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας του ξηρού βάρους ανά φυτό, με σκοπό την παρατήρηση της επίδρασης των δύο παραγόντων μεμονωμένα σε κάθε φυτό από κάθε επέμβαση. Όπως παρατηρούμε και στον Πίνακα 3. 11, η λίπανση και η απόσταση σποράς δεν επέδρασαν σημαντικά στο ξηρό βάρος ανά φυτό.

**Πίνακας 3.11:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του συνολικού ξηρού βάρους ανά φυτό, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	0,5560	0,47023	0,0055	0,94225	0,3648	0,55712	3,6953	0,08963
Λίπανση	2	1,3768	0,28953	0,1305	0,87886	0,6986	0,51641	1,2904	0,31074
Απόσταση*Λίπανση	2	0,3090	0,73984	0,8102	0,46767	0,0563	0,94550	1,3614	0,29319
	ΒΕ	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ		141 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	1,8592	0,19775	2,6177	0,13165	0,0025	0,96125	1,6199	0,22721
Λίπανση	2	0,1574	0,85613	1,4352	0,27615	1,9435	0,18571	0,8560	0,44924
Απόσταση*Λίπανση	2	0,3730	0,69636	0,0244	0,97599	0,1602	0,85380	2,8495	0,09714



**Διάγραμμα 3.36:** Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος ανά φυτό (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.37:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ξηρό βάρος ανά φυτό (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.6 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

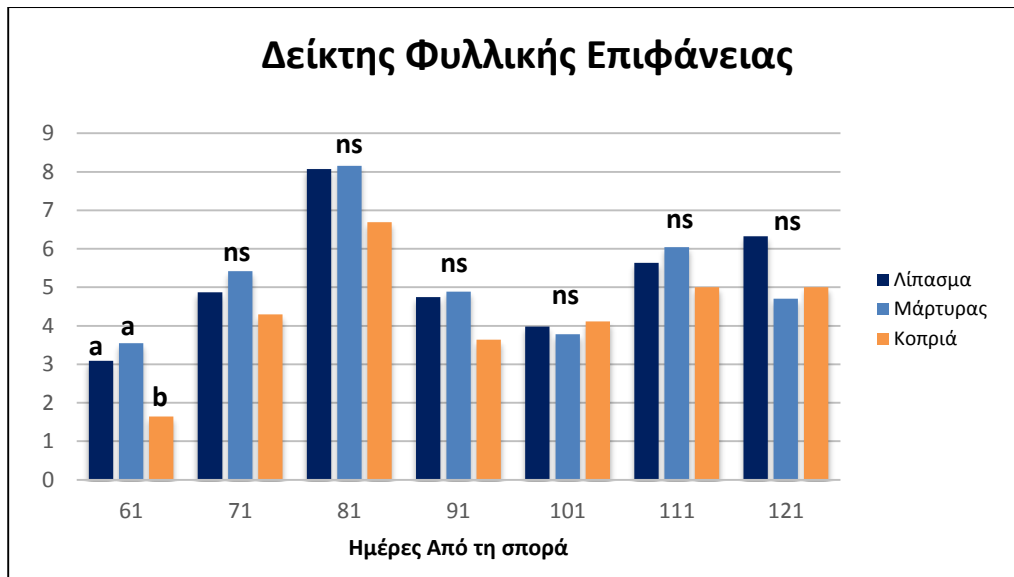
Πραγματοποιήθηκαν συνολικά επτά μετρήσεις. Όπως και στις προηγούμενες μετρήσεις, η πρώτη έγινε 61 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά δέκα ημέρες. Ο παράγοντας λίπανση, επέδρασε σημαντικά σε μία μέτρηση, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών σε όλες τις μετρήσεις. Επίσης σε μία μέτρηση παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ της λίπανσης και της απόστασης μεταξύ των γραμμών. Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα επίδρασης της λίπανσης και της απόστασης στο δείκτη LAI σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν καθώς και η στατιστική ανάλυση.

**Πίνακας 3.12:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του δείκτη φυλλικής επιφάνειας, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

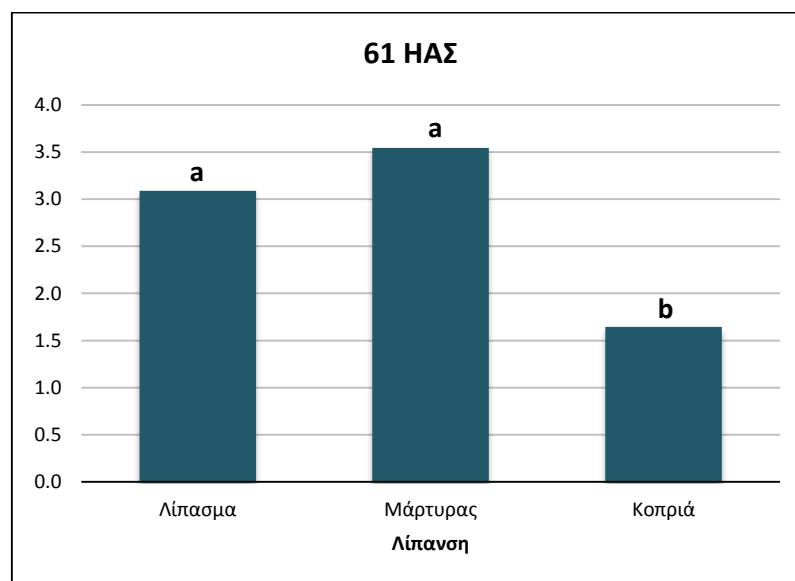
	BE	61 ΗΑΣ		71 ΗΑΣ		81 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Απόσταση	1	57,9861	0,000006	11,09514	0,005988	28,4341	0,000179	40,8524	0,000034
Λίπανση	2	10,4473	0,002357	1,70614	0,222785	2,2588	0,147032	1,0683	0,374116
Απόσταση*Λίπανση	2	4,9499	0,027067	1,11797	0,358734	2,5916	0,116000	1,0902	0,367245
	BE	101 ΗΑΣ		111 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ			
		F	p	F	p	F	p		
Απόσταση	1	30,7214	0,000127	34,4075	0,000076	9,08626	0,010776		
Λίπανση	2	0,0713	0,931613	3,4270	0,066478	0,66836	0,530630		
Απόσταση*Λίπανση	2	0,3679	0,699739	5,9288	0,016193	0,03386	0,966802		

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.12, η επέμβαση της λίπανσης επέδρασε σημαντικά μόνο στην πρώτη μέτρηση, στις 61 ημέρες από τη σπορά, ενώ η απόσταση μεταξύ των γραμμών επέδρασε σημαντικά σε όλες τις μετρήσεις. Παράλληλα, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.42, στις 61 ημέρες από τη σπορά η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο επεμβάσεων ήταν σημαντική.



