



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Π.Μ.Σ. “Καινοτόμες εφαρμογές στην αειφορική γεωργία στη βελτίωση φυτών και στην αγρομετεωρολογία”.

Ειδίκευση: Αειφορική Γεωργία και Πιστοποίηση

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

<< Η επίδραση της ανόργανης και της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας μαύρου σιναπιού (*Brassica nigra*) >>



Στέλλα Μ. Καρυδόγιαννη

Επιβλέπων καθηγητής

Μπιλάλης Δημήτριος

ΑΘΗΝΑ 2019

ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Π.Μ.Σ. “Καινοτόμες εφαρμογές στην αειφορική γεωργία στη βελτίωση φυτών και στην αγρομετεωρολογία”.

Ειδίκευση: Αειφορική Γεωργία και Πιστοποίηση

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

<< Η επίδραση της ανόργανης και της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας μαύρου σιναπιού (*Brassica nigra*) >>

“The effect of inorganic and organic fertilizer on agronomic characteristics of black mustard cultivation (*Brassica nigra*)”

Στέλλα Μ. Καρυδόγιαννη

Τριμελής Συμβουλευτική-Εξεταστική Επιτροπή

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

Μέλη:

**Παπαστυλιανού Παναγιώτα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Γεωπονικού
Πανεπιστημίου Αθηνών**

Τραυλός Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής, Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

ΑΘΗΝΑ 2019

*«Η βασιλεία των ουρανών είναι όμοια με σπόρο σιναπιού, που τον πήρε κάποιος άνθρωπος και τον έσπειρε στο χωράφι του. Αυτός ο σπόρος, αν και μικρότερος από όλα τα σπέρματα, όταν βλαστήσει και μεγαλώσει γίνεται φυτό μεγαλύτερο από όλα τα λαχανικά, σωστό δένδρο, όπου μπορούν να έρχονται τα πτηνά του ουρανού και να κατοικούν στα κλαδιά του»
(Ματθ. 13, 31).*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε την χρονική περίοδο Ιανουάριο - Ιούνιο 2019 στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Καινοτόμες εφαρμογές στην αειφορική γεωργία στη βελτίωση φυτών και στην αγρομετεωρολογία του τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Πριν όμως από την ανάλυση της μελέτης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην εκπλήρωση αυτής.

Οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στο Ίδρυμα Μποδοσάκη για την ευκαιρία που μου έδωσε να προχωρήσω και να ολοκληρώσω τις Μεταπτυχιακές μου Σπουδές, ήταν τιμή μου, να είμαι υπότροφος του 46ου Τακτικού Προγράμματος Υποτροφιών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ.Δημήτριο Μπιλάλη για την αμέριστη βοήθεια, για την συνεχή συμπαράσταση αλλά και την καθοδήγηση του καθ'όλη την διάρκεια του πειράματος αλλά και την συγγραφή της μελέτης. Για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα καθώς και για την επαφή μου με τον κλάδο της γεωργίας και πιο συγκεκριμένα της βιολογικής γεωργίας.

Όλα τα μέλη του εργαστηρίου Γεωργίας, την προπτυχιακή φοιτήτρια του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών Μαριάννα Λυμπεράκου για την πολύτιμη βοήθεια της κατά την διεξαγωγή του πειράματος. Ειδικότερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υποψήφιους Διδάκτορες του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών Ιωάννη Ρούσση και Αντιγολένα Φωλίνα καθώς και τους μεταπτυχιακούς φοιτητές Βαρβάρα Κουνέλη και Βασίλη Λαμπρινέα για την άριστη συνεργασία που είχαμε και για το ευχάριστο κλίμα που υπήρχε από την αρχή του Μεταπτυχιακού Προγράμματος μέχρι το τέλος.

Την μεγαλύτερη μου ευγνωμοσύνη στην οικογένεια μου, που με στηρίζει και αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για την μέχρι τώρα πορεία μου και στον σύντροφο μου για τη συμπαράσταση και την τεράστια κατανόηση του κατά την διάρκεια της μελέτης.

Περίληψη

Στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών πραγματοποιήθηκε το πείραμα, στην περιοχή του Βοτανικού. Η σπορά έλαβε χώρα στις 18/01/2019 και η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 11/06/2019.

Μελετήθηκε η επίδραση της ανόργανης και της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του μαύρου σιναπιού καθώς και στις αποδόσεις της καλλιέργειας.

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν το ύψος, το Νωπό Βάρος, το Ξηρό Βάρος, ο αριθμός ταξιανθιών, ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI), ο αριθμός των λοβών, ο αριθμός των σπόρων/λοβό και τέλος η απόδοση σε σπόρο.

Από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων φαίνεται ότι οι διαφορετικές επεμβάσεις της λίπανσης είχαν σημαντικά στατιστικές διαφορές στα αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών όπως είναι το ύψος, το συνολικό νωπό βάρος, το συνολικό ξηρό βάρος, καθώς και στο LAI. Το ανόργανο λίπασμα, έδωσε ψηλότερα φυτά, μεγαλύτερες τιμές νωπού και ξηρού βάρους αλλά τον μικρότερο Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας συγκριτικά με τα υπόλοιπα. Η ουρία είχε τις υψηλότερες τιμές και τις σημαντικότερες διαφορές συγκριτικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Λέξεις κλειδιά: αγρονομικά χαρακτηριστικά, ανόργανη λίπανση, μαύρο σινάπι, οργανική λίπανση, στατιστική ανάλυση

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 (organic fertilizer, control,) was studied in the crop of black mustard (*Brassica nigra*). The experimental field was established during the cultivation period 18 January - 11 June 2019.

The effect of inorganic and organic fertilization on the agronomic characteristics of black mustard and on crop yields was studied.

The characteristics studied were Height, Fat Weight, Dry Weight, Number of Inflorescence, LAI, number of seeds / pods, number of pods and seed yield.

From the statistical analysis of the data it appears that the different lubrication interventions had significant statistical differences in the agronomic properties of plants such as height, total net weight, total dry weight as well as LAI. The inorganic fertilizer gave higher plantations, higher wet and dry weight values, but the lowest Leaf Area Index compared to the rest. Urea had the most significant differences in all three interventions.

Key words: agronomic characteristics, black mustard, inorganic fertilization, organic fertilization, statistical analysis

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	σελ.4
Περίληψη.....	σελ.5
Abstract.....	σελ.6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΙΑ ΤΟ ΣΙΝΑΠΗ.....	σελ.13
1.1. Εισαγωγή.....	σελ.13
1.2. Ιστορική αναδρομή.....	σελ.14
1.3. Σκοπός καλλιέργειας – Χρήσεις του μαύρου σιναπιού (Brassica nigra).....	σελ.15
1.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	σελ.18
1.5 Βιολογικός κύκλος.....	σελ.20
1.6 Οικολογικά χαρακτηριστικά.....	σελ.21
1.7 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	σελ.22
1.7.1 Προετοιμασία εδάφους.....	σελ.22
1.7.2 Σπορά.....	σελ.22
1.7.3 Άρδευση.....	σελ.23
1.7.4 Λίπανση.....	σελ.23
1.7.5 Διαχείριση ζιζανίων.....	σελ.25
1.7.6 Συγκομιδή.....	σελ.25
1.7.7. Εχθροί και ασθένειες.....	σελ.26
2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	σελ.31
2.1 Ορισμός, αρχές, κανόνες βιολογικής γεωργίας.....	σελ.31
2.2 Σύγκριση ποιότητας προϊόντων βιολογικής παραγωγής με αυτών της συμβατικής παραγωγής.....	σελ.33

3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	σελ.35
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	σελ.35
4.1. Γενικά.....	σελ.35
4.2. Φυτικό υλικό.....	σελ.36
4.3. Πειραματικό σχέδιο.....	σελ.37
4.4. Εδαφολογική ανάλυση αγρού.....	σελ.38
4.5. Λιπάσματα.....	σελ.38
4.6. Εγκατάσταση πειραματικού αγρού.....	σελ.39
4.7. Καλλιεργητικές εργασίες.....	σελ.41
4.8. Προσδιορισμοί-μετρήσεις.....	σελ.41
4.9. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	σελ.44
4.10 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων.....	σελ.45
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	σελ.45
5.1 Ύψος.....	σελ.45
5.2 Νωπό Βάρος (υπέργειου μέρους) φυτών.....	σελ.48
5.3 Ξηρό Βάρος (υπέργειου μέρους) φυτών.....	σελ.51
5.4 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).....	σελ.55
5.5 Αριθμός Ταξιανθιών/φυτό.....	σελ.58
5.6 Αριθμός Λοβών/φυτό.....	σελ.60
5.7 Αριθμός σπόρων/λοβό.....	σελ.63
5.8 Απόδοση σε σπόρο.....	σελ.65
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σελ.67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ.76
Παράρτημα Εικόνων.....	σελ.80

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Το μαύρο σινάπι σε διάφορες μορφές. Πηγή: www.itrofi.grσελ.17	σελ.17
Εικόνα 2: Το φυτό στα αρχικά στάδια της μορφής ροζέτας. (ΓΠΑ).....σελ.20	σελ.20
Εικόνα 3: Τα κίτρινα άνθη σε διάταξη κατά βότρυς. Πηγή: agro24.grσελ.20	σελ.20
Εικόνα 4: Το φυτό, με την διάταξη των ανθέων. Πηγή: herb.grσελ.20	σελ.20
Εικόνα 5: Οι σπόροι του μαύρου σιναπιού. Πηγή: sesoula.grσελ.20	σελ.20
Εικόνα 6: Επικονίαση του φυτού από τις μέλισσες. Πηγή: bees.grσελ.22	σελ.22
Εικόνα 7: Άποψη πειραματικού αγρού στις 61 ΗΑΣ.....σελ.25	σελ.25
Εικόνα 8: Σκαθάρια της γύρης σε φυτό μαύρου σιναπιού κατά την άνθηση.....σελ.27	σελ.27
Εικόνα 9: Υπερτροφία στην ταξιανθία, και παραμόρφωση. Κατά την έναρξη της άνθησης και στην πλήρη άνθηση.....σελ.29	σελ.29
Εικόνα 10: Φλύκταινες της λευκής σκουριάς στα φύλλα, καθώς και το μυκήλιο στην επιφάνεια της ταξιανθίας.....σελ.29	σελ.29
Εικόνα 11: Περιοχή εγκατάστασης καλλιέργειας μαύρου σιναπιού, αγρός εργαστηρίου Γεωργίας, Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.....σελ.36	σελ.36
Εικόνα 12: Εγκατάσταση του πειραματικού αγρού. (α) Χάραξη του αγροτεμαχίου, (β) φρεζάρισμα για την ενσωμάτωση των λιπασμάτων και την αφρατοποίηση του χώματος και (γ) ο πειραματικός αγρός έτοιμος για την σπορά.....σελ.40	σελ.40
Εικόνα 13: Η σπορά πραγματοποιήθηκε χυδών στις γραμμές σποράς, που είχαν δημιουργηθεί με την βοήθεια του γραμμοχαράκτη.....σελ.40	σελ.40
Εικόνα 14: Μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους με ζυγό ακριβείας.....σελ.42	σελ.42
Εικόνα 15: Τα δείγματα προς μέτρηση ξηρού βάρους στον φούρνο ξήρανσης.....σελ.42	σελ.42
Εικόνα 16: Μέτρηση του δείκτη LAI με την χρήση του μηχανήματος, <i>Sun Scan type SSI</i>σελ.43	σελ.43

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1.3.1 : Θρεπτικά στοιχεία σπόρου. Πηγή: Composition of foods spices & herbs, USDA Agricultural Handbook 8-2 , January 1977.....σελ.15	σελ.15
Πίνακας 4.2.1: Στοιχεία φυτικού υλικού.....σελ.34	σελ.34
Πίνακας 4.4.1: Εδαφολογική ανάλυση βιολογικού αγρού του εργαστηρίου Γεωργίας στο ΓΠΑ.....σελ.38	σελ.38
Πίνακας 4.5.1: Λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν και η μέση σύσταση τους.....σελ.38	σελ.38
Πίνακας 4.9.1: Μέση μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία τους μήνες του πειράματος.....σελ.44	σελ.44
Πίνακας 5.1.1: Ανάλυση διασποράς του ύψους, <i>Type III Sums of Squares</i>σελ.45	σελ.45
Πίνακας 5.1.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ύψος by HAS).....σελ.46	σελ.46
Πίνακας 5.2.1: Ανάλυση διασποράς του Νωπού βάρους, <i>Type III Sums of Squares</i>σελ.49	σελ.49
Πίνακας 5.2.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for NB by HAS).....σελ.49	σελ.49
Πίνακας 5.3.1: Ανάλυση διασποράς του ξηρού βάρους των φυτών, <i>Type III Sums of Squares</i>σελ.52	σελ.52
Πίνακας 5.3.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ΞΒ by HAS).....σελ.52	σελ.52
Πίνακας 5.4.1: Ανάλυση διασποράς του LAI, <i>Type III Sums of Squares</i>σελ.55	σελ.55
Πίνακας 5.4.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for LAI by HAS).....σελ.55	σελ.55
Πίνακας 5.5.1: Ανάλυση διασποράς του αριθμού των ταξιανθιών, <i>Type III Sums of Squares</i>σελ.58	σελ.58
Πίνακας 5.5.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμ.ταξιανθιών by HAS).....σελ.58	σελ.58
Πίνακας 5.6.1: Ανάλυση διασποράς του αριθμού των λοβών, <i>Type III Sums of Squares</i>σελ.60	σελ.60
Πίνακας 5.6.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμός λοβών by λίπανση).....σελ.60	σελ.60
Πίνακας 5.6.3: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμός λοβών by HAS).....σελ.61	σελ.61
Πίνακας 5.7.1: Ανάλυση διασποράς του αριθμού των σπόρων/λοβό, <i>Type III Sums of Squares</i> ...σελ.63	σελ.63
Πίνακας 5.7.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμός σπόρων by λίπανση).....σελ.63	σελ.63

Πίνακας 5.8.1: Ανάλυση διασποράς της απόδοσης του σπόρου, *Type III Sums of Squares*...σελ.65

Πίνακας 5.8.2 Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for απόδοση σπόρωνby λίπανση).....σελ.65

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Παραγόμενες ποσότητες (tn), μουστάρδας παγκοσμίως. Πηγή (FAOSTAT).....σελ.18

Διάγραμμα 2: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha), μουστάρδας παγκοσμίως. Πηγή (FAOSTAT).....σελ.18

Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων: Η διακύμανση της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος.....σελ.44

Διάγραμμα 3: Επίδραση της λίπανσης στο ύψος (cm). Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.47

Διάγραμμα 4: Επίδραση της λίπανσης στο ύψος (cm) των φυτών στις 83 ΗΑΣ. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.48

Διάγραμμα 5: Επίδραση της λίπανσης στο Νωπό βάρος (gr). Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.50

Διάγραμμα 6: Επίδραση της λίπανσης στο Νωπό Βάρος (gr) των φυτών στις 132 ΗΑΣ. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.51

Διάγραμμα 7: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος (gr). Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.53

Διάγραμμα 8: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος (gr) των φυτών στις 132 ΗΑΣ. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.54

- Διάγραμμα 9:** Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές, για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.57
- Διάγραμμα 10:** Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις 83 ημέρες από τη σπορά. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.57
- Διάγραμμα 11:** Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό ταξιανθιών/φυτό. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.59
- Διάγραμμα 12:** Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό λοβών/φυτό. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.62
- Διάγραμμα 13:** Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό λοβών/φυτό στις 132 ημέρες από τη σπορά. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.62
- Διάγραμμα 14:** Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό σπόρων / λοβό. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, για επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.64
- Διάγραμμα 15:** Απόδοση σπόρου (kg/στρ.), Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.....σελ.66
- Διάγραμμα 16:** Γραμμική σχέση μεταξύ Νωπού Βάρους και ύψους φυτών.....σελ.69
- Διάγραμμα 17:** Γραμμική σχέση του Νωπού και Ξηρού βάρους φυτών.....σελ.70
- Διάγραμμα 18:** Γραμμική σχέση του Ξηρού βάρους και ύψους φυτών.....σελ.71
- Διάγραμμα 19:** 3D συσχέτισης, μεταξύ απόδοσης, αριθμό λοβών και αριθμό ταξιανθιών.....σελ.74

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΙΑ ΤΟ ΣΙΝΑΠΙ

1.1 Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή έχει προξενήσει σοβαρές αλλαγές στις υπάρχουσες καλλιέργειες, γενικότερα σε όλο τον πλανήτη και οι παραγωγοί αλλά και οι γεωπόνοι προσπαθούν να εντάξουν νέες καλλιέργειες στον πρωτογενή τομέα και να αφαιρέσουν ή να τροποποιήσουν τις ημερομηνίες σποράς και τις καλλιεργητικές τεχνικές σε καλλιέργειες που θεωρούνται απαραίτητες για την διατροφή του ανθρώπου, (π.χ σιτηρά).

Η Ελλάδα είναι μία χώρα με υψηλές καλλιεργητικές δυνατότητες, λόγω των καιρικών συνθηκών και της πλούσιας βιοποικιλότητας της. Επιπλέον, συνδυαστικά με την κλιματική αλλαγή μπορούν να προστεθούν νέες καλλιέργειες με υψηλές αποδόσεις και χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις. Το μαύρο σινάπι είναι μία τέτοια καλλιέργεια, που μπορεί να διερευνηθεί η ένταξη της στον καλλιεργητικό χάρτη της Χώρας μας.

Το σινάπι και πιο συγκεκριμένα το *Brassica nigra* είναι ένα είδος που χρησιμοποιείται ευρέως στην Ασία, στην Αμερική και γενικότερα σε αρκετές χώρες είτε ως μπαχαρικό είτε ως σκεύασμα για φαρμακευτική χρήση. Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν δεδομένα όσον αφορά την σύγχρονη εποχή για την συγκεκριμένη καλλιέργεια, μόνο αφηγήσεις για την χρήση του ως αφέψημα και ως τροφή με την μορφή σαλάτας.