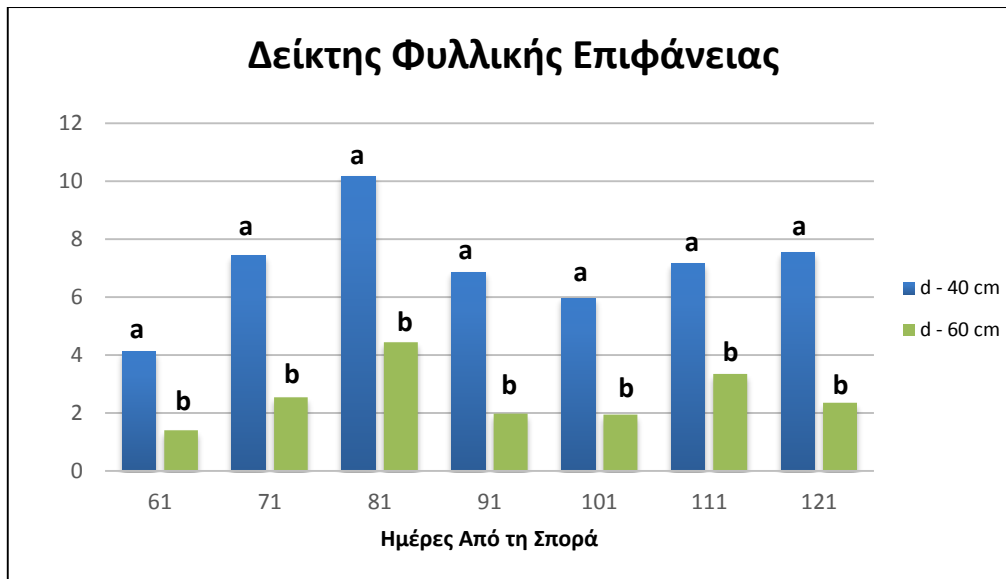


**Διάγραμμα 3.38:** Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

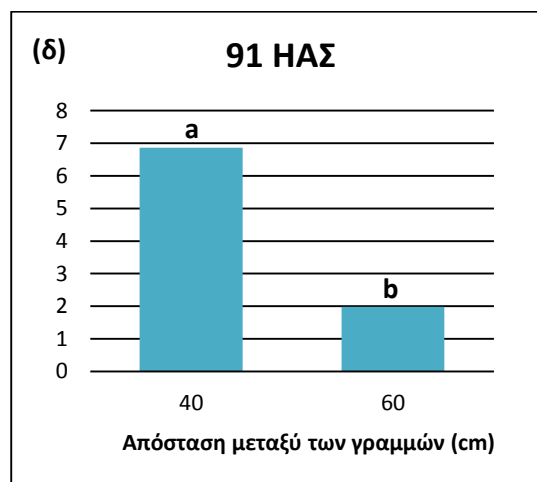
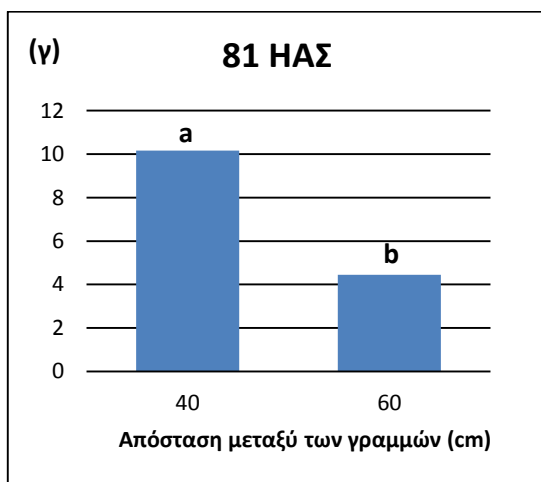
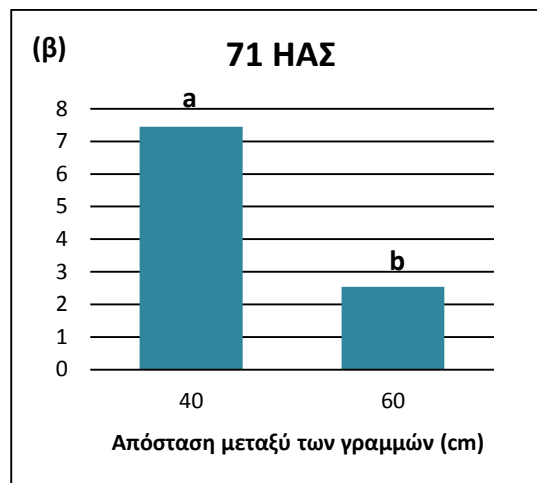
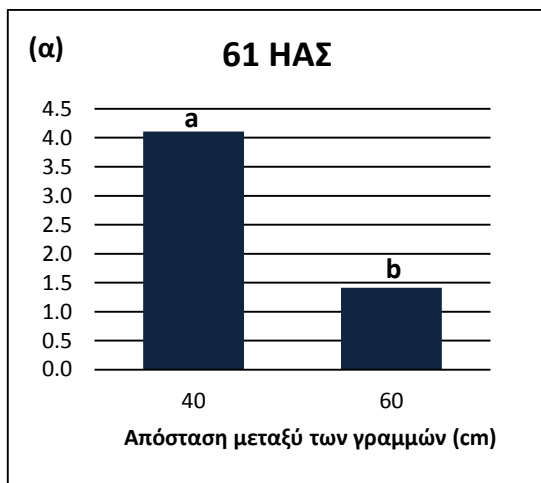


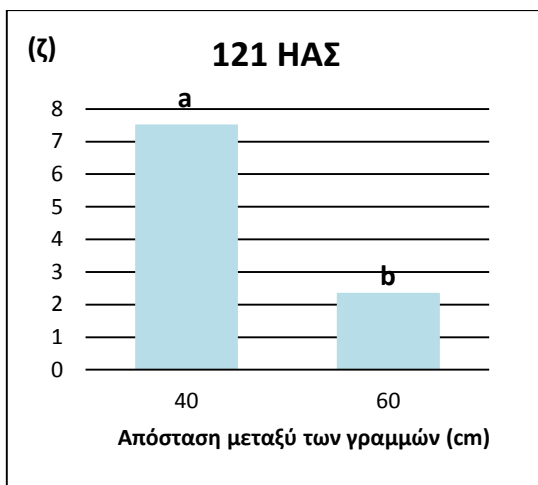
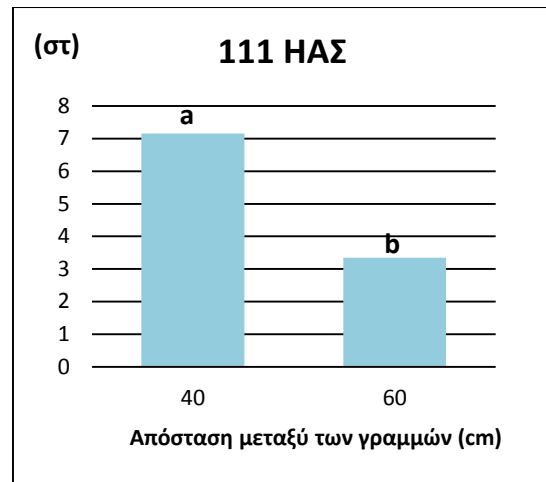
**Διάγραμμα 3.39:** Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις 61 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

Σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, η επέμβαση της απόστασης μεταξύ των γραμμών φαίνεται να επέδρασε σημαντικά στο δείκτη LAI, με την απόσταση των 40 cm να υπερέχει σημαντικά της αντίστοιχης των 60 cm. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.41, ο δείκτης LAI στη μικρή απόσταση σποράς ήταν από 2 έως 3 φορές υψηλότερος του αντίστοιχου για τη μεγάλη απόσταση σποράς.

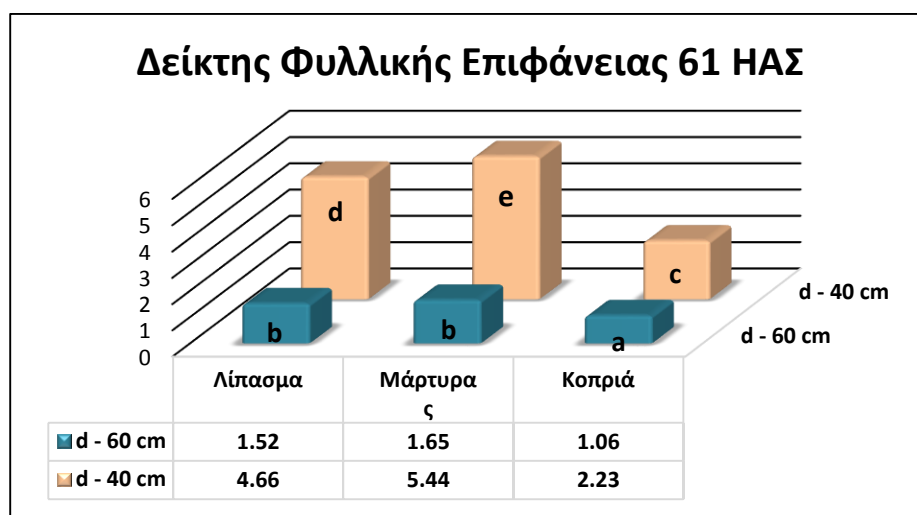


**Διάγραμμα 3.4024:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05\%$ )





**Διάγραμμα 3.41:** Επίδραση της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις α) 61, β) 71, γ) 81, δ) 91, ε) 101, στ) 111, ζ) 121 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



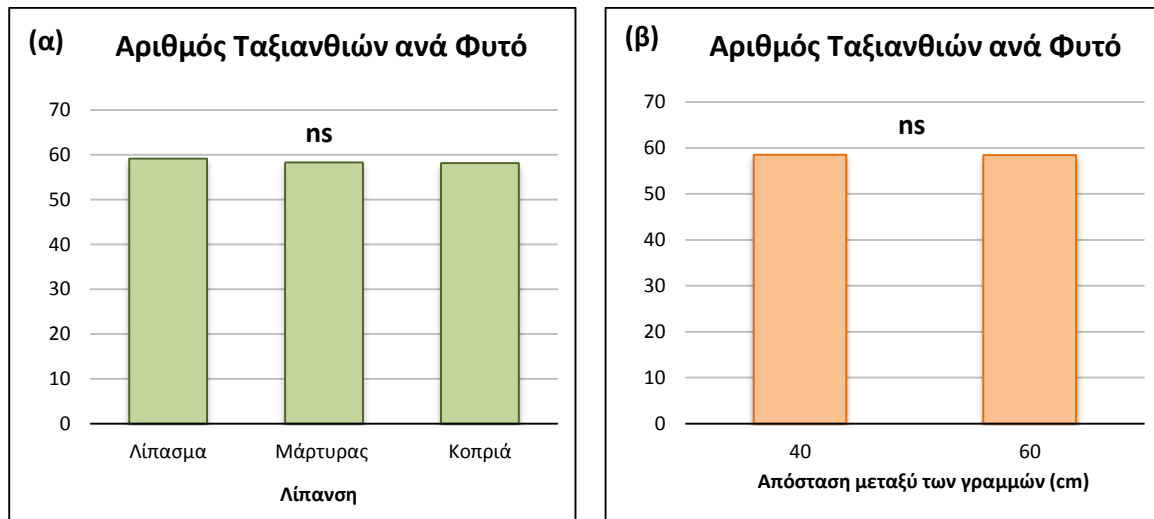
**Διάγραμμα 3.42:** Αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις 61 Ημέρες Από τη Σπορά (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.7 Αριθμός και Μήκος ταξιανθιών ανά φυτό

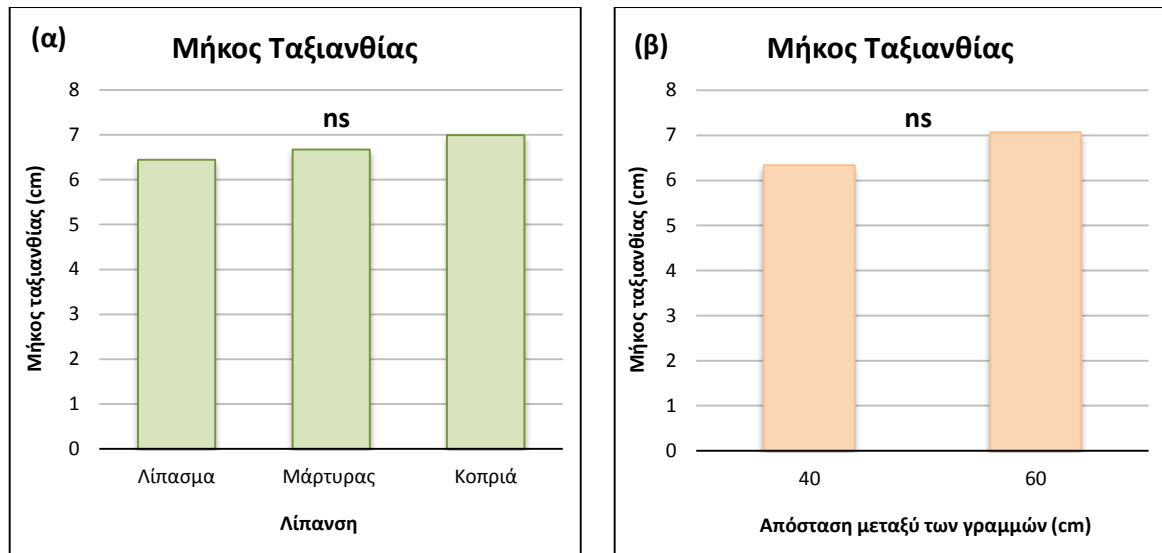
Ο αριθμός και το μήκος ταξιανθιών ανά φυτό μετρήθηκαν στις 224 ημέρες από τη σπορά με συλλογή πέντε φυτών από κάθε υποτεμάχιο. Όσον αφορά τις επεμβάσεις λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών, δεν επέδρασαν σημαντικά σε κανένα από τα δύο αυτά χαρακτηριστικά. Παρακάτω ακολουθεί η στατιστική ανάλυση και τα διαγράμματα επίδρασης των επεμβάσεων.

**Πίνακας 3.13:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του αριθμού ταξιανθιών και του μήκους ταξιανθίας ανά φυτό, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	Αριθμός Ταξιανθιών		Μήκος Ταξιανθίας	
		F	p	F	p
Απόσταση	1	0,000	1,000000	0,7705	0,397310
Λίπανση	2	0,095	0,910487	0,1431	0,868161
Απόσταση*Λίπανση	2	0,229	0,798988	1,7405	0,216913



**Διάγραμμα 3.43:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στον αριθμό ταξιανθιών ανά φυτό (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



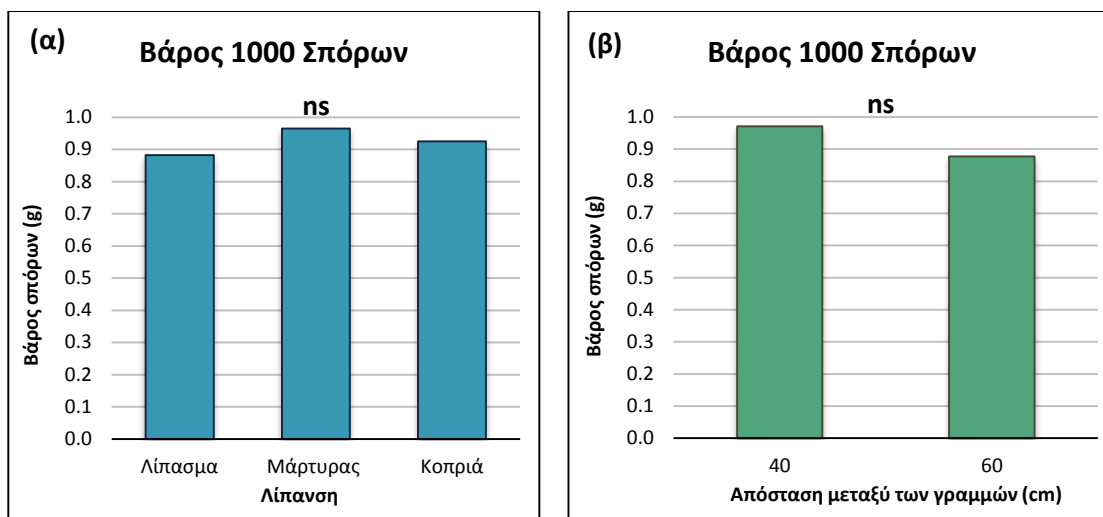
**Διάγραμμα 3.44:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο μήκος ταξιανθίας (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.8 Βάρος 1000 σπόρων

Όσον αφορά το βάρος 1000 σπόρων, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης. Επίσης, στις διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 3.45).

**Πίνακας 3.14:** Ανάλυση παραλλακτικότητας του βάρους 1000 σπόρων, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	Βάρος 1000 σπόρων	
		F	p
Απόσταση	1	1,254	0,284662
Λίπανση	2	0,327	0,727634
Απόσταση*Λίπανση	2	0,435	0,657198



**Διάγραμμα 3.45:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο βάρος 1000 σπόρων (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

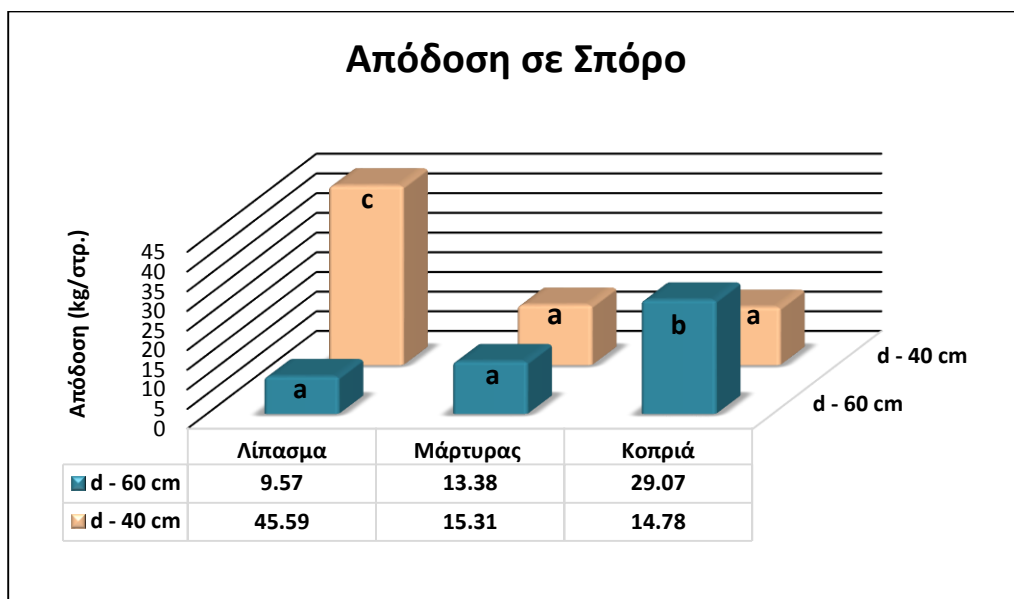
### 3.9 Απόδοση σε σπόρο

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.15, όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο, οι διαφορετικές λιπάνσεις και οι διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών δεν επέδρασαν σημαντικά. Η αλληλεπίδραση των δύο επεμβάσεων, όμως, ήταν σημαντική.

**Πίνακας 3.15:** Ανάλυση παραλλακτικότητας για την τελική απόδοση σε σπόρο, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

	ΒΕ	Απόδοση σε σπόρο	
		F	p
Απόσταση	1	1,122	0,310285
Λίπανση	2	1,060	0,376893
Απόσταση*Λίπανση	2	3,964	0,047686

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.46, το σύστημα λίπασμα-μικρή απόσταση σποράς, έδωσε 46 kg σπόρου ανά στρέμμα, ενώ δεύτερο σε απόδοση ακολούθησε το σύστημα κοπριά-μεγάλη απόσταση σποράς, με 29 kg ανά στρέμμα.



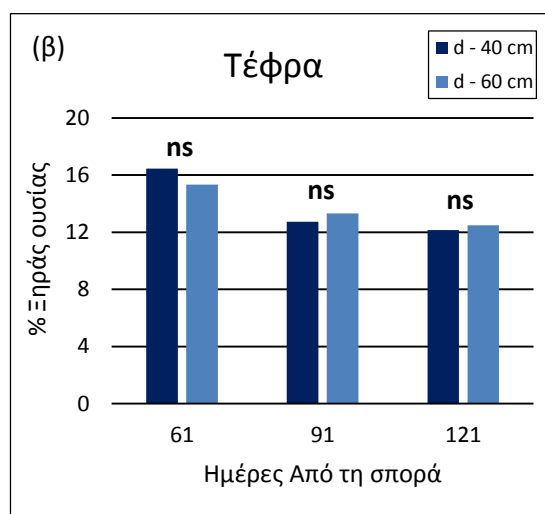
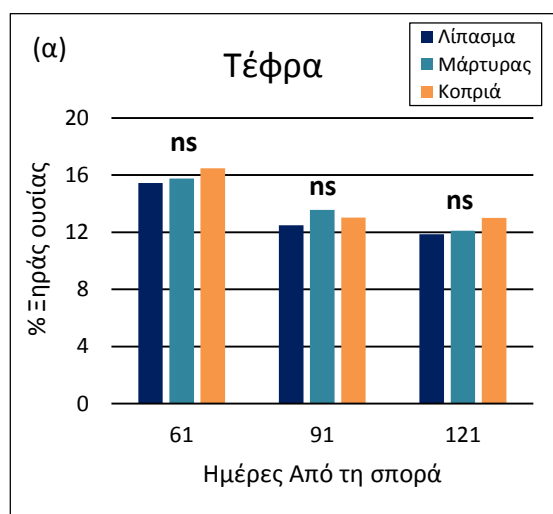
**Διάγραμμα 3.46:** Αλληλεπίδραση μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών στην απόδοση σε σπόρο (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

### 3.9 Χαρακτηριστικά Ποιότητας Φυτομάζας

Πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις για τη μελέτη των χαρακτηριστικών ποιότητας της φυτομάζας της χίας. Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν η τέφρα, οι αζωτούχες, οι λιπαρές, οι ινώδεις ουσίες, το NDF και ADF. Όπως παρατηρούμε και στον Πίνακα 3.16, οι διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης και απόστασης μεταξύ των γραμμών δεν επέδρασαν σημαντικά στα χαρακτηριστικά ποιότητας της φυτομάζας.