Η καλλιέργεια μπορεί να ευδοκιμήσει στην χώρα μας λόγω το ότι τα περισσότερα είδη βρίσκονται αυτοφυή στην Μεσόγειο και οι συνθήκες περιβάλλοντος είναι κατάλληλες για την εξάπλωση του.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξεταστεί το ενδεχόμενο της καλλιέργειας του μαύρου σιναπιού στα πλαίσια της Ελλάδας, οι καλλιεργητικές τεχνικές και γενικότερα η διαχείριση του. Δεν υπάρχουν αντίστοιχες έρευνες στην χώρα μας και η συγκεκριμένη καλλιέργεια είναι χαμηλών εισροών πράγμα που σημαίνει μικρότερο κόστος για τον παραγωγό.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Το σινάπι, είναι ένα φυτό με ιδιαίτερη ιστορία, άφησε το στίγμα του στην ανθρωπότητα αποτελώντας τη βάση για τη δημιουργία της περίφημης μουστάρδας που δίνει νοστιμιά στα φαγητά και όχι μόνο. Η ιστορία του σιναπιού ξεκινάει περίπου το 3000 π.Χ στην Ινδία, όπου αναφέρεται σε γραφές της εποχής αυτής. Εκτός από τους Ινδούς και άλλοι αρχαίοι λαοί γνώριζαν το σινάπι και το χρησιμοποιούσαν ως μπαχαρικό, άρτυμα ή φάρμακο. Στην Αίγυπτο έριχναν σινάπι στο φαγητό τους και μασούσαν ολόκληρους τους σπόρους καθώς έτρωγαν κρέας προκειμένου να βελτιώσουν τη γεύση του. Στην Ευρώπη ήταν ίσως το μοναδικό μπαχαρικό που ήταν γνωστό πριν ακόμα να έρθουν τα υπόλοιπα Ασιατικά μπαχαρικά. Στην αρχαία Ελλάδα τον 6ο αιώνα π.Χ ο μαθηματικός Πυθαγόρας συνιστούσε το σινάπι ως φάρμακο για τα τσιμπήματα των σκορπιών, ενώ έναν αιώνα αργότερα, ο Ιπποκράτης το χρησιμοποιούσε σε καταπλάσματα και φάρμακα. Μπορεί να χρησιμοποιούσαν όλοι αυτοί οι λαοί το σινάπι, ωστόσο οι πρώτοι που πειραματίστηκαν με το φυτό ήταν οι Ρωμαίοι. Ανακάτεψαν τους σιναπόσπορους με το μούστο και δημιούργησαν ένα παρασκεύασμα που μοιάζει με τη σημερινή μουστάρδα.

Οι Ρωμαίοι αρωμάτιζαν το κρασί με σπόρους σιναπιού και έτρωγαν τα φύλλα του ως λαχανικό. Αργότερα, η σκόνη των σπόρων του, μαζί με ξίδι, ήταν δημοφιλές καρύκευμα κρεάτων, μάλιστα αναφέρεται ότι άνοιγε την όρεξη και βοηθούσε στη χώνευση. Μία συνταγή για μουστάρδα αναφέρεται στο βιβλίο μαγειρικής «Απίκιος» που χρονολογείται στα τέλη του 4ου ή στις αρχές του 5ου αιώνα π.Χ. Αργότερα, οι Ρωμαίοι διέδωσαν το σινάπι στη Γαλατία. Οι Γάλλοι καλόγεροι πήραν τη γνώση που είχαν οι Ρωμαίοι για τη μουστάρδα και ξεκίνησαν τη δική τους παραγωγή.

Έτσι, η μουστάρδα διαδόθηκε σταδιακά σε όλη την Ευρώπη, εξελίχθηκε ως προς τα συστατικά της και έγινε σήμερα ένα από τα πιο αγαπητά και δημοφιλή αρτύματα. Το Σινάπι ανήκει στην οικογένεια των Brassicaceae / Cruciferae (Κραμβοειδή/Σταυρανθή) το γένος Brassica αποτελείται από 150 είδη ετήσιων ή διετών φυτών (Thomas *et al.*, 2012). Στην περιοχή της Μεσογείου συναντούμε οκτώ είδη από τα οποία πέντε στην ελληνική χλωρίδα. Το *Sinapis avensis* (Σινάπι το αρουραίο) κοινώς λαψάνα – η λαμψάνη του Διοσκουρίδη- ενοχλητικό ζιζάνιο και επιζήμιο, γιατί αναπτύσσεται γρηγορότερα από τα καλλιεργούμενα φυτά και γενικώς τα πνίγει. Το φυτό αυτό περιέχει μόλις το ένα τρίτο της δραστικής ουσίας του λευκού σιναπιού. Το *Sinapis alba* ή *Brassica alba* (Σινάπι το λευκόν) το οποίο συναντούμε με τις ονομασίες πικρίδι, λευκό σινάπι, σινάπι, αγριοσινάπια, σινιάβρη, γλυκοβρούβες ή λαψάνα. Το Νάπυ ή Σίνηπι του Διοσκουρίδη, το Νάπυ του Θεόφραστου το οποίο χρησιμοποιείται για φαγητό ως άγριο και ονομάζεται και αυτό λαψάνα και το *Sinapis nigra* ή *Brassica nigra* (Σινάπι το μέλαν), (Downey, Robbelen, 1989). Όλα τα φυτά είναι ετήσια, καλλιεργούμενα ή αυτοφυή. Οι σπόροι τους αποσταζόμενοι δίνουν λάδι, ενώ οι αλευροποιημένοι σπόροι από το λευκό και το μέλαν σινάπι είναι η βάση για την μουστάρδα.

1.3 Σκοπός καλλιέργειας - Χρήσεις

Τα είδη *S. alba*, *S. nigra* και *S. juncea* καλλιεργούνται στον Καναδά, στις Η.Π.Α την Ουγγαρία, τη Γαλλία και τη Βρετανία για τα καυτερά τους σπόρια από τα οποία παρασκευάζεται το γνωστό καρύκευμα μουστάρδα,(Mendham, Salisbury, 1995) .

Τα φύλλα έχουν μία πικάντικη γεύση ειδικά αν τρώγονται ωμά. Τα νεαρά φύλλα χρησιμοποιούνται σαν αρωματικό σε σαλάτες ενώ τα μεγαλύτερα φύλλα ως λαχανικό. Ο σπόρος αλέθεται και η σκόνη χρησιμοποιείται σαν καρύκευμα της μαύρης μουστάρδας. Επίσης, έχουν πικάντικη γεύση και οι μαύροι έχουν την πιο έντονη από όλα τα είδη του σιναπιού. Περιέχουν ένα ισχυρό υδρολυτικό ένζυμο το οποίο ονομάζεται μυροσίνη. Όταν ξεραθούν, κονιοποιηθούν και ανακατευτούν με νερό, τότε γίνεται μια χημική αντίδραση, η οποία δίνει ένα έλαιο (αλλυλοσιναπέλαιο), που δεν υπήρχε στο φυτό.

Από το ξηρό βάρος του σπόρου το 20-35% είναι πρωτεΐνες. Η διατροφική αξία των πρωτεϊνών των ελαιούχων σπόρων Brassicaceae παίζει ένα σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της αξίας τους ως πηγής πρωτεΐνης τροφίμων ή ζωοτροφών. Μέχρι σήμερα οι πρωτεΐνες της οικογένειας Brassicaceae χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε εφαρμογές διατροφής των ζώων, αλλά μπορεί να υπάρξουν τεράστιες δυνατότητες στις εφαρμογές της διατροφής του ανθρώπου μόλις ξεπεραστούν τα τεχνολογικά εμπόδια για να ληφθούν τα κατάλληλα συστατικά, (Wanasundara, 2011).

Παρακάτω στον **πίνακα 1.3.1** παρουσιάζονται τα συστατικά του σπόρου της μουστάρδας.

Πίνακας 1.3.1 : Θρεπτικά στοιχεία σπόρου ανά 100 gr. Πηγή: Composition of foods spices & herbs, USDA Agricultural Handbook 8-2 , January 1977.

Συστατικά	USDA Handbook 8.2"
Νερό (g)	6.86
Ενέργεια (kcal)	469
Πρωτεΐνες (g)	24.94
Λίπος (g)	28.76
Υδατάνθρακες (g)	34.94

Τέφρα (g)	4.51
Ασβέστιο (g)	0.521
Φώσφορος (mg)	841
Κάλιο (mg)	682
Νάτριο (mg)	5
Σίδηρος (mg)	9.98
Θειαμίνη (mg)	0.543
Ριβοφλαβίνη (mg)	0.381
Βιταμίνη Β (mg)	7.89
Ασκορβικό οξύ (mg)	.
Βιταμίνη Α (RF)	6

Η οσμή του είναι ερεθιστική και η γεύση του καυτερή και στυφή. Στα πρώτα στάδια της επεξεργασίας του σιναπιού παράγεται λάδι. Το λάδι των φυτών της κατηγορίας του σιναπιού σπάνια χρησιμοποιείται ως βρώσιμο έλαιο, (σε κάποιες χώρες όπως στην Ινδία το χρησιμοποιούν) λόγω της γεύσης του. Στην βιομηχανία, τα έλαια που προκύπτουν από την επεξεργασία του σιναπιού είναι δευτερεύοντα προϊόντα της επεξεργασίας του φυτού. Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σαπουνιών. Και σε κάποιες χώρες στην βιομηχανία τροφίμων σε ορισμένες περιπτώσεις στην παραγωγή μαγιονέζας όπως γίνεται στην Σουηδία. Το αλεύρι που μπορεί να παραχθεί από το σινάπι είναι δευτερεύον προϊόν και χρησιμοποιείται σε σαλάτες, στα τουρσιά και στην επεξεργασία κρεάτων. Η σκόνη, χρησιμοποιείται στην βιομηχανία κρέατος ως γαλακτωματοποιητής. Όπως στα λουκάνικα Φρανκφούρτης, στα σαλάμια και σε κάποιους τύπους δημητριακών, σε σαλάτες και σαν συστατικό μαριναρίσματος. Η σκόνη των σπόρων του προστίθεται σε σάλτσες, δίνοντας πικάντικη γεύση στα φαγητά.

Υπάρχουν επίσης, διάφορα φαρμακευτικά σκευάσματα που περιέχουν ουσίες από το μαύρο σινάπι όπως σε τσιρότα, αλοιφές και σε διάφορα αφεψήματα. Οι ουσίες αυτές είναι κυρίως παράγωγα του σιναπέλαιου. Το μαύρο σινάπι είναι αυτό που χρησιμοποιείται κυρίως στην φαρμακοποιία.

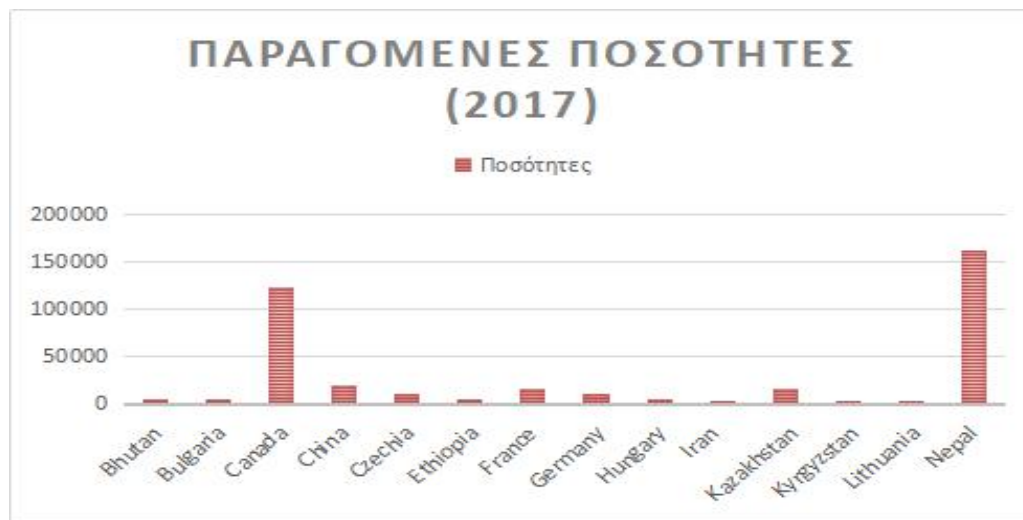
Το σινάπι έχει πάρα πολλές θεραπευτικές ιδιότητες χρησιμοποιείται ως αφεψήμα, ζωμός, αλεύρι, λάδι (σιναπέλαιο), έγχυμα, κατάπλασμα κ.ά.



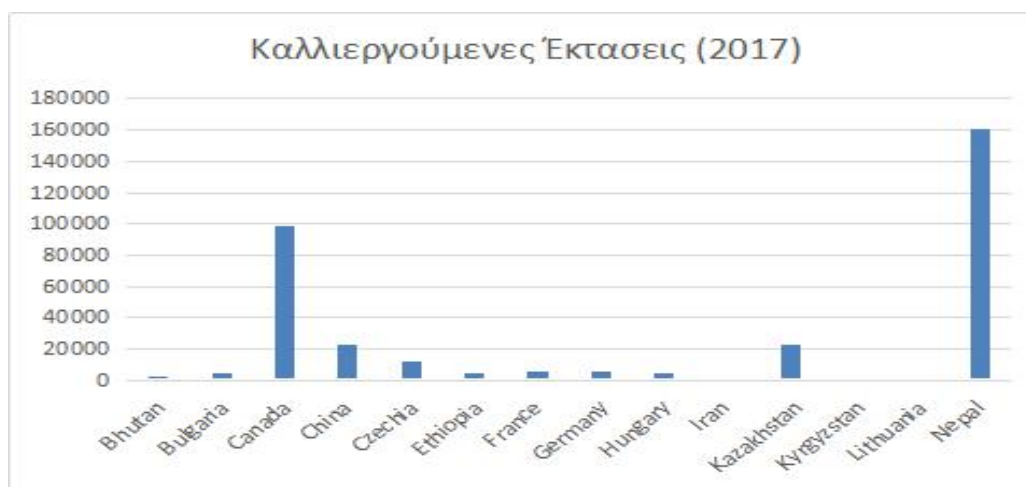
Εικόνα 1: Το μαύρο σινάπι σε διάφορες μορφές. *Πηγή:* www.itrofi.gr

Η μουστάρδα είναι η τρίτη σημαντική καλλιέργεια ελαιούχων σπόρων στον κόσμο μετά τη σόγια (*Glycine max*) και τον φοίνικα (*Elaeis guineensis Jacq.*). Η παγκόσμια παραγωγή μουστάρδας και ελαίου είναι περίπου 38-42 και 12-14 mt, αντίστοιχα. Η Ινδία παράγει περίπου 6.7 mt μουστάρδας η Κίνα (11-12 mt) και η ΕΕ (10-13 mt), (Shekhawat *et. al*, 2012).

Όπως μπορούμε να δούμε και από τα παρακάτω διαγράμματα ο Καναδάς και το Νεπάλ αποτελούν τις χώρες με τις υψηλότερες παραγόμενες ποσότητες μουστάρδας. Λόγω των διατροφικών συνηθειών η μουστάρδα αποτελεί βασικό στοιχείο στην τροφή τους. Δυστυχώς δεν υπάρχουν δεδομένα για το κάθε είδος μουστάρδας. Από την Ευρωπαϊκή Ένωση παρατηρούμε ότι, η Γαλλία και η Γερμανία παρήγαγαν το 2017 περίπου 6.000 και 7.000 τόνους μουστάρδας αντίστοιχα.



Διάγραμμα 1: Παραγόμενες ποσότητες (tn), μουστάρδας παγκοσμίως. Πηγή (FAOSTAT).



Διάγραμμα 2: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (ha), μουστάρδας παγκοσμίως. Πηγή (FAOSTAT).

1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση ανάμεσα στην εξέλιξη που είναι η πρόοδος μιας καλλιέργειας μέσω των σταδίων του κύκλου ζωής και της ανάπτυξης της, η οποία είναι η αύξηση του μεγέθους των οργάνων και η συσσώρευση της ξηράς ουσίας πρώτα ως σάκχαρα, τότε ως δομικά και αποθηκευτικά υλικά στα φύλλα, και στους σπόρους.

Το μαύρο σινάπι η αλλιώς το είδος *Brassica nigra* το οποίο ανήκει στην οικογένεια Brassicaceae είναι αγγειόσπερμο δικότυλο φυτό, μονοετές. Λεία πόα, η οποία έχει ζωηρά κίτρινα άνθη, που σχηματίζουν ταξιανθίες, και τα φύλλα είναι μετρίου μεγέθους, τραχιά που εναλλάσσονται άμισχα, πτερωτά, λυροειδώς πτεροσχιδή, τα κατώτερα, επιμήκη-λογχοειδή τα ανώτερα (Κρίκελας, 2016). Έχει πασσαλώδης ρίζα, κάτι το οποίο είναι χαρακτηριστικό των δικότυλων φυτών. Το σημείο ανάπτυξης ή η κορυφή του φυτού παράγει αρχικά φύλλα σε ελικοειδή διάταξη ή φυλλοτοξία περίπου 130 ° μεταξύ φύλλων. Τα κατώτερα φύλλα του φυτού έχουν πολλαπλές νευρώσεις, παρουσιάζουν εντομή σαν να αποκολλώνται από το κυρίως τμήμα. Τα ανώτερα φύλλα δεν αποσχίζονται. Τα άνθη έχουν μέγεθος 8mm με μακριά στεφάνη και αντικριστά πέταλα. Φέρουν κίτρινα πέταλα και είναι διατεταγμένα κατά επάκριους βότρους. Οι μίσχοι έχουν περίπου 4 διακλαδώσεις.

Τα φύλλα και οι σπόροι του φυτού είναι εδώδιμα. Ο καρπός του είναι κέρας, δίλοβος τριχωτός με μαύρες τρίχες και εμφανίζει νευρώσεις επιμήκη, τετράγωνα, με σπέρματα στρογγυλά, καστανόμαυρα και επιφάνεια δικτυωτή όπου δεν ξεπερνούν τα 2 mm (Thomas *et al.*, 2012). Σε κάθε λοβό βρίσκονται 10-12 σπέρματα και έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι (20-30%), (Κρίκελας, 2016). Το σινάπι είναι ακαθόριστος ανάπτυξης για αυτό και το μέσο βάρος των σπόρων δεν μεταβάλλεται ιδιαίτερα καθ'όλη την διάρκεια της ωρίμανσης.

Είναι φυτό διακλαδιζόμενο κυρίως όταν καλλιεργείται, φτάνει το 1 m ύψος (Thomas, *et al.*, 2012). Τα κίτρινα άνθη είναι διατεταγμένα κατά βότρους και το άρωμά τους θυμίζει βανίλια. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και επικονιάζονται από μέλισσες, έντομα και τον αέρα. Το μαύρο σινάπι και γενικότερα τα είδη του σιναπιού είναι εξαιρετικά μελισσοκομικά φυτά. Ιδίως την Άνοιξη ο πληθυσμός των μελισσών είναι πολύ μεγάλος που τρέφεται από το σινάπι και ταυτόχρονα βοηθάνε στην διαδικασία της επικονίασης.

Στην δική μας καλλιέργεια 83 ΗΑΣ το ψηλότερο φυτό είχε ύψος 1 μέτρο, 109 ΗΑΣ είχε ξεπεράσει το 1 μέτρο και 118 ΗΑΣ είχε ξεπεράσει τα 2 μέτρα. Λόγω του μεγάλου ύψους, ορισμένα φυτά πλαγιάζουν, διότι αυξάνεται το βάρος του αλλά και οι ισχυροί άνεμοι μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα. Η συγκομιδή γίνεται όταν έχουν αποκτήσει 3 έως 4 φύλλα, αυτό μπορεί να συνεχιστεί έως αργά την Άνοιξη.



Εικόνα 2: Το φυτό στα αρχικά στάδια της μορφής ροζέτας. (ΓΠΑ)



Εικόνα 3: Τα κίτρινα άνθη σε διάταξη κατά βότρυς. Πηγή: agro24.gr



Εικόνα 4: Το φυτό, με την διάταξη των ανθέων. Πηγή: herb.gr

Είναι πολύ κοινό σε ασβεστώδη εδάφη.



Εικόνα 5: Οι σπόροι του μαύρου σιναπιού. Πηγή: sesoula.gr

1.5 Βιολογικός Κύκλος

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού ποικίλει ανάλογα με το κλίμα και τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες. Η άνθηση στον Καναδά πραγματοποιείται μεταξύ 45 και 70 ημερών μετά τη σπορά και διαρκεί 14-21 ημέρες (Συμβούλιο Canola του Καναδά 2014) και ολόκληρη η καλλιεργητική περίοδος διαρκεί από 92-98 ημέρες (SASKATCHEWAN MUSTARD DEVELOPMENT COMMISSION, 2017). Στην Ινδία ολόκληρη η καλλιεργητική περίοδος για το *Brassica nigra* διαρκεί 70-90 ημέρες, όπου δίνει απόδοση 1000/1200 kg/ha, (Kapila *et al.*, 2012). Επίσης, σύμφωνα με την βιβλιογραφία η εμφάνιση του βλαστηδίου γίνεται περίπου στις 9 ΗΑΣ, η έναρξη του βλαστικού σταδίου ξεκινάει στις 22 ΗΑΣ, η άνθηση στις 47 ΗΑΣ, η έναρξη της καρπόδεσης στις 66 ΗΑΣ και η συγκομιδή

πραγματοποιείται στις 87 ΗΑΣ (Medham and Salisbury, 1995). Στην δική μας περίπτωση ο βιολογικός κύκλος της καλλιέργειας ήταν μεγαλύτερος λόγω των καιρικών συνθηκών και των έντονων βροχοπτώσεων, (144 ΗΑΣ).

1.6 Οικολογικές απαιτήσεις

Το σινάπι είναι ένα φυτό που δεν θέλει αρκετά υψηλές θερμοκρασίες είναι “ψυχρόαιμο”, αυτός είναι και ο λόγος που δεν το βλέπουμε να φυτρώνει το καλοκαίρι. Προτιμά τα καλώς αεριζόμενα εδάφη που είναι πλούσια σε ασβέστιο και οργανική ουσία (Morrison *et. al* 1989). Η θερμοκρασία καλλιέργειας του κυμαίνεται περίπου στους 10-20°C. Η ανάπτυξη των ειδών brassica έχει σημαντική σχέση με τον τύπο του κλίματος που επικρατεί σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

Η βέλτιστη θερμοκρασία για την βλάστηση των σπόρων και την ομαλή ανάπτυξη των φυτών κυμαίνεται μεταξύ 25 και 30°C. Η βλάστηση των σπόρων επηρεάζεται δυσμενώς σε θερμοκρασίες κάτω από τους 3 ° C και πάνω από τους 40 ° C. Η καλλιέργεια απαιτεί υψηλότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του βλαστικού σταδίου την περίοδο ανάπτυξης και τις ψυχρότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής φάσης. Επίσης, η θερμοκρασία βάσης στην περίπτωση του μαύρου σιναπιού είναι οι 5 °C.

Θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 20 και 22 ° C είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές για μια ισχυρότερη αναπαραγωγή. Ο παγωμένος και συννεφιασμένος καιρός περιορίζει τη δραστηριότητα επικονίασης των μελισσών και άλλων εντόμων, με αποτέλεσμα την κακή απόδοση (Kumar, 1992).

Το πιο κατάλληλο έδαφος για την καλλιέργεια της μουστάρδας είναι το βαθύ ελαφρό χώμα (αργιλώδες ή αμμώδες), αλλά, θα μπορούσε επίσης να αναπτυχθεί καλά και σε εδάφη με βαριά υφή, με pH από 5,5 έως 8 (Almond *et al.*, 1986).

Ο στόχος της προετοιμασίας του εδάφους είναι να ενθαρρυνθεί η ισχυρή εγκατάσταση και η καλή ανάπτυξη των ριζών. Μερικές φορές είναι δύσκολο να προετοιμαστεί το έδαφος επαρκώς για τους μικρούς σπόρους του μαύρου σιναπιού και είναι δελεαστικό να αντισταθμιστεί η κακή προετοιμασία με την αύξηση του ρυθμού σποράς. Για την χειμερινή φύτευση (η πρακτική που χρησιμοποιείται στην κεντρική Καλιφόρνια για να επωφεληθεί από τις χειμερινές βροχές), η έγκαιρη σπορά ενθαρρύνει την καθιέρωση ισχυρών, ζωντανών φυτών και φυτικών πληθυσμών που επηρεάζουν ελάχιστα τις τελικές αποδόσεις. Κατά συνέπεια, ο ρυθμός σποράς είναι λιγότερο σημαντικός σε σχέση με την απόδοση των σπόρων, αλλά μπορεί να έχει επίδραση στην επιμήκυνση του στελέχους. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των φυτών είναι χαμηλός με την καθυστέρηση της σποράς και η συνολική συσσωρευμένη ξηρή ύλη θα σχετίζεται με τον πληθυσμό των φυτών.



Εικόνα 6: Επικονίαση του φυτού από τις μέλισσες. Πηγή: bees.gr

1.7 Καλλιεργητικές φροντίδες

1.7.1 Προετοιμασία εδάφους

Οι σπόροι πρέπει να τοποθετηθούν σε ένα σταθερό, αεριζόμενο καλά δομημένο έδαφος με την κατάλληλη υγρασία για ταχεία βλάστηση και ανάπτυξη των φυτών. Η προετοιμασία του εδάφους στοχεύει να παρέχει αυτές τις ευνοϊκές συνθήκες, παράγοντες που επηρεάζουν την εγκατάσταση καλλιεργειών περιλαμβάνουν, την προηγούμενη καλλιέργεια, υπολείμματα καλλιεργειών, τύπο εδάφους, γονιμότητα, διαθεσιμότητα υγρασίας, ζιζάνια, παράσιτα και ασθένειες. Πριν την σπορά πρέπει να γίνει εδαφοκατεργασία με τον σκαριφήρα και ύστερα με την φρέζα ούτως ώστε το έδαφος να είναι ελαφρύ και να έχει αεριστεί για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα στην σπορά και στην ανάπτυξη των φυτών, (Rouzet, 1995).

1.7.2 Σπορά

Ο πολλαπλασιασμός γίνεται με σπόρο. Για να εξασφαλιστεί μια καλή συγκομιδή, 0.4 έως 0.6 kg/στρ. σπόρων είναι επαρκή για τη μουστάρδα (Ogilvy, 1984). Ο σπόρος τοποθετείται σε σειρές 30cm μεταξύ των γραμμών και απόσταση μεταξύ φυτών 10-15cm. Η καθυστέρηση της σποράς της καλλιέργειας κάνει τα φυτά ευάλωτα στη λευκή σκουριά και στην προσβολή της αφίδας με αποτέλεσμα να υπάρχουν σημαντικές απώλειες απόδοσης. Οι σπόροι σπέρνονται στην επιφάνεια

του εδάφους και φυτρώνουν πιο εύκολα σε μικρό βάθος (0-2cm). Το φυτό χρειάζεται αρκετή υγρασία για να αναπτυχθεί για αυτό μετά την σπορά το χώμα ποτίζεται ή καλύπτεται με απολυμασμένα σακιά τα οποία έχουν βραχεί έτσι ώστε να συγκρατούν αρκετή υγρασία. Η εμφάνιση του βλαστηδίου σε 3-4cm γίνεται σε τέσσερις μέρες περίπου την Άνοιξη, και το Φθινόπωρο σε 6-7 μέρες.

1.7.3 Άρδευση

Η καλλιέργεια αποδίδει καλύτερα όταν η υγρασία του εδάφους είναι πάνω από 175 mm πριν την σπορά. Στην Ινδία, η καλλιέργεια σπέρνεται μετά από άρδευση και έτσι μπορεί να χρειαστεί η πρώτη άρδευση να γίνει μετά από 3-4 εβδομάδες (Prihar *et al.*, 1981). Για την υψηλότερη απόδοση σπόρων, μερικές μελέτες που βασίζονται στα φαινολογικά στάδια έχουν συστήσει δύο άρδευσεις, δηλ. μία στο στάδιο της ροζέτας 20-30 ημέρες μετά τη σπορά (ΗΑΣ) και η άλλη σε 50-60 ΗΑΣ, (Prihar *et al.*, 1981). Τα κρίσιμότερα στάδια κατά τα οποία μπορεί να γίνει άρδευση είναι κατά την διάρκεια της άνθησης και νωρίς κατά την ανάπτυξη των λοβών όταν αρχίζουν και δημιουργούνται οι σπόροι. Εάν γίνει η εφαρμογή νερού στο στάδιο ανάπτυξης των λοβών αυτό θα οδηγήσει στην ανάπτυξη περισσότερων σπόρων και μεγαλύτερων σε μέγεθος. Η άρδευση είναι πιθανό να εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του γονότυπου, τα αποθέματα εδαφικών υδάτων και τις τρέχουσες περιβαλλοντικές συνθήκες

1.7.4 Λίπανση

✧ Άζωτο

Όσον αφορά την λίπανση με άζωτο, το μεγαλύτερο κομμάτι χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια στην άνθηση το οποίο στη συνέχεια ανακατανέμεται σε λοβούς και σπόρους από τα φύλλα και τους μίσχους. Τα τοιχώματα των σπόρων θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ως μια προσωρινή δεξαμενή για το άζωτο που παρέχει μέχρι και το 25% της απαίτησης των σπόρων και επίσης ως αποθήκευση για άλλα θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα φωσφορικό ψευδάργυρο και μαγνήσιο. Η απαραίτητη ποσότητα αζώτου για την χειμερινή καλλιέργεια του μαύρου σιναπιού σύμφωνα με την βιβλιογραφία είναι περίπου 70 κιλά αζώτου για ένα τόνο συγκομιζόμενου σπόρου. Ο ένας τόνος συγκομισθέντος σπόρου με 42% έλαιο και 38% πρωτεΐνη στο άλευρο περιέχει 35 kg άζωτο, (Geisler and Kullman, 1991; Grant and Bailey, 1993). Για υψηλές αποδόσεις χρειάζεται η ενσωμάτωση 15-21kg αζώτου το στρέμμα. Η ποσότητα όμως αλλάζει ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και με την εποχή σποράς του φυτού. Κάθε συγκομιζόμενος τόνος σπόρου απομακρύνει περίπου 22 kg αζώτου από το περιβάλλον που καλλιεργείται (13.75% για την πρωτεΐνη, βάση ολόκληρων σπόρων), (Pouzet, 1995).

Οι σπόροι, χρησιμοποιούν άζωτο από διάφορες πηγές με αναλογίες κατά μέσο όρο, 66% από τα φύλλα, 53% από τους λοβούς, 27% από το στέλεχος και 17% από τις ρίζες.

Τα φυτά που στερούνται αζώτου υποβαθμίζονται και το φύλλωμα τους είναι ανοιχτό πράσινο έως κίτρινο. Σύμφωνα με τον Thomas (1984), το άζωτο στα παλαιότερα φύλλα ανακατανέμεται στα νεότερα φύλλα, με αποτέλεσμα τα παλαιότερα να μαραίνονται. Τα υπόλοιπα φύλλα συχνά εμφανίζουν μωβ αποχρωματισμό. Ο ύπερος συνήθως παραμένει λεπτός, μειώνεται ο αριθμός των στιγμάτων και η απόδοση είναι πολύ μειωμένη, (Holmes, 1980)

✧ Φώσφορο

Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε φώσφορο δεν είναι μεγάλες, κατά μέσο όρο 6kg/στρ. Η περιεκτικότητα σε έλαιο και σε πρωτεΐνες δεν επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τα φωσφορικά λιπάσματα και η επίδραση στην περιεκτικότητα σε γλυκοζινολικούς εστέρες του σπόρου είναι μικρή (Thomas, 1980)

Τα φύλλα που έχουν έλλειψη φωσφόρου παρουσιάζουν σκούρα μπλε-πράσινα στελέχη πριν γίνουν μωβ. Οι ρίζες παύουν να αναπτύσσονται και τα φυτά μενουν νάνα. Σε σοβαρές περιπτώσεις μπορεί να υπάρχει περιθωριακή νέκρωση των φύλλων και τα παλαιότερα φύλλα μπορεί να μαραίνονται πρόωρα. Holmes, 1980)

✧ Κάλιο

Η καλλιέργεια του μαύρου σιναπιού χρειάζεται υψηλές ποσότητες καλίου όπως και όλα τα είδη της οικογένειας Brassicaceae. Αν σκεφτεί κανείς ότι απομακρύνονται 25kg K₂O από κάθε τόνο σπόρου που συγκομίζεται. Το λίπασμα καλίου έχει αξιοσημείωτη απόδοση αλλά μόνο σε ανεπαρκή εδάφη. Δεν έχει καμία επίδραση στην ποιότητα των σπόρων εκτός από τα εδάφη που παρουσιάζουν υψηλό βαθμό ανεπάρκειας.

Τα φύλλα των φυτών με έλλειψη καλίου, μετατρέπονται σε σκούρο πράσινο χρώμα και πιθανόν να κάμπτονται ενώ τα περιθώρια και οι περιοχές μεταξύ των νευρών μπορεί να έχουν την όψη καμένου. Τα νεαρά φυτά παρουσιάζουν νανισμό. Σε ακραίες περιπτώσεις τα προσβεβλημένα φύλλα ξεραίνονται εντελώς, αλλά τείνουν να παραμένουν προσκολλημένα στο στέλεχος (Holmes, 1980)

1.7.5 Διαχείριση ζιζανίων

Στην καλλιέργεια της μουστάρδας το βασικότερο ζιζάνιο στις Ευρωπαϊκές χώρες είναι η *Stellaria media*, το άγριο σινάπι *Sinapis arvensis* και το *Chenopodium album*. Το μαύρο σινάπι στις πρώτες 15-40 ημέρες από την σπορά χρειάζεται σωστή διαχείριση των ζιζανίων λόγω της μικρής του ανάπτυξης αλλά και της μορφής ροζέτας που βρίσκεται κατά την διάρκεια του χειμώνα, για να μην ανταγωνιστούν τα φυτά για φως, νερό και θρεπτικά στοιχεία, (Shekhawat *et. al*, 2012). Έπειτα, η μουστάρδα έχει γρήγορη ανάπτυξη εφόσον το επιτρέψουν και οι θερμοκρασίες με αποτέλεσμα να ψηλώσουν και να αποκτήσουν ένα πυκνό φύλλωμα που δυσκολεύει την ανάπτυξη των ζιζανίων. Στην δική μας καλλιέργεια δεν προέκυψε κανένα πρόβλημα με τα ζιζάνια λόγω το ότι το φυτό ανταγωνίστηκε τα ζιζάνια.



Εικόνα 7: Άποψη πειραματικού αγρού στις 61 ΗΑΣ.

1.7.6 Συγκομιδή

Η συγκομιδή πραγματοποιείται με αλωνιστική και το στάδιο που θα λάβει χώρα είναι μία κρίσιμη απόφαση για την ποιότητα του σπόρου. Λόγω το ότι ο σπόρος είναι πολύ μικρός οι απώλειες μπορεί να είναι μεγάλες, εάν γίνει λάθος διαχείριση. Η πρόωπη συγκομιδή μπορεί να μειώσει την ποιότητα των σπόρων και η καθυστερημένη συγκομιδή μπορεί να ενισχύσει το θρυμματισμό του

λοβού. Η καλλιέργεια είναι ώριμη όταν όλοι οι σπόροι είναι μαύροι και όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία των σπόρων είναι μικρότερη από 15%. Η συγκομιδή με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα ενός ξηραντήρα καθώς η υγρασία πρέπει να μειωθεί στο 9% για να μπορεί το προϊόν να αποθηκευτεί, (Rouzet, 1995). Σε κάποιες χώρες όπως είναι ο Καναδάς λόγω των πρώιμων παγετών γίνεται η συγκομιδή όταν το φυτό έχει ακόμα υψηλό ποσοστό χλωροφύλλης για αυτό και η ποιότητα είναι χαμηλή, (Ward *et al.* , 1991)

1.7.7 Εχθροί και ασθένειες

✧ *Brassicogethes aeneus* (Σκαθάρι της γύρης)

Από τους σπουδαιότερους εχθρούς του μαύρου σιναπιού είναι το έντομο *Brassicogethes aeneus* ή διαφορετικά το Σκαθάρι της γύρης, παλαιότερα ήταν γνωστό ως *Meligethes aeneus*, είναι ένα σκαθάρι της οικογένειας Nitidulidae, (Integrated Taxonomic Information System, 2018) το οποίο προσβάλλει κυρίως τα άνθη και δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στην καρπόδεση και στην ανάπτυξη των λοβών. Από τα πιο διαδεδομένα και σημαντικά στην Ευρώπη. Ειδικά το *Brassica nigra* είναι το πιο ελκυστικό από όλα τα είδη του γένους *Brassica* στο έντομο στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης του οφθαλμού καθώς και στην άνθηση (Veromann *et.al* 2012).

Τα ενήλικα σκαθάρια έχουν μήκος περίπου 2-3 mm, πλάτος 1-2 mm χρώματος μαύρου, τρέφονται με γύρη από τα άνθη αλλά και με τα μπουμπούκια, (Free and Williams, 1979). Τα αυγά τοποθετούνται μέσα στα μπουμπούκια και οι νύμφες θα τρώνε στήμονες κατά το πρώτο μέρος της ανάπτυξής τους. Σε υψηλά επίπεδα πληθυσμού οι προνύμφες θα επιτεθούν και στο στέλεχος του φυτού. Όταν ο πληθυσμός των σκαθαριών της γύρης είναι χαμηλός, μπορεί να περιοριστεί η βλάβη των μπουμπουκίων και των ανθέων, αλλά η φυτεία μπορεί να διακόψει έως και το 50% ή το 60% της ανάπτυξης των οφθαλμών της. Δεν υπάρχουν όμως μεγάλες απώλειες στην απόδοση, (Williams and Free, 1979)

Εάν δεν γίνει άμεση επέμβαση ο πληθυσμός αυξάνεται. Στην δική μας καλλιέργεια χρειάστηκε να ψεκάσουμε λόγω το ότι ο πληθυσμός των εντόμων στην άνθηση ήταν πολύ υψηλός. Το ψεκαστικό υγρό περιείχε νερό, πράσινο σαπούνι και οινόπνευμα. Πραγματοποιήθηκαν 3 ψεκασμοί ανά 2 ημέρες (18/4, 20/4 και 22/4). Το πρόβλημα εξαλείφθηκε και δεν χρειάστηκε να επέμβουμε πάλι με ψεκασμό.



Εικόνα 8: Σκαθάρια της γύρης σε φυτό μαύρου σιναπιού κατά την άνθηση. (ΓΠΑ)

✧ White rust (Λευκή σκουριά)

Η ασθένεια είναι σχετικά λιγότερο οικονομικής σημασίας σε συνάρτηση με την εκτεταμένη εμφάνισή της. Η ασθένεια επηρεάζει όλα τα εναέρια μέρη του φυτού, δεν προσβάλλει τις ρίζες.

Ο οργανισμός που ευθύνεται για την συγκεκριμένη ασθένεια είναι ο *Albugo Candida* (Lev.) Kunze ή *Cystopus candidus* Lev. είναι υποχρεωτικό παράσιτο, στην οικογένεια Albuginaceae. Κατατάσσεται στη σειρά Peronosporales, η οποία περιλαμβάνει επίσης τις περονόσπορους (Goyal *et. al* 1996). Είναι ένας από τους σημαντικότερους λόγους που προκαλείται μείωση της απόδοσης κατά 20-90% Παγκοσμίως, (Asif *et al.*, 2017)

Συμπτώματα

Ο παθογόνος παράγοντας ξεκινά το ασεξουαλικό στάδιο του κύκλου ζωής του καθώς οι σποράγγιοι διασκορπίζονται από τον άνεμο ή από τη βροχή. Υπό άριστες συνθήκες, μεταξύ 16 και 25 ° C και υψηλή σχετική υγρασία, τα σποράγγια βλασταίνουν για να παράγουν βιφλακετάλη, κινούμενα, μολυσματικά ζωοπόρια (Goyal *et. al* 1996).