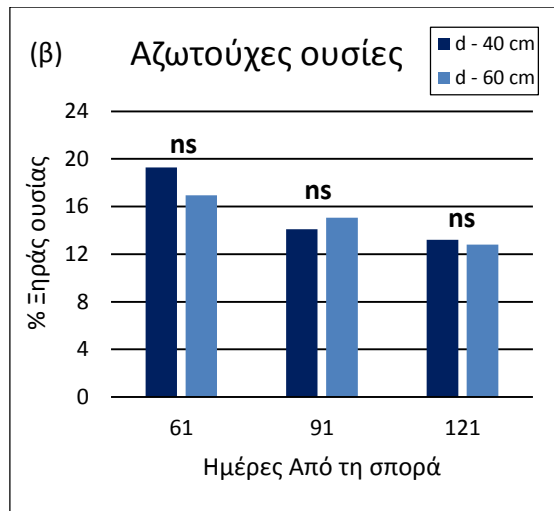
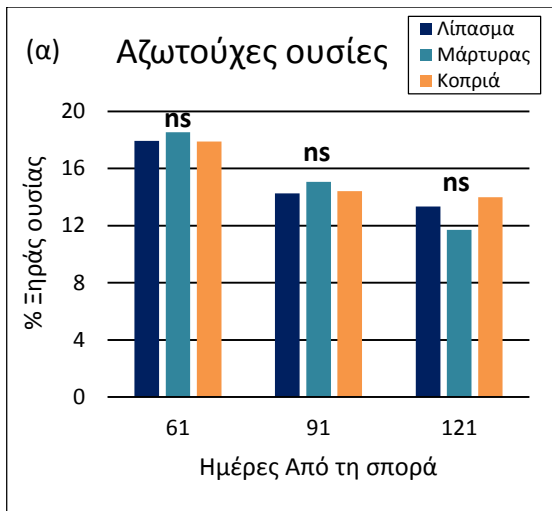
**Πίνακας 3.16:** Ανάλυση παραλλακτικότητας για τα χαρακτηριστικά ποιότητας φυτομάζας, με επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (οι κόκκινοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

		ΒΕ	61 ΗΑΣ		91 ΗΑΣ		121 ΗΑΣ	
			F	p	F	p	F	p
Τέφρα	Απόσταση	1	0,01601	0,90125	0,00665	0,93624	0,00246	0,96123
	Λίπανση	2	0,00492	0,99509	0,00715	0,99288	0,01043	0,98963
	Απόσταση*Λίπανση	2	0,02872	0,97175	0,00448	0,99553	0,00488	0,99513
Αζωτούχες Ουσίες	Απόσταση	1	0,05359	0,82053	0,01399	0,90765	0,00330	0,95506
	Λίπανση	2	0,00176	0,99825	0,00385	0,99616	0,03516	0,96554
	Απόσταση*Λίπανση	2	0,03759	0,96321	0,01462	0,98550	0,01652	0,98363
Λιπαρές Ουσίες	Απόσταση	1	0,09505	0,76274	0,00076	0,97844	0,02624	0,87381
	Λίπανση	2	0,00950	0,99055	0,00343	0,99658	0,04743	0,95384
	Απόσταση*Λίπανση	2	0,02465	0,97570	0,07930	0,92420	0,03335	0,96729
Ινώδεις Ουσίες	Απόσταση	1	0,13630	0,71793	0,00597	0,93959	0,00648	0,93706
	Λίπανση	2	0,04359	0,95749	0,00092	0,99908	0,00540	0,99462
	Απόσταση*Λίπανση	2	0,13272	0,87688	0,02667	0,97374	0,00693	0,99310
NDF	Απόσταση	1	0,00066	0,97996	0,00195	0,96543	0,01003	0,92177
	Λίπανση	2	0,00503	0,99498	0,00011	0,99989	0,00016	0,99984
	Απόσταση*Λίπανση	2	0,00332	0,99669	0,00428	0,99573	0,00008	0,99992
ADF	Απόσταση	1	0,00065	0,98005	0,00189	0,96595	0,02371	0,88000
	Λίπανση	2	0,00135	0,99865	0,00006	0,99994	0,00319	0,99682
	Απόσταση*Λίπανση	2	0,00784	0,99220	0,01316	0,98694	0,00149	0,99851

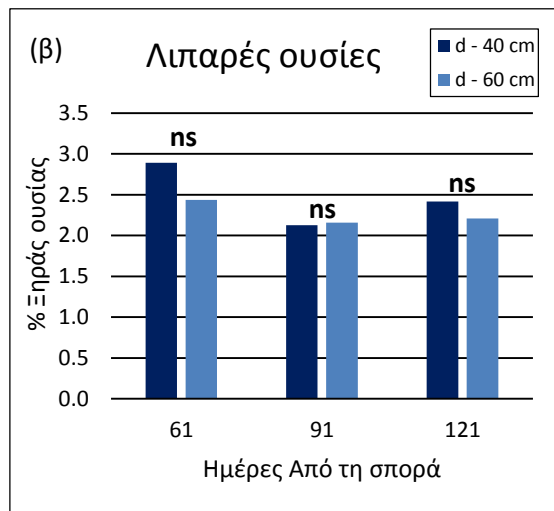
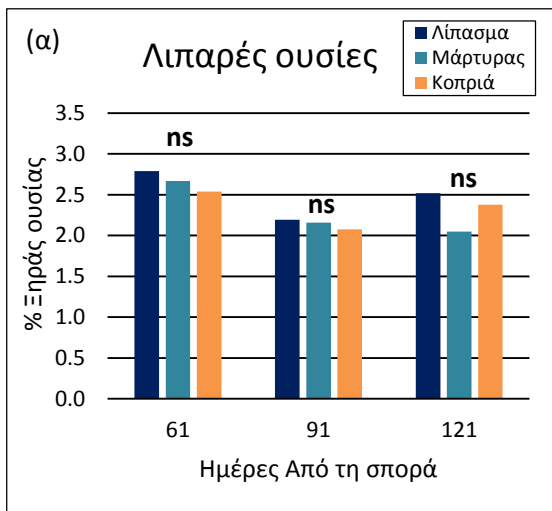


**Διάγραμμα 3.257:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό τέφρας της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

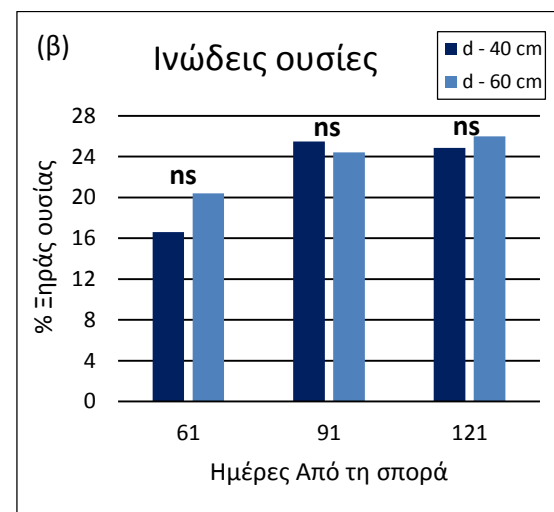
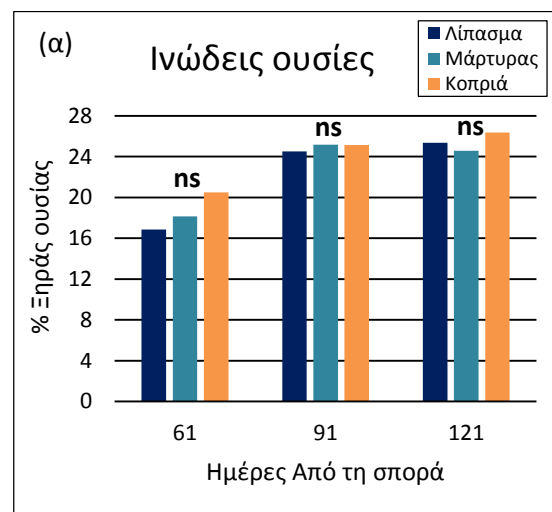




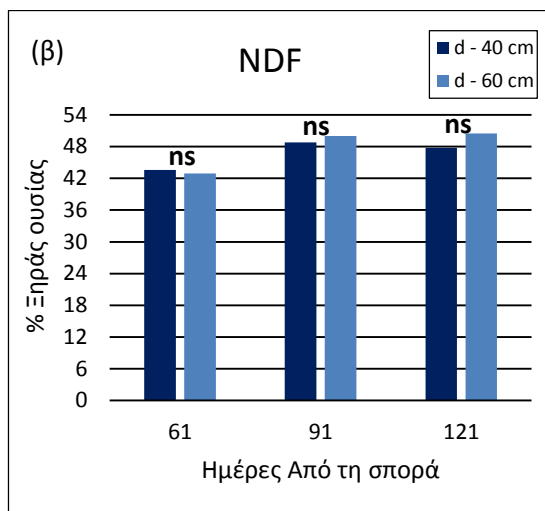
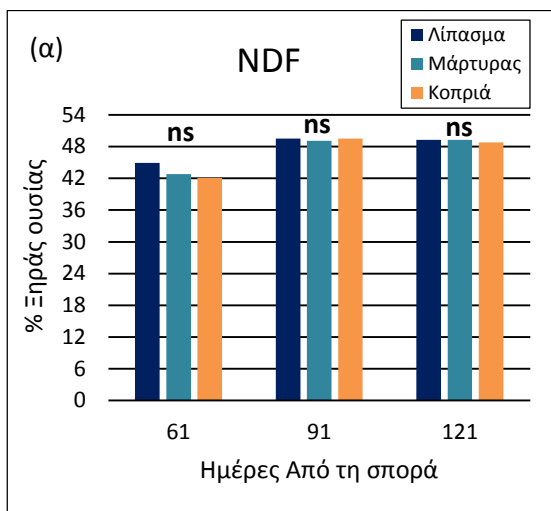
**Διάγραμμα 3.48:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό αζωτούχων ουσιών της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