Τα συμπτώματα μπορεί να εμφανιστούν ως αποτέλεσμα δύο τύπων μόλυνσης: Τοπικά και συστηματικά. Σε περίπτωση τοπικής μόλυνσης, εμφανίζονται απομονωμένα σημεία ή φλύκταινες σε φύλλα ή μίσχους ή ταξιανθίες. Οι φλύκταινες έχουν μεταβλητό μέγεθος, με διάμετρο 1 -2 mm και ανυψωμένες λαμπερές λευκές περιοχές. Αυτά μπορεί να προκύψουν σε στενή εγγύτητα και να συσσωματωθούν για να σχηματίσουν μεγάλα ακανόνιστα μπαλώματα. Συνήθως, οι φλύκταινες εμφανίζονται σε κυκλική ή ομόκεντρη διάταξη με μία ή δύο κεντρικές περιοχές. Η επιδερμίδα του ξενιστή παθαίνει ρήξη εκθέτοντας λευκή σκόνη αποτελούμενη από σπόρια του μύκητα. Οι φλύκταινες που εμφανίζονται στα φύλλα συνήθως περιορίζονται μόνο στην κάτω επιφάνεια. Άλλα συμπτώματα της νόσου περιλαμβάνουν τη χλώρωση, τη νέκρωση, την αποφύλλωση, το πρήξιμο και τη στρέβλωση των στελεχών και των ανθών.

Σε συστηματικές λοιμώξεις, μολύνονται νέοι μίσχοι και ταξιανθίες. Οι πάσχοντες ιστοί διεγείρονται σε διάφορους τύπους παραμορφώσεων. Η πιο σημαντική είναι η υπερτροφία των επηρεασμένων τμημάτων. Λόγω της υπερτροφίας και της υπερπλασίας των φυτικών μερών, αυτά εμφανίζουν οίδημα και παραμόρφωση (stagheads),(Mishra *et al.*, 2009: Meena *et al.*, 2014) .

Ο ποδίσκος μπορεί να γίνει πάρα πολύ παχύρρευστος έως 12-15 φορές, από την κανονική διάμετρο. Τα ανθοφόρα μέρη γίνονται σαρκώδη, πρησμένα, πράσινα ή ιώδη στο χρώμα, οι στήμονες πέφτουν νωρίς.

Τα ωάρια είναι συνήθως ατροφικά καθώς επίσης και οι κόκκοι γύρης που οδηγούν σε ολική στειρότητα. Μπορεί επίσης να εμφανιστούν φλύκταινες σε αυτά τα μέρη. Ωστόσο, τα επηρεαζόμενα μέρη είναι γεμάτα από ωοσπόρια.

Όταν η συστηματική μόλυνση έχει γίνει από νωρίς, η ανάπτυξη ολόκληρου του φυτού περιορίζεται, και μπορούν να σχηματιστούν μόνο μικρά φύλλα. Το στέλεχος και ο άξονας της ταξιανθίας μπορούν να εμφανιστούν στριμμένα σε μια ακολουθία ζιγκ-ζαγκ. Οι φυσιολογικοί λανθάνοντες οφθαλμοί διεγείρονται και αναπτύσσονται σε πλευρικούς βλαστούς.



Εικόνα 9: Υπερτροφία στην ταξιανθία, και παραμόρφωση. Κατά την έναρξη της άνθησης και στην πλήρη άνθηση. (ΓΠΑ)



Εικόνα 10: Φλύκταινες της λευκής σκουριάς στα φύλλα, καθώς και το μυκήλιο στην επιφάνεια της ταξιανθίας. (ΓΠΑ)

Η *Albugo candida* μπορεί να αναπτύξει μια ενδοφυτική σχέση με κάποια είδη σταυροειδών λαχανικών. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να ζει εντός του ξενιστή χωρίς να προκαλεί τυχόν συμπτώματα (Carroll 1988).

Μέθοδοι Διαχείρισης

Όσον αφορά τα μέτρα αντιμετώπισης της ασθένειας που μπορούν να ληφθούν είναι τα κάτωθι:

- Πρέπει η καλλιέργεια να είναι καθαρή και να καταστρέφονται τα ζιζάνια, καθώς και τα σοβαρά προσβεβλημένα φυτά.
- Η εναλλαγή καλλιεργειών θα αποφύγει το πρωτογενές ενοφθαλμισμό που προκαλείται από το έδαφος.
- Προτιμώνται οι ανθεκτικές στις ασθένειες ποικιλίες.
- Σε περίπτωση υψηλής προσβολής η χρήση κάποιου εγκεκριμένου μυκητοκτόνου είναι η λύση για την αντιμετώπιση της ασθένειας.
- Επίσης, η χρήση καθαρού σπόρου (πιστοποιημένος), είναι από τα βασικότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να προσέχει ο παραγωγός.
- Τα σπόρια του *A. candida* απαιτούν ελεύθερο νερό για να βλαστήσουν, και όχι μόνο υψηλή υγρασία, ελαχιστοποιώντας την εμφάνιση και τη διάρκεια της υγρασίας των φύλλων, όπως με τη χρήση ενός συστήματος στάγδην άρδευσης μπορεί να μειώσει τις λοιμώξεις.
- Χρόνος φύτευσης. Δεδομένου ότι η ασθένεια είναι πιο διαδεδομένη σε περιοχές με υψηλή υγρασία ή μέτρια υγρή κλίματα, φύτευση καλλιεργειών σε ξηρότερες εποχές μπορεί να μειώσει τις λοιμώξεις και τη διασπορά του παθογόνου παράγοντα.

✧ Αμυντικός μηχανισμός: Αναγνώριση των αυγών από τις πεταλούδες

Το μαύρο σινάπι είναι ένα είδος που αναπτύσσει ένα προηγμένο σύστημα έγκαιρης ειδοποίησης το οποίο το προστατεύει από την ανάπτυξη των αυγών των εντόμων. Ουσίες που απελευθερώνονται από τα αβγά του εντόμου ενεργοποιούν ένα αμυντικό σύστημα που θα αφήσει τις νεογέννητες κάμπιες αδύναμες και ευάλωτες σε κυνηγούς (Pashalidou *et.al*, 2015). Το φυτό αναγνωρίζει μία ουσία που απελευθερώνεται από τα αυγά το βενζυλονιτρίλιο μία ουσία της πεταλούδας που μεταφέρεται στα αυγά. Σύμφωνα όμως με τους ερευνητές στο χωράφι εμπλέκονται περισσότερες ουσίες που αναγνωρίζονται. Το φυτό αρχίζει να προετοιμάζεται για την επικείμενη επίθεση από τις πεινασμένες προνύμφες, οι κάμπιες που εκκολάπτονται τείνουν να είναι ισχνές και δεν

αναπτύσσονται ομαλά. Τα φυτά στα οποία έχουν γεννηθεί αυγά και αναπτύσσονται προνύμφες παράγουν περισσότερους σπόρους -ίσως το σινάπι σπεύδει να αναπαραχθεί πριν γίνει βορρά της πεινασμένης πεταλούδας. Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Βαγκενίγγκεν στην Ολλανδία και σκοπός είναι το σύστημα που βρέθηκε στο μαύρο σινάπι να μπορέσει να μεταφερθεί σε καλλιεργούμενα είδη ως βιολογικό μέσο καταπολέμησης των εντόμων.

2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

2.1 Ορισμός, αρχές, κανόνες βιολογικής γεωργίας

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει η Διεθνής Ομοσπονδία Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας (International Federation of Organic Agriculture Movements- IFOAM), « η βιολογική γεωργία αποτελεί έναν οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά μακροπορόθεσμο βιώσιμο τρόπο άσκησης της γεωργίας ». Στο σημείο αυτό χρειάζεται να διευκρινιστεί ότι η βιολογική γεωργία δεν θα πρέπει να ταυτίζεται με την παραδοσιακή γεωργία, καθώς δεν αποτελεί επιστροφή στη λίθινη εποχή, όπως συχνά της καταλογίζεται, αλλά μπορεί και αξιοποιεί κάθε καινούργια επιστημονική γνώση, στο βαθμό που αυτή λειτουργεί σε αρμονία με τις φυσικές διαδικασίες και όχι ενάντια τους, υιοθετώντας παράλληλα πολύτιμες παραδοσιακές τεχνικές που έχουν ξεχαστεί.

Οι βασικοί στόχοι της βιολογικής γεωργίας – όπως περιγράφονται και από τη Διεθνή Ομοσπονδία Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας (IFOAM) – εστιάζονται :

- 1) Στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων υψηλής θρεπτικής αξίας.
- 2) Στο σεβασμό των φυσικών οικοσυστημάτων, με τη διατήρηση της γενετικής τους ποικιλομορφίας.
- 3) Στην υποβοήθηση των βιολογικών κύκλων του αγροοικοσυστήματος με σεβασμό στους μικροοργανισμούς στο έδαφος, στη χλωρίδα, στην πανίδα, στις καλλιέργειες και στα εκτρεφόμενα ζώα.
- 4) Στη βελτίωση της γονιμότητας των εδαφών , σε μακροπρόθεσμη κλίμακα και στην εφαρμογή συστημάτων για την όσο δυνατό αυτάρκεια σε οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά.
- 5) Στην ορθολογική χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων.
- 6) Στην εξασφάλιση συνθηκών εκτροφής των ζώων με σεβασμό στις συνήθειες διαβίωσης τους.
- 7) Στην αποφυγή της ρύπανσης, με την επιλογή ήπιων και φιλικών προς το περιβάλλον γεωργικών

τεχνικών.

8) Στην εκτίμηση του αποτελέσματος της αλληλεπίδρασης των καλλιεργητικών τεχνικών, με το οικολογικό και κοινωνικό περιβάλλον.

9) Στην διατήρηση της υγείας των φυτών με προληπτικά μέτρα όπως:

I. Η επιλογή κατάλληλων ειδών και ποικιλιών ανθεκτικών στα παράσιτα και τις ασθένειες,

II. Η κατάλληλη αμειψισπορά,

III. Μηχανικές και φυσικές μέθοδοι και

IV. Η προστασία των φυσικών εχθρών των παρασίτων.

Κανόνες βιολογικής φυτικής παραγωγής σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) 834/2007:

1. Η βιολογική φυτική παραγωγή χρησιμοποιεί τεχνικές άροσης και καλλιέργειας που διατηρούν ή αυξάνουν τις οργανικές ύλες του εδάφους, βελτιώνουν τη σταθερότητα και τη βιοποικιλότητα του και αποτρέπουν την συμπίεση και τη διάβρωση του.

2. Η γονιμότητα και η βιολογική δραστηριότητα του εδάφους διατηρούνται και βελτιώνονται με αμειψισπορά που περιλαμβάνει ψυχανθή και άλλες καλλιέργειες χλωρής λίπανσης, και με τη διασπορά κόπρου ζώων ή οργανικών υλών, αμφοτέρων κατά προτίμηση λιπασματοποιημένων από βιολογική παραγωγή.

3. Επιτρέπεται η χρήση βιοδυναμικών σκευασμάτων.

4. Λιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο εφόσον έχουν εγκριθεί για χρήση σε βιολογικές παραγωγές.

5. Δεν χρησιμοποιούνται ανόργανα λιπάσματα.

6. Όλες οι εφαρμοζόμενες τεχνικές φυτικής παραγωγής αποτρέπουν ή ελαχιστοποιούν τη συμβολή στη μόλυνση του περιβάλλοντος.

7. Η πρόληψη των ζημιών που προκαλούνται από βλαβερούς οργανισμούς ασθένειες και ζιζάνια πρωτίστως βασίζεται στην προστασία από τους φυσικούς εχθρούς, στην επιλογή ειδών και ποικιλιών, στην αμειψισπορά και στις καλλιεργητικές τεχνικές και σε θερμικές διεργασίες.

8. Σε περίπτωση που έχει εντοπιστεί απειλή για τις καλλιέργειες επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται φυτοπροστατευτικά προϊόντα μόνον εφόσον έχουν εγκριθεί για χρήση σε βιολογικές παραγωγές.

9. Η βιολογική φυτική παραγωγή χρησιμοποιεί μόνον σπόρους και πολλαπλασιαστικό υλικό που έχουν παραχθεί με βιολογική μέθοδο.

10. Προϊόντα καθαρισμού και απολύμανσης χρησιμοποιούνται μόνο εφόσον έχουν εγκριθεί για χρήση σε βιολογικές παραγωγές.

Πλεονεκτήματα

- Η βιολογική γεωργία παράγει γεωργικά προϊόντα υψηλής ποιότητας και διατροφικής αξίας απαλλαγμένα από υπολείμματα αγροχημικών.
- Η βιολογική γεωργία συμβάλλει στην καλή υγεία του παραγωγού και των καταναλωτών.
- Η βιολογική παραγωγή έχει μικρότερο κόστος από την συμβατική λόγω μειωμένων εισροών.
- Η βιολογική γεωργία χρησιμοποιεί 45% λιγότερη ενέργεια και είναι πιο αποτελεσματική ενεργειακά.
- Η βιολογική γεωργία συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος μειώνοντας τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και προστατεύοντας τους φυσικούς πόρους.
- Τα συστήματα βιολογικής γεωργίας επικοδομούν παρά να καταστρέφουν την οργανική ύλη του εδάφους.
- Η βιολογική γεωργία δημιουργεί περισσότερες θέσεις εργασίας παρέχει βιώσιμο εισόδημα για τους γεωργούς και μπορεί να αποκαταστήσει την εμπιστοσύνη της χώρας εφαρμογής στην αγροτική κοινότητα και το σύστημα διατροφής.

Μειονεκτήματα

- η βιολογική παραγωγή έχει συχνά μικρότερες αποδόσεις από την συμβατική.
- Τα βιολογικά γεωργικά προϊόντα έχουν συνήθως λιγότερο ελκυστική εμφάνιση από αυτά της συμβατικής παραγωγής.
- οι παραγωγοί χρειάζονται εκπαίδευση επί των μεθόδων και πρακτικών της βιολογικής παραγωγής.

2.2. Σύγκριση ποιότητας προϊόντων βιολογικής καλλιέργειας με αυτών της συμβατικής καλλιέργειας

Αρχικά να αναφέρουμε τον ορισμό της συμβατικής γεωργίας λόγω το ότι της βιολογικής γεωργίας προαναφέρθηκε στο (2.1). Η **συμβατική γεωργία** έχει ως σκοπό την παραγωγή γεωργικών προϊόντων με την χρησιμοποίηση γεωργικών φαρμάκων και λιπασμάτων. Τα πλεονεκτήματα και οι στόχοι της είναι η αύξηση της παραγωγής και η βελτίωση της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων. Παρόλα αυτά παρουσιάζει όμως και σημαντικά μειονεκτήματα όπως η ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών νερών, η μόλυνση του εδάφους, του αέρα, της χλωρίδας και πανίδας. Επίσης έχει επιπτώσεις στον άνθρωπο είτε άμεσα (έκθεση σ' αυτά π.χ. κατά την εκτέλεση εργασιών) είτε έμμεσα (με την κατανάλωση γεωργικών προϊόντων που

περιέχουν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων).

Τα βιολογικά προϊόντα είναι υψηλής θρεπτικής αξίας, διατηρούν στο ακέραιο τις οργανοληπτικές τους ιδιότητες, ιχνοστοιχεία, μέταλλα, σάκχαρα, αντιοξειδωτικές ουσίες και όλες τις βιταμίνες τους, αφού ο τρόπος παραγωγής τους δεν τα καταστρέφει. Διατηρούν τη στιλπνότητά τους, τη γεύση τους, το έντονο χρώμα τους καθώς και το άρωμά τους. Τα βιολογικά προϊόντα είναι φυσικά και με μεγάλη διατηρησιμότητα, αφού η περιεκτικότητά τους σε νερό είναι μειωμένη κατά 20%, είναι συμπαγή και όχι κούφια διότι η γονιμοποίηση γίνεται με φυσικούς τρόπους. Είναι ευνόητο ότι καταναλώνοντας βιολογικά προϊόντα, προστατεύουμε το περιβάλλον αφού δε χρησιμοποιούμε χημικά λιπάσματα και φυτοφάρμακα.

Τα συμβατικά προϊόντα περιέχουν 23% περισσότερο νερό από τα βιολογικά.

Οι πρωτεΐνες : Στο θέμα της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες υπερτερούν τα συμβατικά δημητριακά που έχουν καλλιεργηθεί με προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων. Ενώ, σε ό,τι αφορά την περιεκτικότητα σε βασικά αμινοξέα, η ζυγαριά κλίνει προς τη μεριά των βιολογικών.

Τα λιπίδια :Υπέρ των βιολογικών είναι τα αποτελέσματα σχετικά με τα λιπίδια, αφού φάνηκε ότι περιέχουν περισσότερα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, που είναι γνωστοί «σύμμαχοι» της υγείας. Ασαφή είναι τα δεδομένα σχετικά με την περιεκτικότητα σε μεταλλικά άλατα

Μελέτη που δημοσιεύτηκε τον Ιανουάριο 2003 από το περιοδικό “Journal of Agriculture and Food Chemistry” αναφέρει ότι σε χημική ανάλυση τροφίμων βρέθηκε 52% περισσότερο ασκορβικό οξύ ή αλλιώς βιταμίνη C στο κατεψυγμένο οργανικό καλαμπόκι από ότι σε συμβατικό καλαμπόκι. Επίσης βρέθηκε 67% περισσότερο σε καλαμπόκι βιολογικής καλλιέργειας από αυτό μιας συμβατικής καλλιέργειας. Οι πολυφαινόλες ήταν επίσης σε υψηλότερο ποσοστό στα οργανικά από ότι στα συμβατικά. Σε μια μελέτη που κράτησε τρία χρόνια στην Ιταλία(που δημοσιεύτηκε στο ίδιο έντυπο) βρέθηκαν υψηλότερα επίπεδα πολυφαινολών σε οργανικά ροδάκινα και αχλάδια και περίπου 8% περισσότερη βιταμίνη C στα οργανικά ροδάκινα. Σε μια άλλη μελέτη το Φεβρουάριο του 2002 δημοσιευμένη στην European Journal of Nutrition αναφέρει ότι βρέθηκε περισσότερο σαλικυλικό οξύ στην οργανική σούπα λάχανου από ότι στη μη-οργανική. Το σαλικυλικό οξύ είναι αρμόδιο για τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες της ασπιρίνης και υποστηρίζει το ανοσοποιητικό σύστημα. Το σαλικυλικό οξύ παράγεται φυσικά στα φυτά και είναι μια άμυνα των ίδιων των φυτών ενάντια στο στρες και τις ασθένειες. Αυτό μπορεί να εξηγήσει γιατί τα επίπεδα είναι υψηλότερα

3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων όσον αφορά την καλλιέργεια του μαύρου σιναπιού και την επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης καθώς και των βιολογικών καλλιεργητικών τεχνικών στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του σιναπιού όσον αφορά τον σπόρο του καθώς και την ανάπτυξη του φυτού. Λόγω το ότι η διεθνής αλλά και η εγχώρια βιβλιογραφία είναι μηδαμινή όσον αφορά την καλλιέργεια στο μαύρο σινάπι και ιδιαίτερα στην χώρα μας.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. Γενικά

Στην παρούσα μελέτη καλλιεργήθηκε σινάπι και πιο συγκεκριμένα το είδος *Brassica nigra* κοινώς η μαύρη μουστάρδα, η καυτερή, με δύο διαφορετικά είδη λίπανσης α) ανόργανο λίπασμα (ουρία), και β) βιολογικό λίπασμα, βέβαια υπήρχαν και τεμάχια που δεν υπήρξε καμία εφαρμογή λιπάσματος (μάρτυρας).