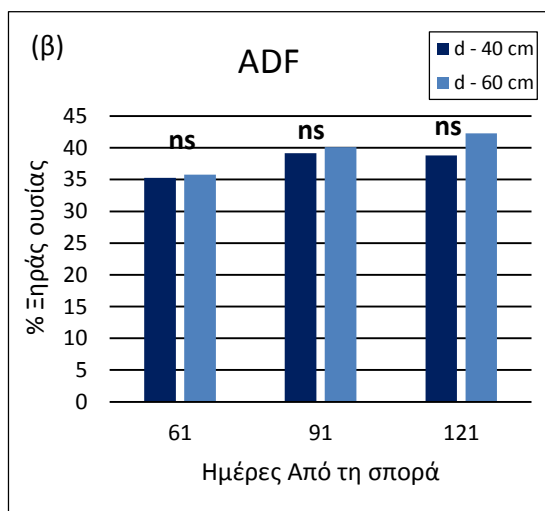
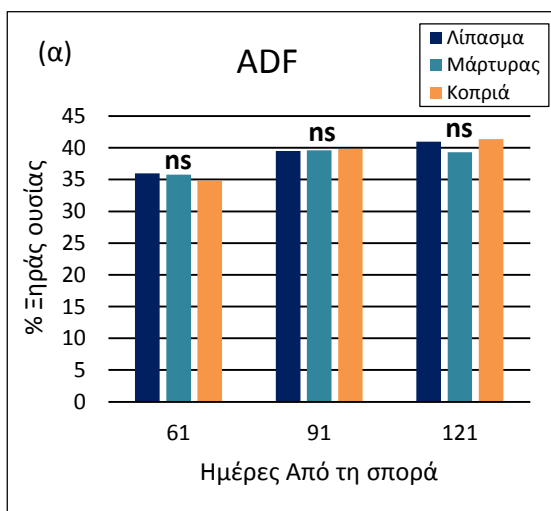
**Διάγραμμα 3.49:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό λιπαρών ουσιών της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.50:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό ινωδών ουσιών της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.51:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό NDF της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).



**Διάγραμμα 3.52:** Επίδραση α) της λίπανσης και β) της απόστασης μεταξύ των γραμμών στο ποσοστό ADF της ξηράς ουσίας του υπέργειου μέρους των φυτών (τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ ).

#### 4. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται η ερμηνεία, τα σχόλια και τα συμπεράσματα ανά κατηγορία χαρακτηριστικών, καθώς και οι συσχετίσεις μεταξύ των διάφορων παραμέτρων που μελετήθηκαν και αξίζει να σημειωθούν.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δίνουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την καλλιέργεια της χίας στην Ελλάδα. Η επίδραση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών, καθώς και η επίδραση των διαφορετικών ειδών λίπανσης στην καλλιέργεια, όπως εμφανίζεται στα αποτελέσματα, αναλύεται ακολούθως.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν όσον αφορά το ύψος των φυτών της χίας, καθώς και τη στατιστική ανάλυση που προέκυψε από αυτές, παρατηρούμε πως η επέμβαση της λίπανσης όπως και οι διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών δεν επέδρασαν σημαντικά στο ύψος, σύνολο της καλλιέργειας. Οι σημαντικές διαφορές που παρουσίασαν οι μετρήσεις στις 61 ημέρες από τη σπορά, για τις διαφορετικές λιπάνσεις, και στις 67 και 74 ημέρες από τη σπορά για τις διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών, οφείλονται πιθανώς στην εξαιρετικά μεγάλη ποικιλομορφία που παρουσιάζουν τα φυτά της χίας.

Ωστόσο, παρατηρώντας την πορεία εξέλιξης της καλλιέργειας, αξίζει να αναφέρουμε πως το ύψος των φυτών της επέμβασης των 40 cm μεταξύ των γραμμών ήταν καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας, κατά 5% υψηλότερο από το αντίστοιχο των φυτών της επέμβασης των 60 cm μεταξύ των γραμμών. Οι τελικές τιμές που παρατηρήθηκαν, ήταν 117 cm για την απόσταση των 40 cm και 112 cm για την απόσταση των 60 cm, τιμές μέσα στα όρια που αναφέρει και ο Rulfo (1937).

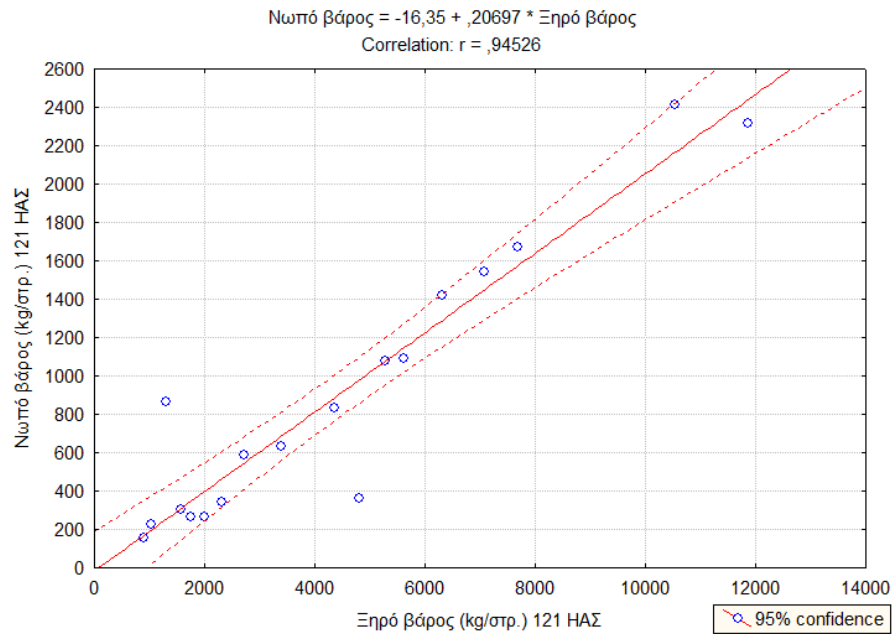
Αντίστοιχα με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για το ύψος των φυτών, οι μετρήσεις για τον αριθμό κόμβων και πλάγιων βλαστών δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο σύνολο της καλλιέργειας, όσον αφορά τη λίπανση και την απόσταση σποράς, με εξαίρεση δύο μετρήσεων. Και εδώ τα αποτελέσματα ερμηνεύονται λαμβάνοντας υπόψιν την ποικιλομορφία που παρουσιάζουν τα φυτά της χίας. Σημειώνουμε, πως οι μέγιστες τιμές που παρατηρήθηκαν, ήταν 15 κόμβοι ανά φυτό και 18 πλάγιοι βλαστοί ανά φυτό, και αφορούν τη μέτρηση στις 141 ημέρες από τη σπορά.

Όσον αφορά το νωπό βάρος των φυτών, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είχαν σημαντική επίδραση σε όλη την

πορεία ανάπτυξης της καλλιέργειας, σε αντίθεση με την επέμβαση της λίπανσης, που και εδώ δεν επέδρασε σημαντικά στο νωπό βάρος, παρά μόνο σε μια μέτρηση. Στη μικρή απόσταση σποράς, το νωπό βάρος ήταν διπλάσιο και σε ορισμένες περιπτώσεις σχεδόν τριπλάσιο από εκείνο στη μεγάλη απόσταση σποράς, όπως ήταν αναμενόμενο, καθώς η στρεμματική απόδοση σχετίζεται άμεσα με την πυκνότητα των φυτών ανά στρέμμα. Εδώ αξίζει να σημειωθεί πως τόσο ο παράγοντας λίπανση, όσο και ο παράγοντας απόσταση σποράς, δεν επέδρασαν σημαντικά στο νωπό βάρος ανά φυτό. Έτσι φαίνεται πως ναι μεν η υψηλή πυκνότητα ευθύνεται για τις μεγάλες αποδόσεις, αλλά και σε επίπεδο φυτού η μικρή απόσταση δεν επέδρασε σημαντικά. Οι τιμές για το νωπό βάρος κυμάνθηκαν στα 10.261 kg/στρ. για την απόσταση των 40cm και 3.906 kg/στρ. για την απόσταση των 60 cm μεταξύ των γραμμών, για την τελευταία μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 141 ημέρες από τη σπορά.

Όπως ήταν αναμενόμενο, τα αποτελέσματα του ξηρού βάρους ήταν σε αντιστοιχία με αυτά του νωπού βάρους φυτών. Οι διαφορετικές λιπάνσεις δεν επέδρασαν σημαντικά στη ξηρό βάρος της φυτομάζας, με εξαίρεση τη μέτρηση στις 111 ημέρες από τη σπορά ενώ οι διαφορετικές αποστάσεις παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις μετρήσεις. Αξιοσημείωτες ήταν οι αποδόσεις σε φυτομάζα με τιμές που κυμάνθηκαν στα 2.447 kg/στρ. για την απόσταση των 40cm και 786 kg/στρ. για την απόσταση των 60 cm μεταξύ των γραμμών, συγκριτικά με άλλες μελέτες καλλιέργειας χίας. Ειδικότερα, οι Coates και Ayerza (1996) αναφέρουν αποδόσεις φυτομάζας από 131 έως 367 kg/στρ.. Αυτό μπορεί να αποδοθεί αφενός στην πυκνότητα σποράς (40 cm – 60 cm) και αφετέρου στην υψηλή γονιμότητα του εδάφους που σε συνδυασμό μεγιστοποίησαν τις αποδόσεις της καλλιέργειας. Επίσης, οι πολύ μεγάλες διαφορές μπορούν να αποδοθούν, σύμφωνα με τους Coates και Ayerza (2005), στις διαφορετικές ημερομηνίες σποράς και τον αντίστοιχο αριθμό ημερών που χρειάζεται το φυτό για να ολοκληρώσει την ανάπτυξη του. Σε κάθε περίπτωση, δείχνει το μεγάλο δυναμικό και τις καλές προοπτικές καλλιέργειας στη χώρα μας.