Η καλλιέργεια έλαβε χώρα στον βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 59' 1,47''$ Β, γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 42' 6,98''$ Α, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας). Ο αγρός του εργαστηρίου Γεωργίας υφίσταται βιολογική διαχείριση από το 1995. Η καλλιέργεια του σιναπιού πραγματοποιήθηκε από 18 Ιανουαρίου μέχρι 11 Ιουνίου 2019 (144 ΗΑΣ)



Εικόνα 11: Περιοχή εγκατάστασης καλλιέργειας μαύρου σιναιπιού, αγρός εργαστηρίου Γεωργίας, Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

4.2. Φυτικό υλικό

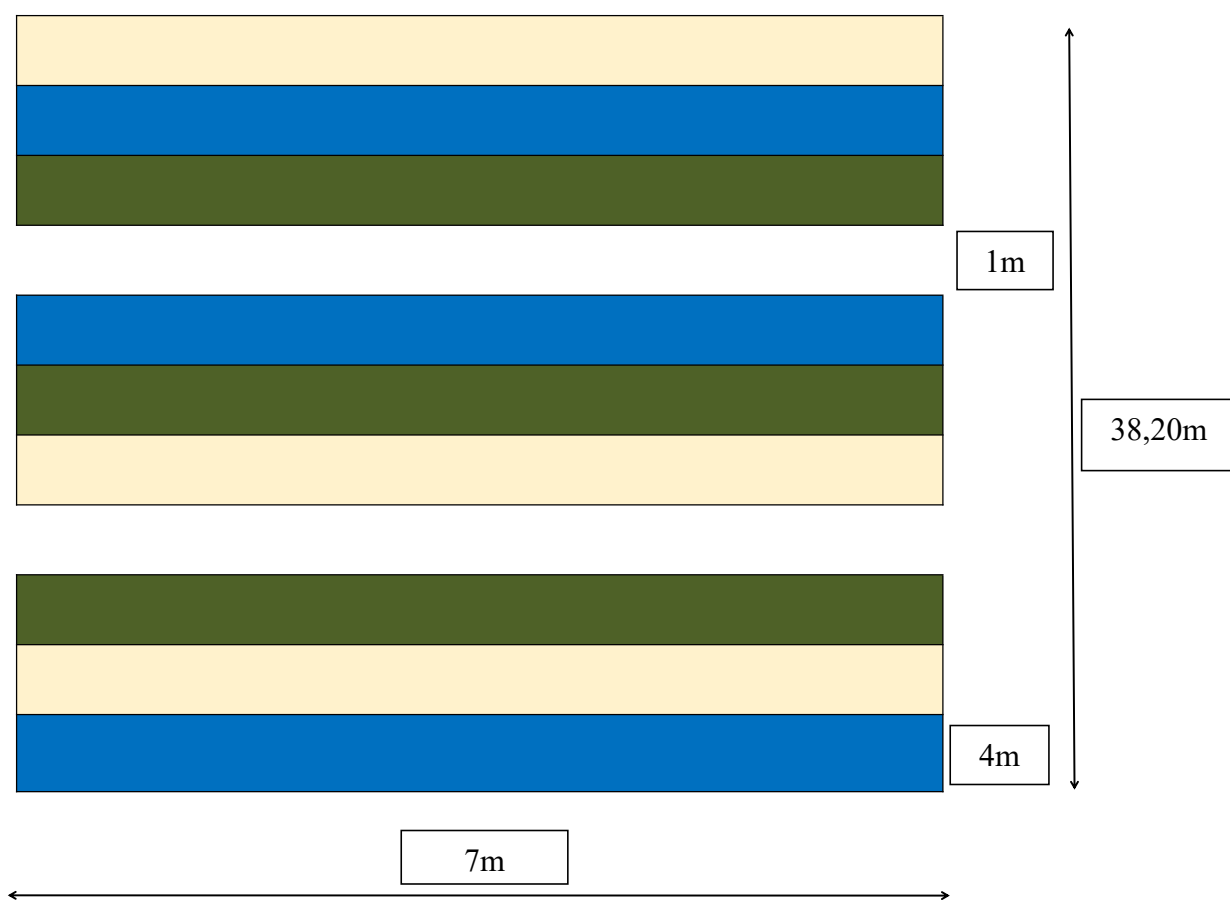
Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια ήταν σπόροι του είδους *Brassica nigra* (*Sinapis Nigra*) από το Γεωπονικό Κέντρο Αθηνών. Ακολουθεί πίνακας με τις λεπτομέρειες του σπόρου.

Πίνακας 4.2.1: Στοιχεία φυτικού υλικού.

Είδος	<i>Brassica nigra</i> (Μαύρο σινάπι)
Σπορομερίδα	N214
Βλαστικότητα	90%
Καθαρότητα	99%
Βάρος	3kg
Χώρα προέλευσης	Ιταλία

4.3 Πειραματικό σχέδιο

Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 ομάδες (3 επαναλήψεις) και δύο επεμβάσεις (2 είδη διαφορετικής λίπανσης). Χρησιμοποιήθηκαν 8,5 kg βιολογικού λιπάσματος και 1kg NPK λίπασμα **Nutri Plus 40-0-0**, ανα πειραματικό τεμάχιο. Κάθε ομάδα (επανάληψη) αποτελούνταν από 3 πειραματικά τεμάχια στα οποία ήταν τυχαία διατεταγμένες οι 3 επεμβάσεις. Ο συνολικός αριθμός των πειραματικών τεμαχίων ήταν 9. Κάθε τεμάχιο είχε εμβαδόν 28 m² (7mx4m). Η συνολική έκταση που χρησιμοποιήθηκε συμπεριλαμβανομένων και των διαδρόμων μεταξύ των επαναλήψεων ήταν 266 m². Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 30 cm και μεταξύ των φυτών 15 cm.



Επεμβάσεις	
α)	ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΛΙΠΑΣΜΑ
β)	NPK (Nutri Plus 1kg)
γ)	ΜΑΡΤΥΡΑΣ (καθόλου)

Σχέδιο 1: Πειραματικό σχέδιο.

4.4. Εδαφολογική ανάλυση αγρού

Κατόπιν εδαφολογικής αναλύσεως το έδαφος του αγρού χαρακτηρίζεται ως αργιλοπηλώδες (CL) σύμφωνα με την παρακάτω ανάλυση που παρουσιάζεται:

Πίνακας 4.4.1: Εδαφολογική ανάλυση βιολογικού αγρού του εργαστηρίου Γεωργίας στο ΓΠΑ.

CaCO ₃	15,99%	Μαργώδες
Οργανική Ουσία	2,37%	Ικανοποιητική περιεκτικότητα
NO ₃ ⁻	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P(Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na ⁺	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
Ph(1:1 H ₂ O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam	Αργιλοπηλώδες

4.5. Λιπάσματα

Όσον αφορά τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ακολουθεί ο πίνακας 4.5.1 που αναλύονται τα συστατικά τους.

Πίνακας 4.5.1: Λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν και η μέση σύστασή τους.

Ανόργανο λίπασμα Nutri Plus 40-0-0	
Ολικό άζωτο (N)	40%
Αμμωνιακό άζωτο (NH ₄)	5,3%
Ουρικό (NH ₂)	34,7%
Οργανικό λίπασμα Compost Posidonia	
Οργανική ουσία: 20- 35% κατά ΞΗΡΑΣ ΟΥΣΙΑΣ	
Υγρασία: 25- 35%	
Αγωγιμότητα : 0,5-1,0 mS/cm	
PH : 7- 7,5	

4.6. Εγκατάσταση πειραματικού αγρού

Αρχικά, στις 17/01/2019 πραγματοποιήθηκε με τον σκαριφήρα αναμόχλευση του εδάφους σε βάθος 15cm και έπειτα έγινε η χάραξη του αγροτεμαχίου ούτως ώστε να γίνει η σωστή διασπορά των λιπασμάτων σε κάθε διαφορετικό plot. Η διασπορά έγινε χύδην με το χέρι. Έπειτα με την βοήθεια του φρεζαρίσματος το οποίο έγινε σε βάθος 10cm ενσωματώθηκαν τα λιπάσματα, έγινε η αφρατοποίηση του εδάφους και ο αγρός ήταν έτοιμος για την σπορά του μαύρου σιναπιού. Έτσι, στις 18/01/2019 έλαβε χώρα η σπορά με την βοήθεια του γραμμοχαράχτη ούτως ώστε να σχηματιστούν 22 γραμμές σποράς κάθετες όπου τοποθετήθηκαν οι σπόροι. Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 160gr σε όλο το αγροτεμάχιο.

Η ανάδυση των φυτών ξεκίνησε στις 27 Ιανουαρίου.



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 12: Εγκατάσταση του πειραματικού αγρού. (α) Χάραξη του αγροτεμαχίου, (β) φρεζάρισμα για την ενσωμάτωση των λιπασμάτων και την αφρατοποίηση του χώματος και (γ) ο πειραματικός αγρός έτοιμος για την σπορά.



Εικόνα 13: Η σπορά πραγματοποιήθηκε χύδην στις γραμμές σποράς, που είχαν δημιουργηθεί με την βοήθεια του γραμμοχαράκτη.

4.7. Καλλιεργητικές εργασίες

Δεν χρειάστηκε να πραγματοποιήσουμε βοτάνισμα λόγω το ότι ο αριθμός των ζιζανίων ήταν αμελητέος για την μέτρηση τους και την διαχείριση τους αλλά και το σινάπι μετά από την πρώτη μέτρηση που έγινε στις 18/3 αναπτύχθηκε πολύ γρήγορα (όπως θα δούμε παρακάτω και στις μετρήσεις) σε σημείο που ανταγωνιζόταν τα ζιζάνια με μεγάλη επιτυχία. Μόνο ένα βοτάνισμα έγινε στο πρώτο plot στην πρώτη επανάληψη και ποιο συγκεκριμένα στον μάρτυρα διότι στο συγκεκριμένο σημείο του χωραφιού το νερό δεν απορροφάται από το έδαφος λόγω της κλίσης του αγροτεμαχίου, με αποτέλεσμα να μην φυτρώσουν όλοι οι σπόροι. Όμως, τα φυτά τα οποία υπήρχαν στο συγκεκριμένο plot μεγάλωσαν σε σημείο όπου εξαλήφθηκε το πρόβλημα των σπόρων που δεν φύτρωσαν, έτσι αντιμετωπίστηκαν και τα ζιζάνια. Παρατηρούμε ότι το μαύρο σινάπι λόγω της φυλλικής του δομής και της ανάπτυξης του, τα ζιζάνια δεν μπόρεσαν να δημιουργήσουν προβλήματα στην μείωση των θρεπτικών και έτσι μειώθηκαν οι εργασίες που σε κάποια άλλη καλλιέργεια θα ήταν απαραίτητες. Η κατάλληλη επιλογή ποικιλίας έχει την δυνατότητα να επηρεάσει σημαντικά την πυκνότητα των ζιζανίων είτε σε συμβατικό είτε σε βιολογικό σύστημα καλλιέργειας (Bilalis D, *et al.* 2009).

Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας έλαβε χώρα μόνο η κατάλληλη εδαφοκατεργασία για την σωστή προετοιμασία του εδάφους, της σποροκλίνης.

4.8 Προσδιορισμοί-μετρήσεις

Μετρήσεις αγρονομικών χαρακτηριστικών του είδους *Brassica nigra*.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις όσον αφορά την ανάπτυξη του υπέργειου μέρους του φυτού για την μελέτη των αγρονομικών χαρακτηριστικών του αλλά και τον προσδιορισμό των καμπυλών ανάπτυξης. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 60 ημέρες από την ημέρα σποράς και η τελευταία 132 ημέρες από την ημέρα σποράς.

Στα χαρακτηριστικά στα οποία ελήφθησαν παρατηρήσεις ήταν τα εξής:

Ύψος: Η μέτρηση του ύψους των φυτών του μαύρου σιναπιού πραγματοποιήθηκε *in situ* σε τυχαίες γραμμές από κάθε plot στα φυτά που υπήρχαν σε μήκος 1 m. Έγιναν συνολικά 6 μετρήσεις, σε 5 φυτικά δείγματα ανά τεμάχιο μέχρι την 3η μέτρηση και ύστερα 3 φυτά ανά τεμάχιο λόγω του όγκου και της ανάπτυξης των φυτών. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 60 ημέρες από την

σπορά και η τελευταία στις 132 ημέρες από την σπόρα.

Νωπό Βάρος: Έγινε η άμεση μέτρηση του νωπού βάρους από τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην προηγούμενη μέτρηση. Με τους αντίστοιχους αριθμούς μετρήσεων και ημερομηνίες.

Ξηρό Βάρος: Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση του νωπού βάρους στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε φούρνο του Εργαστηρίου Γεωργίας, σε θερμοκρασία 60 °C για 48 ώρες. Ακόλουθα, προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος με ζυγαριά ακριβείας.



Εικόνα 14: Μέτρηση νωπού και ξηρού βάρους με ζυγό ακριβείας.



Εικόνα 15: Τα δείγματα προς μέτρηση ξηρού βάρους στον φούρνο ξήρανσης.

Δείκτης LAI: Εκφράζει την πυκνότητα του φυλλώματος ως συνάρτηση της φυλλικής επιφάνειας προς την εδαφική επιφάνεια. Ο προσδιορισμός της φυλλικής επιφάνειας έγινε με την βοήθεια της

αυτόματης συσκευής *Sun Scan type SS1* (Delta-T Devices Cambridge- England) σε τυχαίες γραμμές από κάθε plot στα φυτά που υπήρχαν σε μήκος 1 m.



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 16: Μέτρηση του δείκτη LAI με την χρήση του μηχανήματος, *Sun Scan type SS1*

Αριθμός Ταξιανθιών: Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν στις προηγούμενες μετρήσεις, έγιναν συνολικά 3 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 83 ημέρες από την σπορά και η τελευταία στις 109 ημέρες από την σπορά.

Αριθμός Λοβών: Από την έναρξη της διαδικασίας της ωρίμανσης μετρήθηκαν οι λοβοί που είχαν σχηματιστεί στα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν και στις προηγούμενες μετρήσεις. Στο σύνολο είχαμε 4 μετρήσεις λοβών. Η πρώτη έγινε στις 109 ημέρες από την σπορά και η τελευταία στις 132 ημέρες από την ημέρα σποράς.

Αριθμός σπόρων ανά λοβό: Στις μετρήσεις που έγιναν για τον αριθμό των λοβών καταμετρήθηκε και ο αριθμός των σπόρων/λοβό.

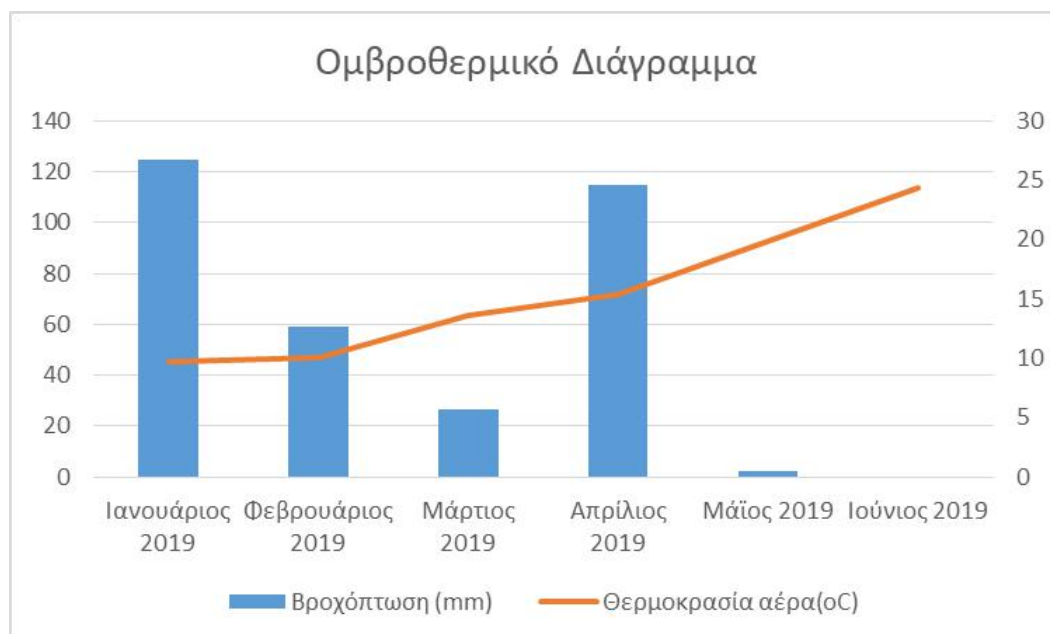
Απόδοση σε σπόρο: Για τον υπολογισμό της απόδοσης μετρήθηκε το βάρος σπόρων φυτών σε 2m κατά μήκος των γραμμών σποράς.

4.9 Μετεωρολογικά δεδομένα

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των θερμοκρασιών, μέγιστων και ελάχιστων που παρατηρήθηκαν κατά τους μήνες της καλλιέργειας, δηλαδή από τον Ιανουάριο μέχρι τις 11 Ιουνίου όπου έγινε η συγκομιδή και η μηνιαία βροχόπτωση. Τα δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό στο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στην περιοχή Γκάζι Αθηνών.(γεωγραφικό πλάτος 37– 58' 42" Β, γεωγραφικό μήκος 23– 42' 56" Α).

Πίνακας 4.9.1: Μέση μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία τους μήνες του πειράματος.

Μήνες	Μέση μέγιστη θ	Μέση ελάχιστη θ
Ιανουάριος	12.8	6.5
Φεβρουάριος	13.5	7
Μάρτιος	17.6	9.6
Απρίλιος	19.1	11.8
Μάιος	24.2	15.8
Ιούνιος (έως 11/06/2019)	28.5	20.4



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

4.10 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με την βοήθεια του προγράμματος Statgraphics (STATGRAPHICS Centurion XVI Version 16.1.18 StatPoint Technologies, Inc.). Οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με την δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς για επίπεδο σημαντικότητας 5%, τόσο για τις συγκρίσεις όσο και για την ανάλυση της παραλλακτικότητας.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Ύψος

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 6 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έλαβε χώρα στις 60 ημέρες από την σπορά και η τελευταία 130 ημέρες από την σπορά. Η πρώτη μέτρηση μέχρι και την τρίτη έγιναν με διαφορά 20 ημερών λόγω των καιρικών συνθηκών και της ανάπτυξης του φυτού. Οι υπόλοιπες έγιναν ανά 7 ημέρες. Οι διαφορετικές λιπάνσεις εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές όπως φαίνεται παρακάτω και ειδικότερα στις 60 ΗΑΣ και στις 83 ΗΑΣ που φαίνεται στον πίνακα με τις πολλαπλές δοκιμές εύρους. Συγκρικριμένα οι 60 ΗΑΣ και οι 83 ΗΑΣ είναι αυτές που διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους και με τις υπόλοιπες μετρήσεις όσον αφορά την εξέλιξη του ύψους.

Πίνακας 5.1.1: Ανάλυση διασποράς του ύψους, *Type III Sums of Squares*.
(οι κόκκινοι αριθμοί υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικά διαφορές).

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:λίπανση	341.236	2	170.618	12.89	0.0067
RESIDUAL	79.4133	6	13.2356		
TOTAL (CORRECTED)	420.649	8			

Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, οι τιμές P ελέγχουν τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο ύψος σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%.

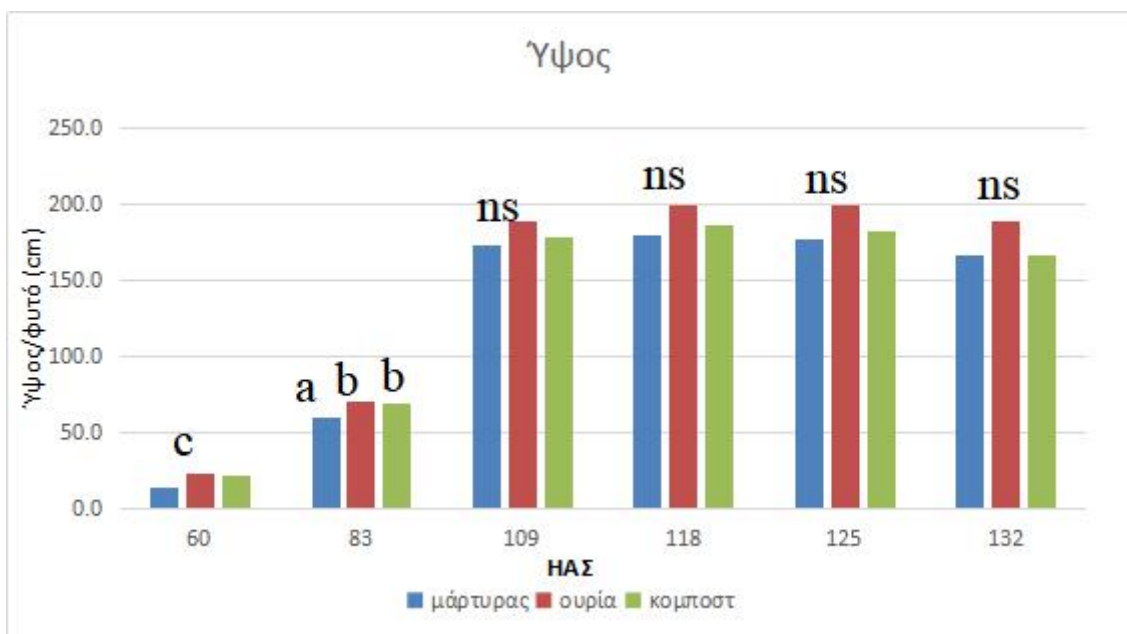
Πίνακας 5.1.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for ύψος by HAS)
Method: 95.0 percent LSD

<i>HAS</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
60	3	19.1	5.34105	x
83	3	66.1333	5.34105	x
132	3	174.067	5.34105	x
109	3	179.633	5.34105	x
125	3	186.0	5.34105	x
118	3	188.233	5.34105	x

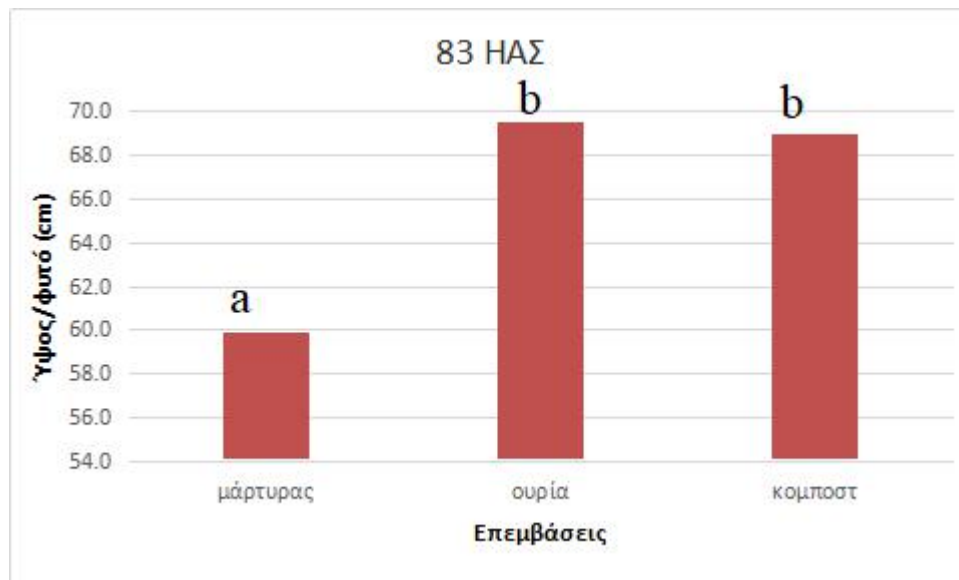
Αυτός ο πίνακας δείχνει το μέσο ύψος για κάθε επίπεδο των παραγόντων. Παρουσιάζει επίσης το τυπικό σφάλμα κάθε μέσου, το οποίο είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας δειγματοληψίας του. Οι δεξιές δύο στήλες δείχνουν 95,0% διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα μέσα.

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
60 - 83	*	-47.0333	16.4575
60 - 109	*	-160.533	16.4575
60 - 118	*	-169.133	16.4575
60 - 125	*	-166.9	16.4575
60 - 132	*	-154.967	16.4575
83 - 109	*	-113.5	16.4575
83 - 118	*	-122.1	16.4575
83 - 125	*	-119.867	16.4575
83 - 132	*	-107.933	16.4575
109 - 118		-8.6	16.4575
109 - 125		-6.36667	16.4575
109 - 132		5.56667	16.4575
118 - 125		2.23333	16.4575
118 - 132		14.1667	16.4575
125 - 132		11.9333	16.4575

Αυτός ο πίνακας εφαρμόζει μια διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποια μέσα είναι σημαντικά διαφορετικά από τα άλλα. Το κάτω μισό της εξόδου δείχνει την εκτιμώμενη διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους μέσων. Ένας αστερίσκος τοποθετήθηκε δίπλα σε 9 ζεύγη, υποδεικνύοντας ότι αυτά τα ζευγάρια παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Στο πάνω μέρος της σελίδας εντοπίζονται 3 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 3: Επίδραση της λίπανσης στο ύψος (cm). Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 4: Επίδραση της λίπανσης στο ύψος (cm) των φυτών στις 83 ΗΑΣ. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στις 60 ΗΑΣ οι τιμές του ύψους που εμφανίστηκαν ήταν κατά μέσο όρο 13,9 cm στον μάρτυρα, 22.8 cm στην ουρία και 20 cm στο οργανικό λίπασμα. Επίσης, στις 83 ΗΑΣ το ύψος στον μάρτυρα κυμάνθηκε στα 60 cm, ενώ στην ουρία και στο κόμποστ 69,5 cm και 69 cm αντίστοιχα. Από τις 109 ΗΑΣ και μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου δεν υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση στο ύψος ανάμεσα στις διαφορετικές επεμβάσεις. Παρόλο που η ουρία εμφάνισε πολύ υψηλές τιμές ύψους από τις πρώτες μετρήσεις στην συνέχεια και οι υπόλοιπες επεμβάσεις είχαν φυτά με ύψος πάνω από 170 cm.

5.2 Νωπό Βάρος (υπέργειου μέρους) φυτών

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 6 μετρήσεις. Όπως και στο ύψος η πρώτη μέτρηση έγινε στις 60 ημέρες από την σπορά και οι υπόλοιπες είχαν την ίδια σειρά με την μέτρηση του ύψους. Οι διαφορετικές λιπάνσεις εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ειδικότερα στις 60, 83 και 132 ΗΑΣ, όπως φαίνεται παρακάτω στην ανάλυση διασποράς και στον πίνακα πολλαπλών δοκιμών.

Πίνακας 5.2.1: Ανάλυση διασποράς του Νωπού βάρους, *Type III Sums of Squares*.
(οι κόκκινοι αριθμοί υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικά διαφορές).

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:λίπανση	2981.42	2	1490.71	9.59	0.0135
RESIDUAL	932.54	6	155.423		
TOTAL (CORRECTED)	3913.96	8			

Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, οι τιμές P ελέγχουν τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο Νωπό βάρος σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%.

Πίνακας 5.2.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for NB by HAS)
Method: 95.0 percent LSD

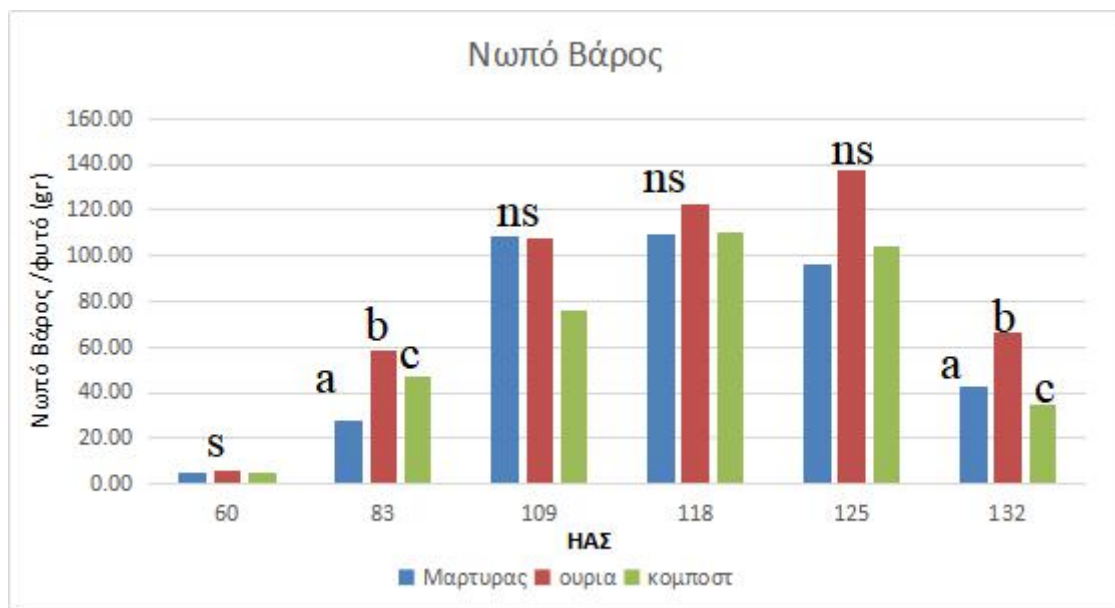
HAS	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
60	3	5.16	8.75009	x
83	3	44.6867	8.75009	x
132	3	47.9233	8.75009	x
109	3	97.6367	8.75009	x
125	3	112.627	8.75009	x
118	3	114.26	8.75009	x

Αυτός ο πίνακας δείχνει το μέσο NB για κάθε επίπεδο των παραγόντων. Παρουσιάζει επίσης το τυπικό σφάλμα κάθε μέσου, το οποίο είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας δειγματοληψίας του. Οι δεξιές δύο στήλες δείχνουν 95,0% διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα μέσα.

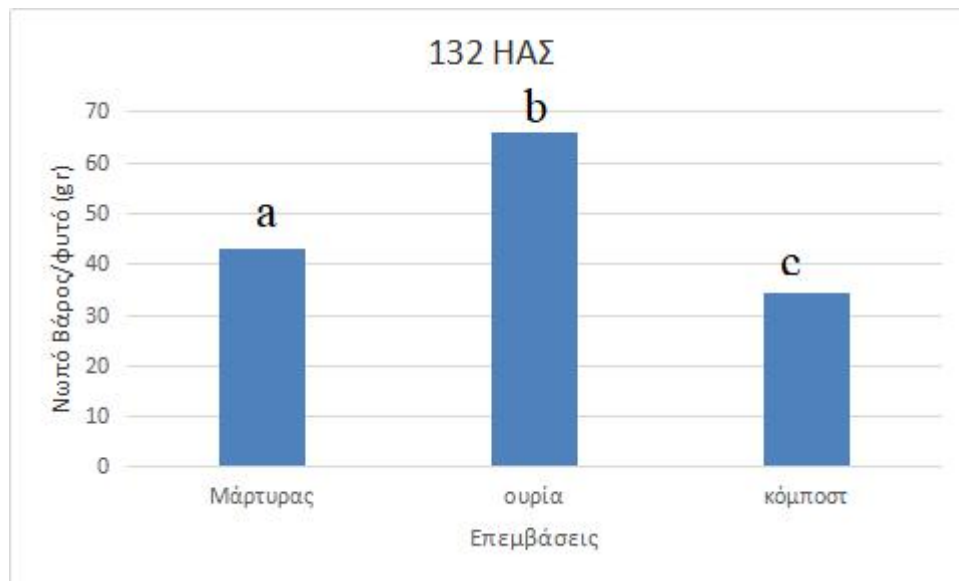
Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
60 - 83	*	-39.5267	26.9618
60 - 109	*	-92.4767	26.9618
60 - 118	*	-109.1	26.9618
60 - 125	*	-107.467	26.9618

60 - 132	*	-42.7633	26.9618
83 - 109	*	-52.95	26.9618
83 - 118	*	-69.5733	26.9618
83 - 125	*	-67.94	26.9618
83 - 132		-3.23667	26.9618
109 - 118		-16.6233	26.9618
109 - 125		-14.99	26.9618
109 - 132	*	49.7133	26.9618
118 - 125		1.63333	26.9618
118 - 132	*	66.3367	26.9618
125 - 132	*	64.7033	26.9618

Αυτός ο πίνακας εφαρμόζει μια διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποια μέσα είναι σημαντικά διαφορετικά από τα άλλα. Το κάτω μισό της εξόδου δείχνει την εκτιμώμενη διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους μέσων. Ένας αστερίσκος τοποθετήθηκε δίπλα σε 11 ζεύγη, υποδεικνύοντας ότι αυτά τα ζευγάρια παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Στο πάνω μέρος της σελίδας εντοπίζονται 3 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 5: Επίδραση της λίπανσης στο Νωπό βάρος (gr). Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 6: Επίδραση της λίπανσης στο Νωπό Βάρος (gr) των φυτών στις 132 ΗΑΣ. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Όσον αφορά το νωπό βάρος των φυτών από κάθε επέμβαση, στις 83 και στις 132 ΗΑΣ είχαμε διαφορές ανάμεσα σε κάθε πειραματικό plot καθώς οι τιμές κυμαινότουσαν στον μάρτυρα στις 132 ΗΑΣ 43,11 gr/φυτό, στην ουρία 66,22 gr/φυτό και στο κόμποστ 34,44 gr/φυτό. Αξίζει να τονίσουμε ότι από τις 109 ΗΑΣ μέχρι και τις 125 ΗΑΣ δεν εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις.

5.3 Ξηρό Βάρος (υπέργειου μέρους) φυτών

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 6 μετρήσεις. Όπως και στις προηγούμενες μετρήσεις η πρώτη έγινε στις 60 ημέρες από την ημέρα σποράς και οι υπόλοιπες όπως έχουν αναφερθεί στην μέτρηση ύψους. Οι διαφορετικές λιπάνσεις εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ειδικότερα στις 83 και στις 132 ΗΑΣ και εμφανίζεται και μία μικρή διαφορά και στις 60 ΗΑΣ, όπως φαίνεται παρακάτω στην ανάλυση διασποράς και στον πίνακα πολλαπλών δοκιμών.

Πίνακας 5.3.1: Ανάλυση διασποράς του ξηρού βάρους των φυτών, *Type III Sums of Squares*.
(οι κόκκινοι αριθμοί υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικά διαφορές).

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
Α:λίπανση	66.2022	2	33.1011	5.22	0.0485
RESIDUAL	38.0133	6	6.33556		
TOTAL (CORRECTED)	104.216	8			

Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, οι τιμές P ελέγχουν τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο ξηρό βάρος των φυτών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%.

Πίνακας 5.3.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for EB by HAS)
Method: 95.0 percent LSD

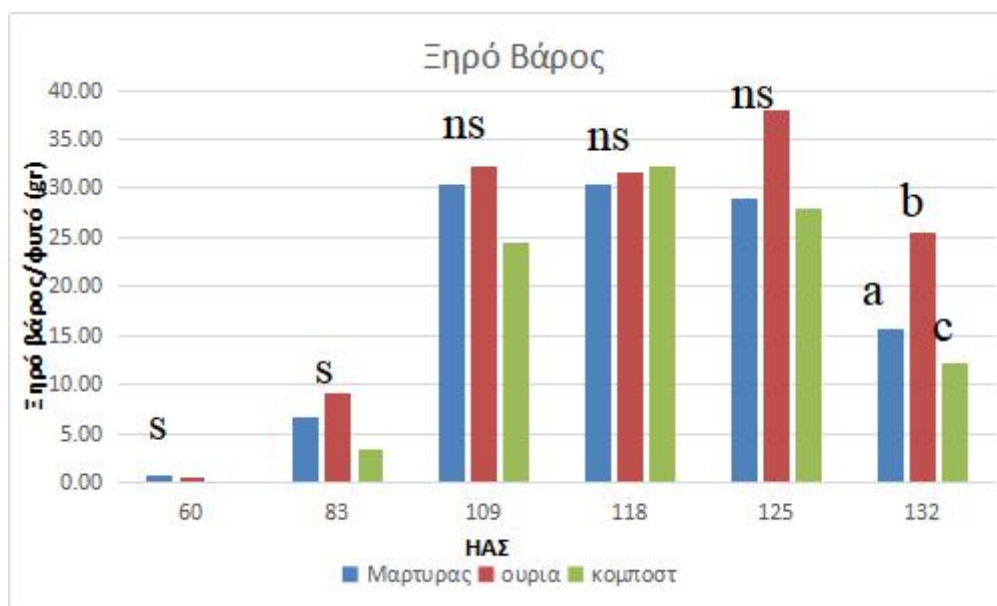
HAS	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
60	3	0.42	2.38565	x
83	3	6.45	2.38565	x
132	3	17.8133	2.38565	x
109	3	29.0767	2.38565	x
118	3	31.4633	2.38565	x
125	3	31.5933	2.38565	x

Αυτός ο πίνακας δείχνει το μέσο EB για κάθε επίπεδο των παραγόντων. Παρουσιάζει επίσης το τυπικό σφάλμα κάθε μέσου, το οποίο είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας δειγματοληψίας. Οι δεξιές δύο στήλες δείχνουν 95,0% διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα μέσα.