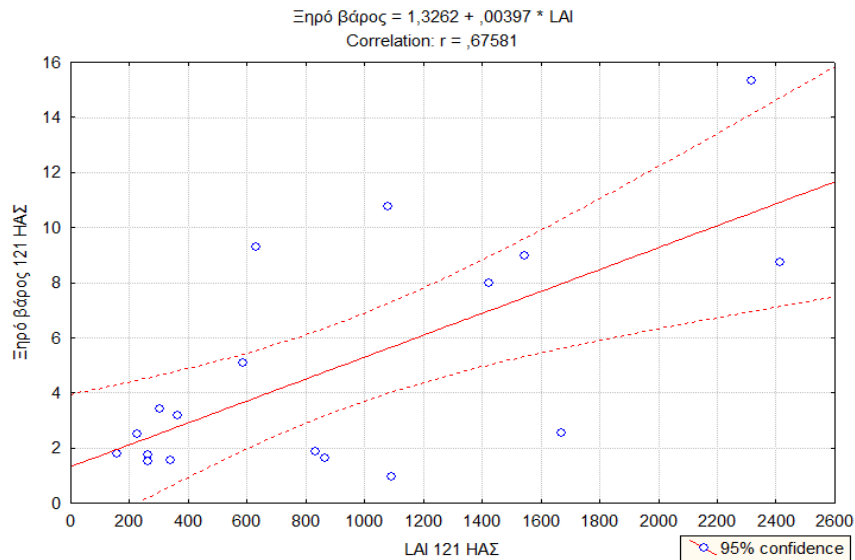
Εδώ αξίζει να σημειώσουμε πως παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων νωπό και ξηρό βάρος (Διάγραμμα 4.1), όπως ήταν αναμενόμενο.



**Διάγραμμα 4.1:** Γραμμική σχέση μεταξύ νωπού και ξηρού βάρους φυτών.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας, έδειξαν ότι οι διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είχαν σημαντική επίδραση σε όλη την πορεία ανάπτυξης της καλλιέργειας, σε αντίθεση με την επέμβαση της λίπανσης, που και εδώ δεν επέδρασε σημαντικά, παρά μόνο σε μια μέτρηση. Όπως και στις δύο προηγούμενες μετρήσεις, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας σχετίζεται άμεσα με την πυκνότητα των φυτών, η οποία είναι μεγαλύτερη στην απόσταση των 40 cm μεταξύ των γραμμών. Οι τιμές του δείκτη ήταν 7,52 και 2,36 για την απόσταση των 40 και 60 cm αντίστοιχα, για την τελευταία μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 121 ημέρες από τη σπορά.

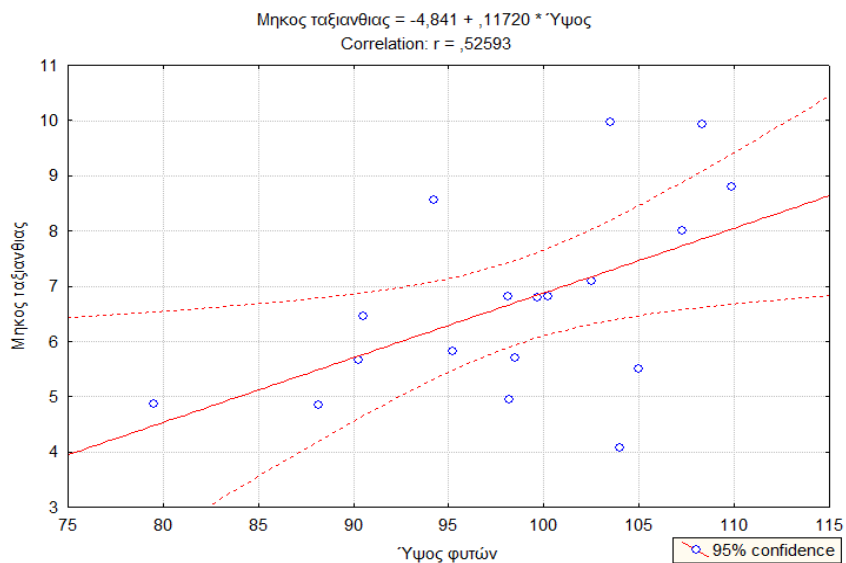
Επίσης, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας παρουσίασε θετική συσχέτιση, τόσο με το νωπό, όσο και με το ξηρό βάρος. Η υψηλή γονιμότητα του εδάφους, πιθανότατα ευθύνεται για την ύπαρξη αυτής της σχέσης, καθώς γίνεται αντιληπτό ότι το ξηρό βάρος όπως και ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI), που είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τα μεταβολικά προϊόντα που προέρχονται από τη φωτοσύνθεση, σχετίζονται άμεσα με τη συγκέντρωση αζώτου στο έδαφος (Hassan and Leitch, 2001).



**Διάγραμμα 4.2:** Γραμμική σχέση μεταξύ ξηρού βάρους και δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI).

Ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό δεν παρουσίασε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων τόσο της λίπανσης, όσο και της απόστασης μεταξύ των γραμμών, και ήταν κατά μέσο όρο 59 ταξιανθίες ανά φυτό.

Αντίστοιχα, στο μήκος ταξιανθιών δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές σε καμία επέμβαση και ο γενικός μέσος όρος ήταν 7 cm. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μήκος των ταξιανθιών των κύριων βλαστών ήταν χαρακτηριστικά μεγαλύτερο, κατά 37%, από αυτό των πλάγιων βλαστών, με μέση τιμή τα 9 cm. Θετική συσχέτιση παρουσιάστηκε μεταξύ του μήκους ταξιανθίας και του ύψους των φυτών.



**Διάγραμμα 4.3:** Γραμμική σχέση μεταξύ μήκους ταξιανθίας και ύψους.

Όσον αφορά το βάρος 1000 σπόρων, τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι οι επεμβάσεις της λίπανσης και της απόστασης σποράς δεν επέδρασαν στατιστικά σημαντικά, με μέσο όρο 0,92 g. Είναι πιθανό, το βάρος των σπόρων να είναι σε μεγάλο βαθμό, γενετικά καθορισμένο χαρακτηριστικό.

Στην απόδοση σε σπόρο, οι διαφορετικές λιπάνσεις και οι διαφορετικές αποστάσεις σποράς, δεν επέδρασαν σημαντικά. Στην επέμβαση της λίπανσης, το οργανικό λίπασμα έδωσε τη μεγαλύτερη απόδοση, με 28 kg/στρ. , ακολούθησε η κοπριά και τέλος ο μάρτυρας. Στην επέμβαση της απόστασης μεταξύ των γραμμών, υπερίσχυσε η απόσταση των 40 cm, με 25 kg/στρμ. . Παράλληλα, εμφανίστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο επεμβάσεων με το σύστημα οργανικό λίπασμα – απόσταση μεταξύ των γραμμών 40 cm, να δίνει τη μεγαλύτερη απόδοση, με 46 kg/στρ. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι αποδόσεις σε σπόρο χίας σε εμπορική κλίμακα, κυμαίνονται από 50 έως 60 kg/στρ., ενώ έχουν αναφερθεί και αποδόσεις μέχρι 100 – 126 kg/στρμ. σε ορισμένες περιοχές (Coates and Ayerza, 1998). Οι χαμηλότερες αποδόσεις του υπό μελέτη πειράματος, οφείλονται πιθανότατα στην όψιμη σπορά αλλά και στη μεγάλη διαφορά γεωγραφικού πλάτους που έχει η χώρα μας με τις χώρες στις οποίες καλλιεργείται η χία. Τόσο μεγάλη παραλλακτικότητα στις αποδόσεις, υποδεικνύει την ανάγκη δημιουργίας ποικιλιών, που θα προσαρμόζονται στην εκάστοτε ζώνη παραγωγής με σκοπό την παραγωγή της χίας σε εμπορική κλίμακα, όπως αναφέρουν οι Coates και Ayerza (2005).

Στα χαρακτηριστικά ποιότητας φυτομάζας που μελετήθηκαν (τέφρα, αζωτούχες, λιπαρές, ινώδεις ουσίες, NDF, ADF), δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά τις διαφορετικές λιπάνσεις και τις διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ των γραμμών. Στις μετρήσεις που έγιναν, παρατηρήθηκε σταδιακή μείωση στο ποσοστό της τέφρας, των αζωτούχων και των λιπαρών ουσιών της ξηράς ουσίας σε αντίθεση με τα ποσοστά των ινωδών ουσιών, NDF και ADF, που παρουσίασαν σταδιακή αύξηση κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών. Αντίστοιχα αποτελέσματα, αναφέρουν οι Peiretti και Gai (2013), για καλλιέργεια κινόας στην Ιταλία. Αξιοσημείωτα, όμως είναι τα αποτελέσματα, συγκρίνοντας τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν και με τα αντίστοιχα ορισμένων κτηνοτροφικών φυτών, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.1. Σύμφωνα με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, φαίνεται ότι η χία έχει υψηλό ποσοστό αζωτούχων ουσιών - υψηλότερο από το αντίστοιχο φυτών ήδη χρησιμοποιούμενων ως κτηνοτροφές - που

σημαίνει πως θα μπορούσε να συμπεριληφθεί σε διάφορα σιτηρέσια (Kanani *et al.*, 2005). Παράλληλα, τα ποσοστά των αντιδιαιτητικών παραγόντων NDF (49%) και ADF (40%), στη χία, είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα για τη σύσταση κτηνοτροφών, συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα κτηνοτροφικών φυτών, όπως αναφέρονται στη μελέτη του Ward (2010), δίνοντας έτσι το έναυσμα για περαιτέρω μελέτη της καλλιέργειας χίας σε ότι αφορά τη χρήση της στη διατροφή αγροτικών ζώων.

**Πίνακας 4.1:** Σύσταση ξηράς ουσίας έξι κτηνοτροφικών φυτών (Πηγή: USDA)

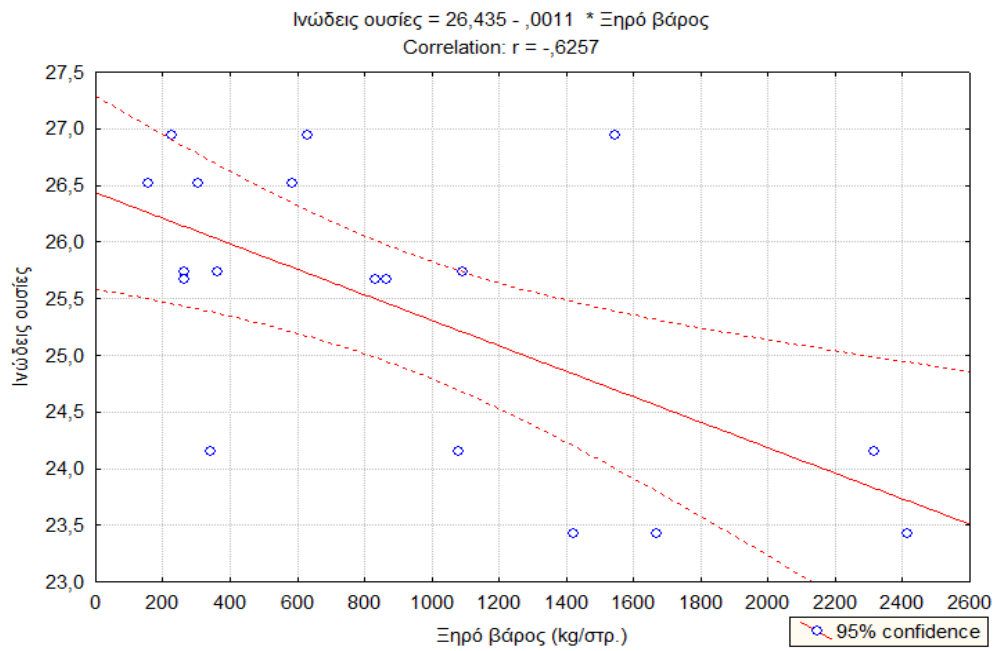
Σύσταση % Ξ.Ο.	Κινόα	Χία	Καλαμπόκι	Ρύζι	Βρώμη	Σίκαλη	Σόγια
<b>Αζωτούχες Ουσίες</b>	16,5	12,0	10,2	7,6	11,6	13,4	36,1
<b>Λιπαρές Ουσίες</b>	6,3	2,1	4,7	2,2	5,2	1,8	18,9
<b>Ινώδεις Ουσίες</b>	3,8	23,4	2,3	6,4	10,4	2,6	5,6
<b>Τέφρα</b>	3,8	11,3	11,7	3,4	2,9	2,1	5,3

Στον Πίνακα 4.2, που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι συσχετίσεις των σημαντικότερων μεταβλητών. Παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των ινωδών ουσιών και του ADF, αλλά περισσότερο αξίζει να σημειωθεί η στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ των ινωδών ουσιών, NDF, ADF και του ξηρού βάρους (Διαγράμματα 4.4, 4.5, 4.6).

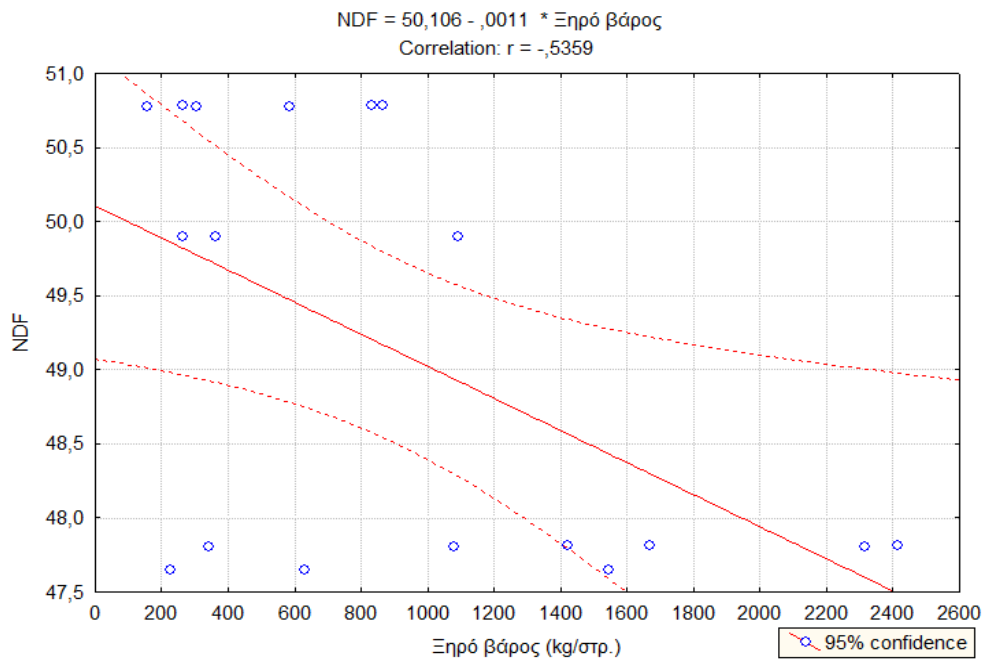
**Πίνακας 4.2:** Συσχετίσεις (r) των μεταβλητών χαρακτηριστικών ποιότητας φυτομάζας (Οι συσχετίσεις με κόκκινο χρώμα είναι στατιστικά σημαντικές με  $p < 0,05$ ).

	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Τέφρα	Αζωτούχες Ουσίες	Λιπαρές Ουσίες	Ινώδεις Ουσίες	NDF	ADF
<b>Νωπό Βάρος</b>	1,00	<b>0,95</b>	-0,38	-0,09	-0,08	<b>-0,62</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,57</b>
<b>Ξηρό Βάρος</b>	<b>0,95</b>	1,00	-0,39	-0,23	-0,10	<b>-0,63</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,63</b>
<b>Τέφρα</b>	-0,38	-0,39	1,00	0,15	0,23	0,81	0,19	<b>0,54</b>
<b>Αζωτούχες Ουσίες</b>	-0,09	-0,23	0,15	1,00	0,32	0,35	-0,28	0,05
<b>Λιπαρές Ουσίες</b>	-0,08	-0,10	0,23	0,32	1,00	0,39	-0,34	0,12
<b>Ινώδεις Ουσίες</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,63</b>	0,81	0,35	0,39	1,00	0,43	<b>0,71</b>
<b>NDF</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,54</b>	0,19	-0,28	-0,34	0,43	1,00	<b>0,79</b>
<b>ADF</b>	<b>-0,57</b>	<b>-0,63</b>	<b>0,54</b>	0,05	0,12	<b>0,71</b>	<b>0,79</b>	1,00

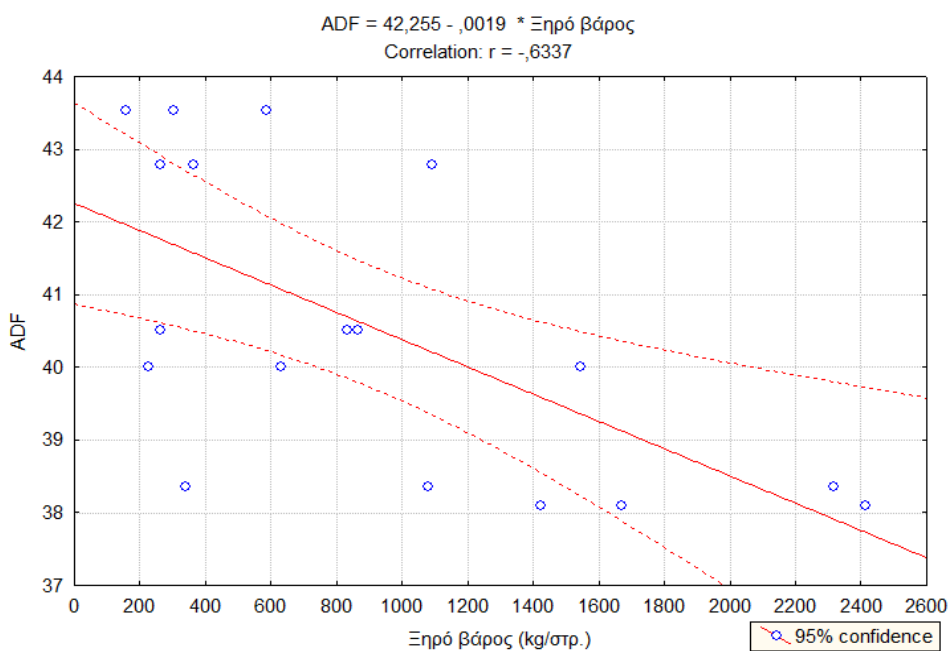




**Διάγραμμα 4.4:** Γραμμική σχέση μεταξύ ινωδών ουσιών και ξηρού βάρους.



**Διάγραμμα 4.5:** Γραμμική σχέση μεταξύ NDF και ξηρού βάρους.



**Διάγραμμα 4.6:** Γραμμική σχέση μεταξύ ADF και ξηρού βάρους.

Οι συσχετίσεις αυτές μας δείχνουν, πως όχι μόνο η πυκνότερη σπορά δεν είχε αρνητική επίδραση στην καλλιέργεια, αλλά έδωσε και μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις σε φυτομάζα, με μικρότερη περιεκτικότητα ινωδών ουσιών, NDF και ADF, καθιστώντας τη κατάλληλη, σε ικανοποιητικό βαθμό, για χρήση της ως κτηνοτροφή.