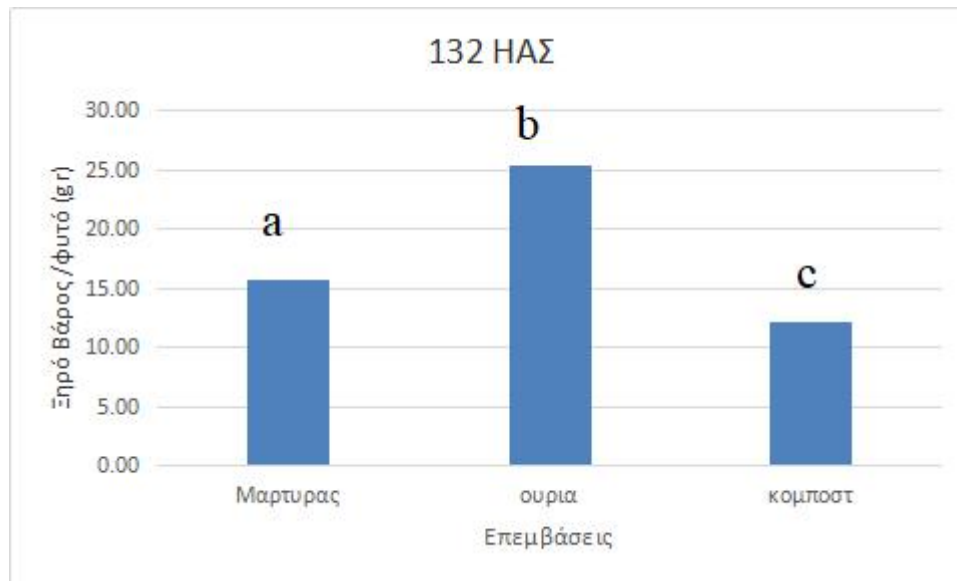
Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
60 - 83		-6.03	7.35093
60 - 109	*	-28.6567	7.35093
60 - 118	*	-31.0433	7.35093

60 - 125	*	-31.1733	7.35093
60 - 132	*	-17.3933	7.35093
83 - 109	*	-22.6267	7.35093
83 - 118	*	-25.0133	7.35093
83 - 125	*	-25.1433	7.35093
83 - 132	*	-11.3633	7.35093
109 - 118		-2.38667	7.35093
109 - 125		-2.51667	7.35093
109 - 132	*	11.2633	7.35093
118 - 125		-0.13	7.35093
118 - 132	*	13.65	7.35093
125 - 132	*	13.78	7.35093

Αυτός ο πίνακας εφαρμόζει μια διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποια μέσα είναι σημαντικά διαφορετικά από τα άλλα. Το κάτω μισό της εξόδου δείχνει την εκτιμώμενη διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους μέσων. Ένας αστερίσκος τοποθετήθηκε δίπλα σε 7 ζεύγη, υποδεικνύοντας ότι αυτά τα ζευγάρια παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Στο πάνω μέρος της σελίδας εντοπίζονται 3 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 7: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος (gr). Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 8: Επίδραση της λίπανσης στο ξηρό βάρος (gr) των φυτών στις 132 ΗΑΣ. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Όπως φαίνεται και στα παραπάνω διαγράμματα αλλά και στους πίνακες στις 60 ΗΑΣ το ξηρό βάρος ήταν ελάχιστο που στο κόμποστ οι τιμές που καταγράφηκαν ήταν 0,46 gr/φυτό, η μικρότερη τιμή και από τις 3 επεμβάσεις. Στις 132 ΗΑΣ οι τιμές που εμφανίστηκαν ήταν στον μάρτυρα 15,8 gr/φυτό, στην ουρία 25,44 gr/φυτό και στο κόμποστ 12,22 gr/φυτό. Από τις 109 ΗΑΣ μέχρι και τις 125 ΗΑΣ δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις.

5.4 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 5 μετρήσεις. Όπως και στις προηγούμενες η πρώτη έλαβε χώρα στις 60 ημέρες από την ημέρα σποράς και οι υπόλοιπες όπως έχουν αναφερθεί στην μέτρηση ύψους. Όπως φαίνεται και από την ανάλυση οι διαφορετικές λιπάνσεις είχαν επίδραση στον Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας και σε συγκεκριμένες ημέρες από την σπόρα, μόνο στις 60 ΗΑΣ. Ακολουθεί διάγραμμα για την αποτύπωση των δεδομένων. Το NPK παρουσίασε χαμηλότερο LAI συγκριτικά με τον μάρτυρα και το κόμποστ.

Πίνακας 5.4.1: Ανάλυση διασποράς του LAI, *Type III Sums of Squares*.
(οι κόκκινοι αριθμοί υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικά διαφορές).

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:λίπανση	1.40202	2	0.701011	36.74	0.0004
RESIDUAL	0.114467	6	0.0190778		
TOTAL (CORRECTED)	1.51649	8			

Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, οι τιμές P ελέγχουν τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι μία τιμή P είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στο LAI σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%.

Πίνακας 5.4.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for LAI by HAS)
Method: 95.0 percent LSD

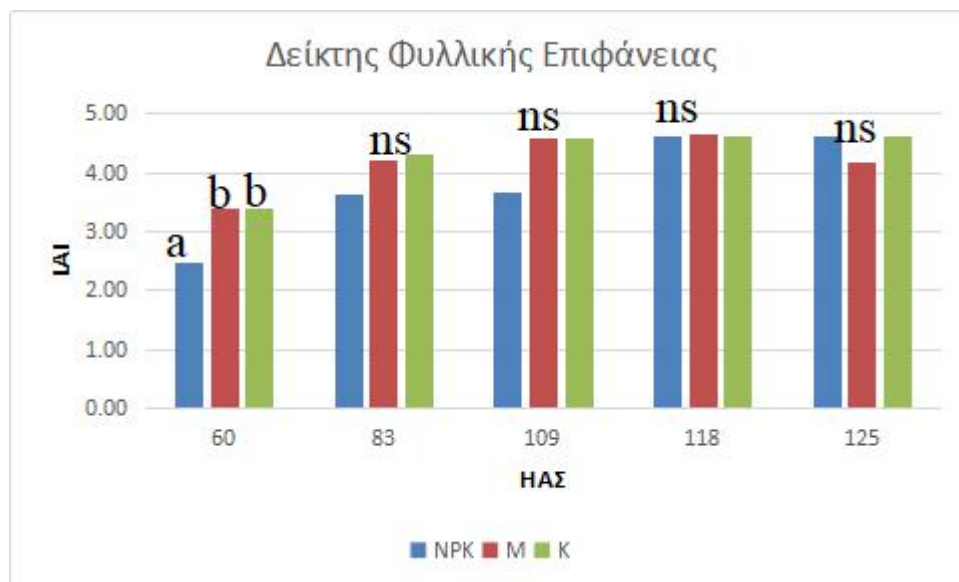
HAS	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
60	3	3.09333	0.206303	X
83	3	4.04333	0.206303	X
109	3	4.29	0.206303	X
125	3	4.47333	0.206303	X
118	3	4.64	0.206303	X

Αυτός ο πίνακας δείχνει το μέσο LAI για κάθε επίπεδο των παραγόντων. Παρουσιάζει επίσης το τυπικό σφάλμα κάθε μέσου, το οποίο είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας δειγματοληψίας του. Οι δεξιές δύο στήλες δείχνουν 95,0% διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα μέσα.

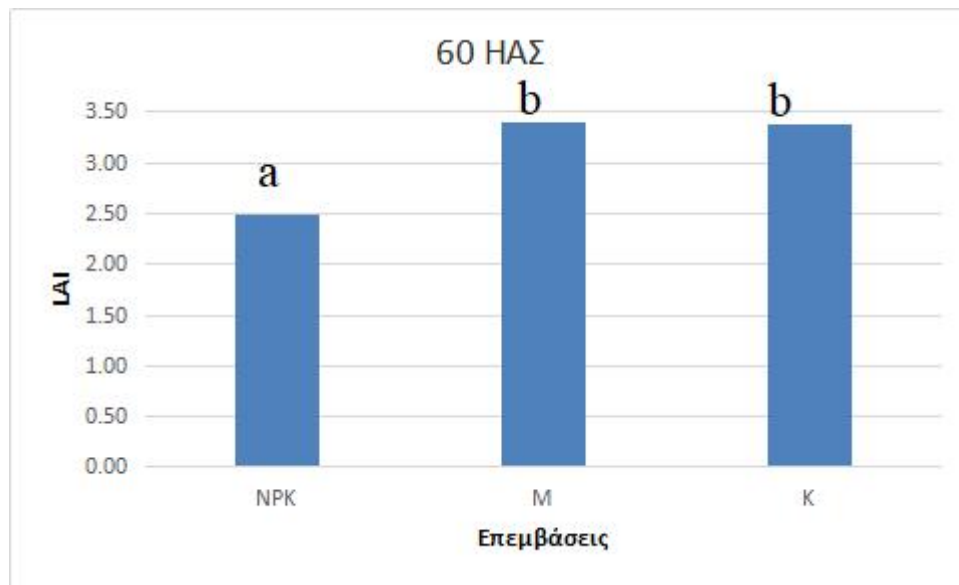
Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
60 - 83	*	0.95	0.635686
60 - 109	*	-1.19667	0.635686
60 - 118	*	-1.54667	0.635686
60 - 125	*	-1.38	0.635686

83 - 109		-0.246667	0.635686
83 - 118		-0.596667	0.635686
83 - 125		-0.43	0.635686
109 - 118		-0.35	0.635686
109 - 125		-0.183333	0.635686
118 - 125		0.166667	0.635686

Αυτός ο πίνακας εφαρμόζει μια διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποια μέσα είναι σημαντικά διαφορετικά από τα άλλα. Το κάτω μισό της εξόδου δείχνει την εκτιμώμενη διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους μέσων. Ένας αστερίσκος τοποθετήθηκε δίπλα σε 4 ζεύγη, υποδεικνύοντας ότι αυτά τα ζευγάρια παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%. Στο πάνω μέρος της σελίδας εντοπίζονται 3 ομοιογενείς ομάδες χρησιμοποιώντας στήλες των X's. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 9: Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 10: Επίδραση της λίπανσης στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις 60 ημέρες από τη σπορά. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στον Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας η μόνη στατιστική διαφορά που εμφανίστηκε ήταν στις 60 ΗΑΣ όπου η τιμή του LAI στον μάρτυρα ήταν της τάξεως του 3.40, στην ουρία 2.49 και στο κόμποστ 3.39 όπου η διαφορά με την ουρία είναι φανερή. Στις υπόλοιπες ημερομηνίες δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

5.5 Αριθμός ταξιανθιών/φυτό

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 3 μετρήσεις. Η πρώτη έλαβε χώρα στις 83 ημέρες από την ημέρα σποράς και οι υπόλοιπες έγιναν στις 90 και 109 ΗΑΣ. Όπως φαίνεται και από την ανάλυση οι διαφορετικές λιπάνσεις δεν είχαν επίδραση στον συνολικό αριθμό ταξιανθιών. Ακολουθεί διάγραμμα για την αποτύπωση των δεδομένων.

Πίνακας 5.5.1: Ανάλυση διασποράς του αριθμού των ταξιανθιών/φυτό, *Type III Sums of Squares*.

(οι κόκκινοι αριθμοί υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικά διαφορές).

Analysis of Variance for Ταξιανθίες- Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Λίπανση	102.02	2	51.01	4.29	0.0698
RESIDUAL	71.38	6	11.8967		
TOTAL (CORRECTED)	173.4	8			

Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, οι τιμές P ελέγχουν τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι καμία τιμή P δεν είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό των ταξιανθιών/φυτό σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%.

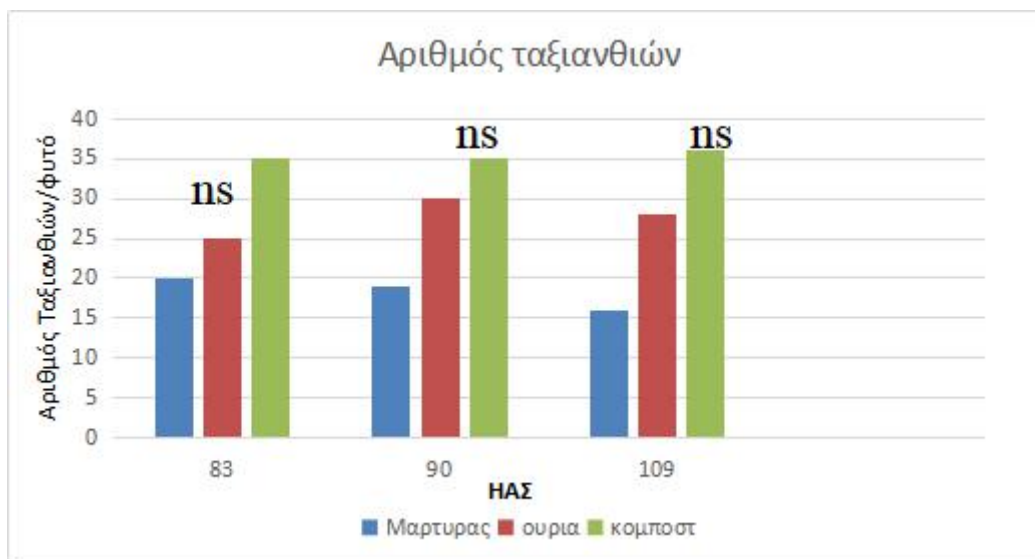
Πίνακας 5.5.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμ.ταξιανθιών by HAS)
Method: 95.0 percent LSD

<i>lipansh</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
M	3	30.1	1.99137	X
C	3	32.0	1.99137	X
O	3	38.0	1.99137	X

Αυτός ο πίνακας δείχνει τον μέσο αριθμό ταξιανθιών/φυτό για κάθε επίπεδο των παραγόντων. Παρουσιάζει επίσης το τυπικό σφάλμα κάθε μέσου, το οποίο είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας δειγματοληψίας του. Οι δεξιές δύο στήλες δείχνουν 95,0% διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα μέσα.

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
C - M		1.9	6.89107
C - O		-6.0	6.89107
M - O		-7.9	6.89107

Αυτός ο πίνακας εφαρμόζει μια διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποια μέσα είναι σημαντικά διαφορετικά από τα άλλα. Το κάτω μισό της εξόδου δείχνει την εκτιμώμενη διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους μέσων. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 11: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό ταξιανθιών/φυτό.

Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Παρατηρούμε σύμφωνα με τα παραπάνω, ότι μεταξύ των ημερομηνιών δεν υπάρχει σημαντική διαφορά, ανάμεσα στις επεμβάσεις δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά, ο αριθμός των ταξιανθιών ανά επέμβαση κυμάνθηκε από 20 έως 38 ταξιανθίες ανά φυτό.

5.6 Αριθμός λοβών/ Φυτό

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 4 μετρήσεις. Η πρώτη έλαβε χώρα στις 109 ημέρες από την ημέρα σποράς και αντίστοιχα οι υπόλοιπες ακολούθησαν τις ημερομηνίες μέτρησεις ύψους και των λοιπων αγρονομικών χαρακτηριστικών. Όπως φαίνεται και από την ανάλυση οι διαφορετικές λιπάνσεις δεν είχαν επίδραση στον αριθμό των λοβών, ακολουθεί διάγραμμα για την αποτύπωση των δεδομένων και πίνακες με την στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

Πίνακας 5.6.1: Ανάλυση διασποράς του αριθμού των λοβών, *Type III Sums of Squares*. (οι κόκκινοι αριθμοί υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Λίπανση	228.431	2	114.216	0.02	0.9767
RESIDUAL	72708.1	15	4847.21		
TOTAL (CORRECTED)	72936.5	17			

Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, οι τιμές P ελέγχουν τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι καμία τιμή P δεν είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον συνολικό αριθμό λοβών σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%.

Πίνακας 5.6.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμός λοβών by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

<i>Lipansh</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
m	6	83.7833	28.423	x
k	6	90.85	28.423	x
o	6	91.75	28.423	x

Αυτός ο πίνακας δείχνει το μέσο αριθμό λοβών/φυτό για κάθε επίπεδο των παραγόντων. Παρουσιάζει επίσης το τυπικό σφάλμα κάθε μέσου, το οποίο είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας δειγματοληψίας του. Οι δεξιές δύο στήλες δείχνουν 95,0% διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα μέσα.

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
k - m		7.06667	85.6764
k - o		-0.9	85.6764
m - o		-7.96667	85.6764

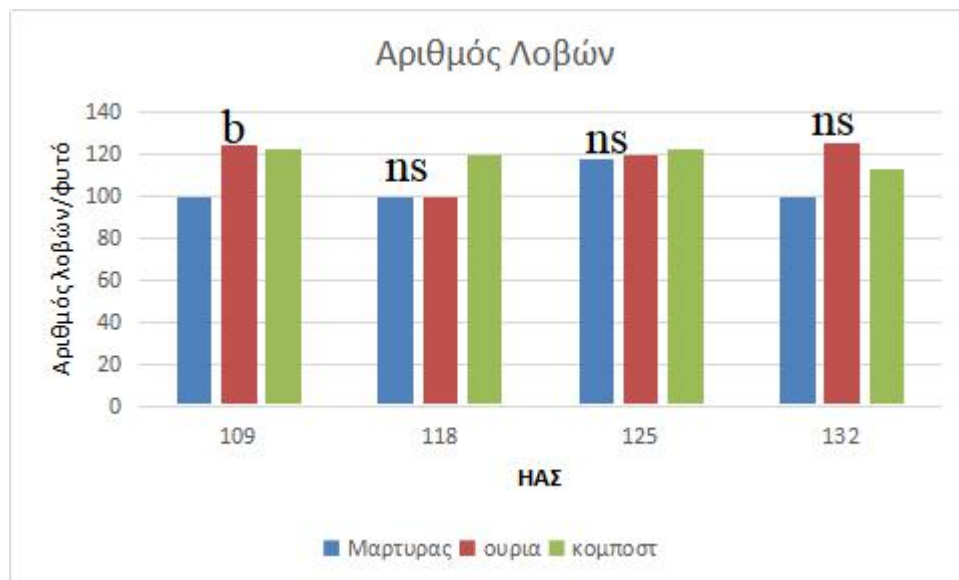
Αυτός ο πίνακας εφαρμόζει μια διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποια μέσα είναι σημαντικά διαφορετικά από τα άλλα. Το κάτω μισό της εξόδου δείχνει την εκτιμώμενη διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους μέσων. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.

Όσον αφορά τα διαφορετικά είδη λιπάνσεων δεν υπήρξε επίδραση στον αριθμό των λοβών/φυτό. Στις 109 ΗΑΣ που ήταν και η πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε φαίνεται να υπάρχει μία σημαντικά στατιστική διαφορά συγκριτικά με τις υπόλοιπες διότι το βιολογικό λίπασμα έχει μικρότερο αριθμό λοβών συγκριτικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αυτό όμως μπορεί να οφείλεται στον βιολογικό κύκλο του ίδιου του φυτού λόγω το ότι είναι ακαθόριστος ανάπτυξης και δεν βρίσκονται όλα τα φυτά στο ίδιο στάδιο ανάπτυξης. Όπως παρατηρούμε στις υπόλοιπες μετρήσεις δεν υπάρχει κάποια διαφοροποίηση.