Συνοψίζοντας, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Ο παράγοντας λίπανση, δεν επέδρασε σημαντικά στο σύνολο της καλλιέργειας, πιθανώς επειδή το έδαφος ήταν επαρκώς εφοδιασμένο σε άζωτο. Αυτό σημαίνει πως η χία μπορεί να καλλιεργηθεί και χωρίς επιπλέον λίπανση αρκεί το έδαφος να έχει επάρκεια αζώτου, άρα θα πρέπει να ερευνηθεί η δυνατότητα εισαγωγής της καλλιέργειας σε κάποιο σύστημα αμειψισποράς.
- Οι αποστάσεις σποράς που εφαρμόστηκαν, επίσης δεν επέδρασαν σημαντικά σε επίπεδο φυτού, παρόλο που ήταν σημαντικά μικρότερες από αυτές που αναφέρονται σε προηγούμενες μελέτες. Λαμβάνοντας υπόψιν τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, σύμφωνα με τα οποία, οι πυκνότερες αποστάσεις σποράς έδωσαν υψηλότερες αποδόσεις, και συγκριτικά με άλλες μελέτες, πολλαπλάσια παραγωγή φυτομάζας, η καλλιέργεια της χίας έχει μεγάλη προοπτική, αν αυτή αξιοποιηθεί.
- Η οψίμιση στη συγκομιδή αποτελεί πρόβλημα, που καθιστά αναγκαία την περαιτέρω διερεύνηση της εποχής σποράς.

## 5. Παράρτημα Εικόνων



Εικόνα 5.1: Άποψη πειραματικού αγρού στις 10 ημέρες από τη σπορά.



Εικόνα 5.2: Άποψη πειραματικού αγρού στις 55 ημέρες από τη σπορά.



**Εικόνα 5.3: Αποψη πειραματικού αγρού στις 121 ημέρες από τη σπορά.**



**Εικόνα 5.4: Αποψη πειραματικού αγρού στις 181 ημέρες από τη σπορά.**



**Εικόνα 5.5: Φυτό χίας στις 181 ημέρες από τη σπορά (πριν την άνθηση).**



**Εικόνα 5.6: Φυτό χίας στις 210 ημέρες από τη σπορά (πλήρης άνθηση).**

## 6. Βιβλιογραφία

**American Heart Association.** 1988. Dietary guidelines for healthy American adults: a statement for physicians and health professionals by the Nutrition Committee, American Heart Association. *Arteriosclerosis* 8:218A-21A.

**Ayerza, R., W. Coates.** 2005. *Chia: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs.* The University of Arizona Press. Tucson.

---. 2009a. *Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and  $\alpha$ -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections.* *Industrial Crops and Products* 30 (2): 321–324.

---. 2009b. *The Seed's Protein and Oil Content, Fatty Acid Composition, and Growing Cycle Length of a Single Genotype of Chia (*Salvia hispanica* L.) as Affected by Environmental Factors.* *Journal of Oleo Science* 58 (7): 347–354.

**Budowski, P.** 1988. *Omega-3 fatty acids in health and disease.* *World Review of Nutrition and Diet* 57:214-74.

**Cahill, J.P.** 2003. *Ethnobotany of chia (*Salvia Hispanica* L., Lamiaceae).* *Econ Bot* 57:604–618.

**Cahill, J. P.** 2005. Human Selection and Domestication of Chia (*Salvia hispanica* L.). *Journal of Ethnobiology* 25 (2): 155–174.

**Challinor, A., F. Ewert, S. Arnold, E. Simelton, & E. Fraser.** 2009. *Crops and climate change: Progress, trends, and challenges in simulating impacts and informing climate change* (in press). *J. Exp. Bot.*

**Coates, W., and R. Ayerza.** 1996. Production potential of chia in northwestern Argentina. *Industrial Crops and Products* 5 (3): 229–233.

**Coates, W., and R. Ayerza.** 1998. Commercial production of chia in Northwestern Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 75 (10): 1417–1420.

**Cordain, L.** 1999. *Cereal grains: humanity's double-edged sword.* In Simopoulos, 1999b: 19-73.

**Cortez y Larraz, P.** 1958. *Descripción geográfico-moral de la diócesis de Goathemala.* Tomo 2, Biblioteca "Goathemala". Guatemala City: Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala.

**Eaton, S. B., Eaton III, A. Sinclair, L. Cordain, and N. J. Man.** 1998. *Dietary intake of long-chained polyunsaturated fatty acids during the Paleolithic*. *World Review of Nutrition and Diet* 83:12-23.

**Food and Agriculture Organization.** 2001. *Food balance sheets*. Food and Agriculture Organization stat agriculture data. 12 October. <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>

---. 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.

**Flax Council of Canada,** 1998c. *Flaxseed – A Rich Source of Lignans*. Flax Council of Canada. Winnipeg, MB, Can. 2 pp.

**Hassan, F.U. and M.H. Leitch.** 2001. *Dry matter accumulation in Linseed*. *J. Agron & Crop Science*. 187: 83-87.

**Hicks, S.** 1966. *Desert plants and people*. San Antonio, Tex.: Naylor Company.

**Ixtaina, Y. V., S. M. Nolasco, M. C. Tomas.** 2008. *Physical properties of chia (Salvia Hispanica L.) seeds*. *Industrial Crops and Product*, v. 28, p. 286-293.

**Jamboonsri, W., J., T. D. Phillips, R. L. Geneve, J. P. Cahill, D. F. Hildebrand.** 2012. *Extending the range of an ancient crop, Salvia hispanica L.—a new  $\omega$ 3 source*. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59 (2): 171–178.

**Kanani, J., S. D. Lukefahr, R.L. Stanko.** 2005, Evaluation of tropical forage legumes (*Medicago sativa*, *Dolichos lablab*, *Leucaena leucocephala* and *Desmanthus bicornutus*) for growing goats, Department of Animal & Wildlife Sciences, MSC 228, Texas A&M University Kingsville, TX 78363, USA

**Kintzios, Spiridon E.** 2000. *Sage: The Genus Salvia*. CRC Press. p. 17.

**Lichtenstein, A.H.** 1999. *Dietary fat: a history*. *Nutrition Reviews* 57 (i):11-14.

**Linnaeus, C.** 1857. *Species Plantarum*. The Royal Society of London, London, UK.

**Martinez, M.** 1959. *Plantas utiles de la flora Mexicana*. Ediciones Botas. Mexico.

---. 1994. *Catalogo de nombres vulgares y cientificos de plantas mexicanas*. Mexico City: Fondo de Cultura Economica.

**Morris, H.M.** 2007. *Flax: A health and nutrition primer*. Flax Council of Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada.

**Muggli R. and P. Clough.** 1994. *The facts of life*. *Roche Magazine* 49:11pp.

**Muñoz, L. A., A. Cobos, O. Diaz, J. M. Aguilera.** 2013. Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food. *Food Reviews International* 29 (4): 394–408.

**Nettleton, J. A.** 1995. *Omega-3 fatty acids and health*. New York: Chapman and Hall.

**Neuringer, M. & W.E. Connor.** 1986. *Omega-3 fatty acids in the brain and retina: evidence for their essentiality*. *Nutr. Rev.*, 44:285-294.

**Peiretti, P.G., F. Gai, S. Tassone.** 2013. Fatty acid profile and nutritive value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds and plants at different growth stages, Institute of Sciences of Food Production, National Research Council, via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO), Italy.

**Ramamoorthy, T. P., and M. Elliot.** 1993. *Mexican Lamiaceae: diversity, distribution, endemism, and origin*. New York: Oxford University Press.

**Ridley, E.M., Mele, P.M. & Beverly C.R.,** 2004. *Legume-based farming in Southern Australia: Developing sustainable systems to meet environmental challenges*. *Soil Biol. & Bioch.*, 36:1213-1221.

**Rodriguez Vallejo, J.** 1992. *Historia de la agricultura y de fitopatología, con referencia especial a Mexico*. Mexico City: Colegio de Post-graduados en Ciencias Agrícolas.

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

**Rulfo, J.M.** 1937. *La chia*. *Agricultura I*: 28-37.

**Sahagún, B. de.** 1579. *Historia General de Las Cosas de La Nueva España (Florentine Codex)*. Ed. A. M. Garibay. 1989. Mexico City: Editorial Porrúa.

**Sargi, S. C., Silva B. C., H. M. C. Santos, P. F. Montanher, J. S. Boeing, O. O. Santos, N. E. Souza, J. V. Visentainer.** 2013. *Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla*. *Food Sci. Technol*, Campinas, 33(3): 541-548.

**Silva B. C., H. M. C. Santos, P. F. Montanher, J. S. Boeing, O. O. Santos, N. E. Souza, J. V. Visentainer, V. C. Almeida.** 2013. *Incorporation of Omega-3 Fatty Acids in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed Chia (*Salvia hispanica* L.) Bran*. State University of Maringa. Brazil.



**Simopoulos, A.P.** 1998. *Overview of evolutionary aspects of omega-3 fatty acids into the food supply*. Basel, Switzerland: Karger AG.

**Stockdale, E.A., N.H. Lampkin, M. Hovi, R. Keatinge, E.K.M. Lennartsson, D.W. Macdonald, & S. Padel.** 2001. *Agronomic and environmental implications of organic farming systems*. *Advances in Agro*, 70: 261-327.

**Ward, G. M.** 2010, *Effect of Soil Fertility upon the Yield and Nutritive Value of Forages*, *Journal of Dairy Science* 42: 2. 277-297.

**Welch, V.A., and J.T. Borlakoglu.** 1992. *Absorption and transport of dietary lipid: effect of some lipid-related health problems*. In Chow, 1992b:237-62.

**Μπούρμπος, Β.** 2009. *Η γεωργία και οι επιθετικοί της προσδιορισμοί*.

**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<sup>ου</sup> Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, σσ.189-199, Ε.Ε.Ε.

**Παντελιά Α.** 2011. Μεταπτυχιακή μελέτη. *Επίδραση της εδαφοκατεργασίας στη ζιζανιοχλωρίδα του Λιναριού*.

**Σιδηράς, Κ.Ν., Τσαλουμά, Μ., Βαβουλίδου, Ε.,** 2002. *Ενδογενείς παράγοντες και βιολογική γονιμότητα εδάφους*. ΔΗΩ.