Πίνακας 5.6.3: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμός λοβών by HAS)
Method: 95.0 percent LSD

HAS	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
109	3	114.333	3.69574	x
132	3	136.333	3.69574	x
118	3	139.333	3.69574	x
125	3	142.767	3.69574	x

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
109 - 118	*	-25.0	11.3877
109 - 125	*	-28.4333	11.3877
109 - 132	*	-22.0	11.3877
118 - 125		-3.43333	11.3877
118 - 132		3.0	11.3877
125 - 132		6.43333	11.3877



Διάγραμμα 12: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό λοβών/φυτό. Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, για επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 13: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό λοβών/φυτό στις 132 ημέρες από τη σπορά. Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Από τα παραπάνω γραφήματα καθώς και από τους πίνακες με την ανάλυση των δεδομένων, παρατηρούμε ότι δεν έχουμε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις διαφορετικές επεμβάσεις. Οι τιμές των λοβών κυμάνθηκαν από 100 έως 148 ανά φυτό.

5.7 Αριθμός σπόρων ανά λοβό

Στις μετρήσεις που αφορούσαν τον αριθμό των λοβών ανά φυτό δεν γινόταν να παραλείψουμε την καταμέτρηση των σπόρων ανά λοβό που θα μας βοηθούσε και για την απόδοση του σπόρου στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Έτσι, έλαβαν χώρα 4 μετρήσεις με την σειρά που αναφέρθηκαν στον αριθμό των λοβών. Όπως φαίνεται παρακάτω, από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων.

Πίνακας 5.7.1: Ανάλυση διασποράς του αριθμού των σπόρων/λοβό, *Type III Sums of Squares*. (οι κόκκινοι αριθμοί υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:lipansh	0.5	2	0.25	0.60	0.5694
RESIDUAL	3.75	9	0.416667		
TOTAL (CORRECTED)	4.25	11			

Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, οι τιμές P ελέγχουν τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι καμία τιμή P δεν είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό σπόρων/λοβό ανά φυτό σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%.

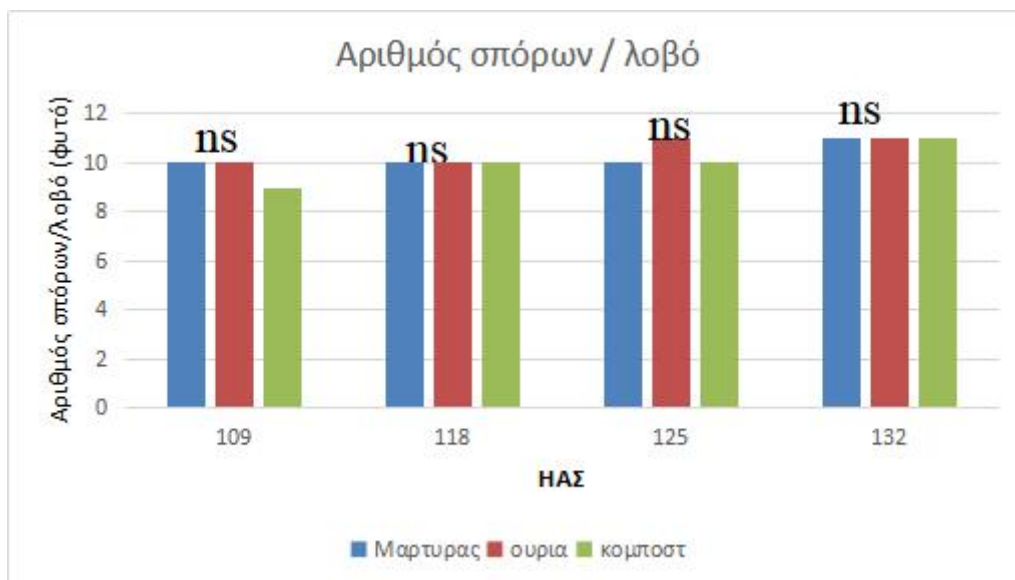
Πίνακας 5.7.2: Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for αριθμός σπόρων by λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

<i>lipansh</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
k	4	10.0	0.322749	X
m	4	10.25	0.322749	X
o	4	10.5	0.322749	X

Αυτός ο πίνακας δείχνει τον μέσο αριθμό σπόρων ανά λοβό /φυτό για κάθε επίπεδο των παραγόντων. Παρουσιάζει επίσης το τυπικό σφάλμα κάθε μέσου, το οποίο είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας δειγματοληψίας του. Οι δεξιές δύο στήλες δείχνουν 95,0% διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα μέσα.

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
k - m		-0.25	1.03253
k - o		-0.5	1.03253
m - o		-0.25	1.03253

Αυτός ο πίνακας εφαρμόζει μια διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποια μέσα είναι σημαντικά διαφορετικά από τα άλλα. Το κάτω μισό της εξόδου δείχνει την εκτιμώμενη διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους μέσων. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.



Διάγραμμα 14: Επίδραση της λίπανσης στον αριθμό σπόρων / λοβό.

Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, για επίπεδο σημαντικότητας 5%

Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 3 επεμβάσεις. Μάλιστα, ο αριθμός των σπόρων ανά λοβό κυμάνθηκε κατά μέσο όρο από 10-11 σπόρους. Στις 132 ΗΑΣ όπου ήταν και η τελευταία μέτρηση που πραγματοποιήθηκε και στις 3 επεμβάσεις είχαμε τον ίδιο αριθμό σπόρων/λοβό, 11 σπόρους.

5.8 Απόδοση σε σπόρο

Όπως μπορούμε να δούμε παρακάτω στον **πίνακα 5.8.1** τα διαφορετικά είδη λίπανσης δεν επέφεραν αλλαγή στην απόδοση του σπόρου.

Πίνακας 5.8.1: Ανάλυση διασποράς της απόδοσης του σπόρου, *Type III Sums of Squares*.
(οι κόκκινοι αριθμοί υποδηλώνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:B. Λίπανση	24.2222	2	12.1111	0.17	0.8513
RESIDUAL	439.333	6	73.2222		
TOTAL (CORRECTED)	463.556	8			

Σύμφωνα με την ανάλυση ANOVA, οι τιμές P ελέγχουν τη στατιστική σημασία κάθε παράγοντα. Δεδομένου ότι καμία τιμή P δεν είναι μικρότερη από 0,05, ο παράγοντας αυτός δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην απόδοση του σπόρου σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95,0%.

Πίνακας 5.8.2 Πολλαπλές δοκιμές εύρους. (for απόδοση σπόρωνby λίπανση)
Method: 95.0 percent LSD

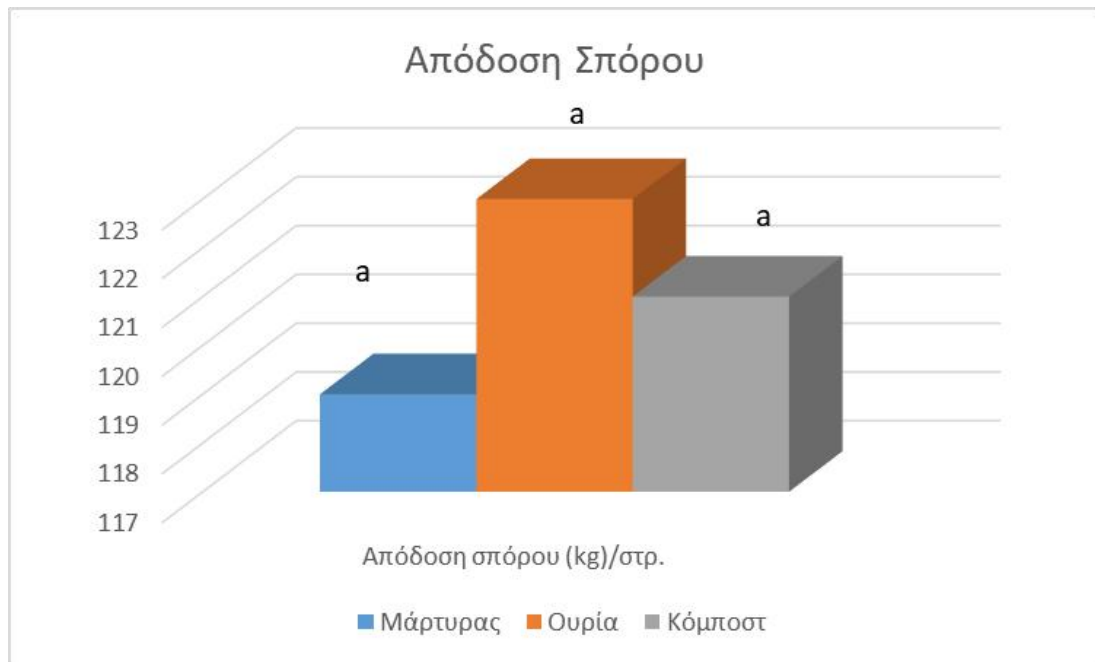
<i>lipansh</i>	<i>Count</i>	<i>LS Mean</i>	<i>LS Sigma</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
m	3	118.667	4.94039	x
k	3	121.0	4.94039	x
o	3	122.667	4.94039	x

Αυτός ο πίνακας δείχνει το μέση απόδοση του σπόρου για κάθε επίπεδο των παραγόντων. Παρουσιάζει επίσης το τυπικό σφάλμα κάθε μέσου, το οποίο είναι ένα μέτρο της μεταβλητότητας δειγματοληψίας του. Οι δεξιές δύο στήλες δείχνουν 95,0% διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε ένα από τα μέσα.

<i>Contrast</i>	<i>Sig.</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
k - m		2.33333	17.096
k - o		-1.66667	17.096
m - o		-4.0	17.096

Αυτός ο πίνακας εφαρμόζει μια διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων για να προσδιορίσει ποια μέσα είναι σημαντικά διαφορετικά από τα άλλα. Το κάτω μισό της εξόδου δείχνει την εκτιμώμενη διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους μέσων. Σε κάθε στήλη, τα επίπεδα που περιέχουν τα X αποτελούν μια ομάδα μέσων μέσα στα οποία δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται επί του παρόντος για τη διάκριση μεταξύ των μέσων είναι η μέθοδος της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) του Fisher.

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα ο μάρτυρας είχε απόδοση σπόρου 119 kg/στρ, η ουρία 123 kg/στρ. Και το κόμποστ 121 kg/στρ.



Διάγραμμα 15: Απόδοση σπόρου (kg/στρ.), Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα σχόλια και τα διάφορα συμπεράσματα ανά κατηγορία μετρήσεων.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δίνουν σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά την καλλιέργεια του μαύρου σιναπιού στην χώρα μας και ιδιαίτερα για την ανάπτυξη του με την χρήση διαφορετικών λιπάνσεων. Η επίδραση των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων στην καλλιέργεια όπως εμφανίζεται παραπάνω στα αποτελέσματα αναλύεται ακολούθως.

✧ Ύψος (ανά φυτό)

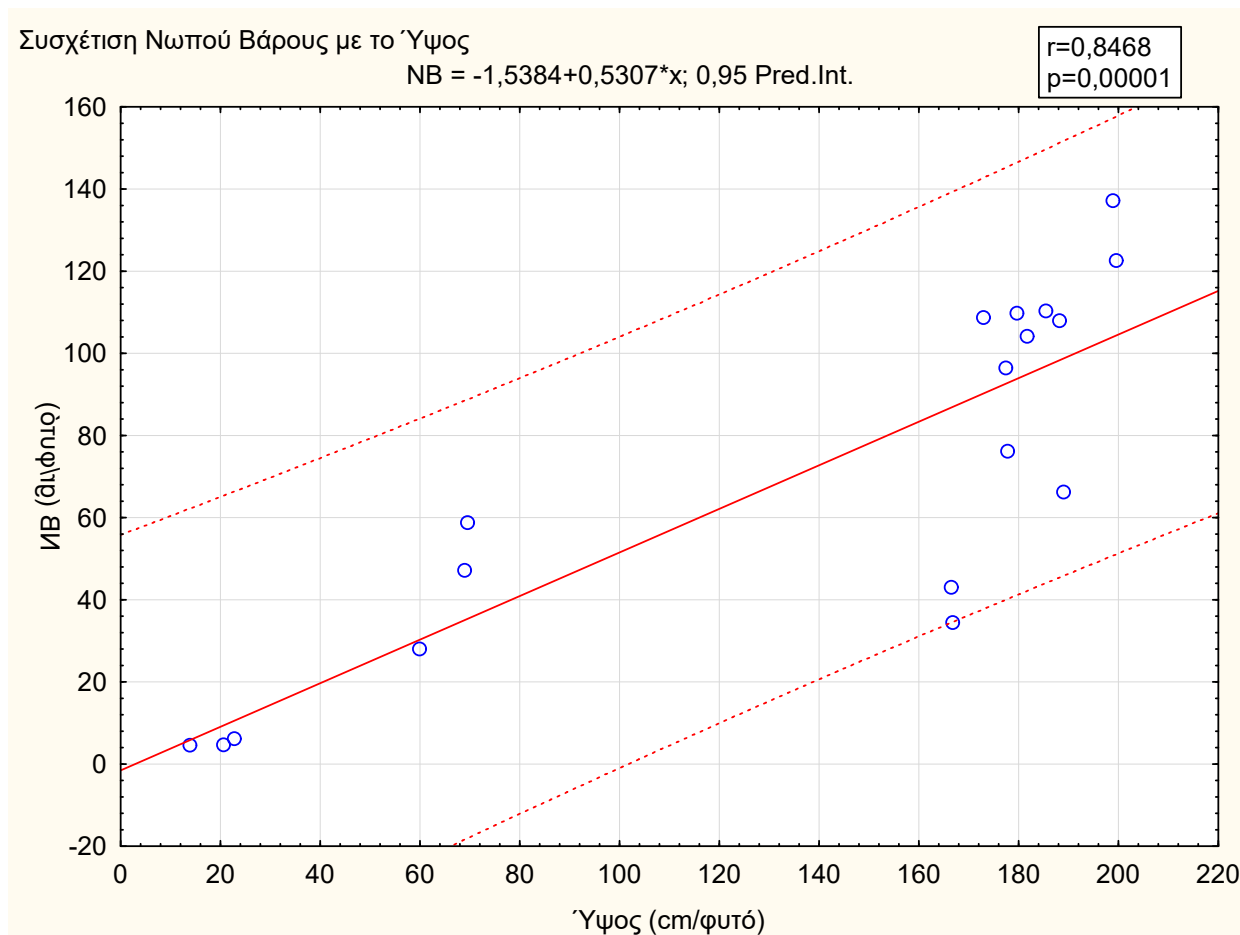
Το μαύρο σινάπι ξεπέρασε το 1,5 m και μάλιστα σε κάποιες μετρήσεις αρκετά φυτά είχαν φτάσει και τα 2 m. Ειδικότερα στην ουρία υπήρχαν ψηλά φυτά από την πρώτη μέτρηση που έγινε στις 60 ΗΑΣ. Σύμφωνα όμως με όσα αναφέρθηκαν και στα μορφολογικά χαρακτηριστικά (1.4) το σινάπι δεν ξεπερνά το 1 m, στην δική μας καλλιέργεια ίσως λόγω των συνθηκών, (εδάφους και ήλιου) τα φυτά είχαν μεγαλύτερη ανάπτυξη. Αναφέρεται ότι, στον Καναδά τα φυτά του μαύρου σιναπιού έχουν ύψος από 109-126 cm, (SASKATCHEWAN MUSTARD DEVELOPMENT COMMISSION, 2017). Στην Ινδία το ύψος των φυτών κυμαίνεται από 102-115 cm, (Keivanrad and Zandi, 2012). Επίσης, οι Angadi *et al* (2003), αναφέρουν ότι σε πείραμα που αφορούσε την ανάπτυξη του είδους *Brassica napus* με διαφορετικές πυκνότητες σποράς και ποσότητες αζώτου, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά το ύψος των φυτών.

Η διαφορά που παρουσιάζεται στο ύψος των φυτών συγκριτικά με την βιβλιογραφία οφείλεται κυρίως στις συνθήκες ανάπτυξης του φυτού. Στις διαφορετικές θερμοκρασίες που επικρατούν στην Χώρα μας αλλά και στην συχνότητα των βροχοπτώσεων, συγκριτικά με τον Καναδά και την Ινδία που αναφέρονται τα περισσότερα πειράματα για το μαύρο σινάπι. Όσον αφορά τις διαφορετικές επεμβάσεις, παρατηρούμε ότι η ουρία είχε υψηλότερα φυτά και ειδικά στις 60 και 83 ΗΑΣ που υπήρχαν και στατιστικά σημαντικές διαφορές, ο μάρτυρας είχε το μικρότερο ύψος φυτών και η ουρία είχε σχεδόν το ίδιο ύψος με το κόμποστ. Στις υπόλοιπες μετρήσεις τα φυτά είχαν παρόμοια εξέλιξη. Το ύψος των φυτών σε όλες τις επεμβάσεις ξεπέρασε τις τιμές που αναφέρονται στις υπάρχουσες βιβλιογραφίες.

✧ Νωπό Βάρος (υπέργειου μέρους), (ανά φυτό)

Το νωπό βάρος παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 60,83 και 132 ΗΑΣ. Ειδικότερα στις 60 ΗΑΣ το νωπό βάρος ήταν πολύ χαμηλό γενικότερα και στις 3 επεμβάσεις με την μικρότερη τιμή να την παρουσιάζει ο μάρτυρας 4.59 gr/φυτό, ακολουθεί το οργανικό λίπασμα με 4.70 gr/φυτό και τέλος η ουρία με 6.19 gr/φυτό. Το ανόργανο λίπασμα είχε τις υψηλότερες τιμές σε νωπό βάρος όπως αντίστοιχα και σε ξηρό βάρος που αναλύεται εκτενέστερα παρακάτω. Στις 125 ΗΑΣ στην ουρία κατά μέσο όρο το νωπό βάρος ήταν 137.22 gr/φυτό, είναι το υψηλότερο νωπό βάρος μεταξύ των 3 επεμβάσεων. Μπορούμε να καταλάβουμε ότι το ανόργανο λίπασμα αύξησε το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους. Σύμφωνα με τους Tunçtürk *et al.*, (2010) μετά από πείραμα που πραγματοποίησαν κατέληξαν ότι όσον αφορά το είδος *Brassica napus* το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους κυμαίνεται από 8-13 gr/φυτό. Υπάρχει μεγάλη απόκλιση από τις τιμές που εμφάνισε η δική μας καλλιέργεια, λόγω των διαφορετικών παραμέτρων, δηλαδή του φυτικού υλικού, των επεμβάσεων καθώς και των καιρικών συνθηκών. Δεν υπάρχει σαφής βιβλιογραφία που να αναφέρει το νωπό βάρος του μαύρου σιναπιού αλλά και γενικότερα ειδών του σιναπιού. Υπάρχουν αναφορές που γίνονται για την ελαιοκράμβη αλλά για την παρενέργεια διαφόρων στοιχείων στην εξέλιξη του νωπού βάρους όπως είναι το κάδμιο, η αλατότητα και άλλα στοιχεία. Για το μαύρο σινάπι δεν υπάρχει βιβλιογραφία.

Εδώ αξίζει να σημειώσουμε πως παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων νωπό βάρος και ύψος φυτών (**Διάγραμμα 16**).



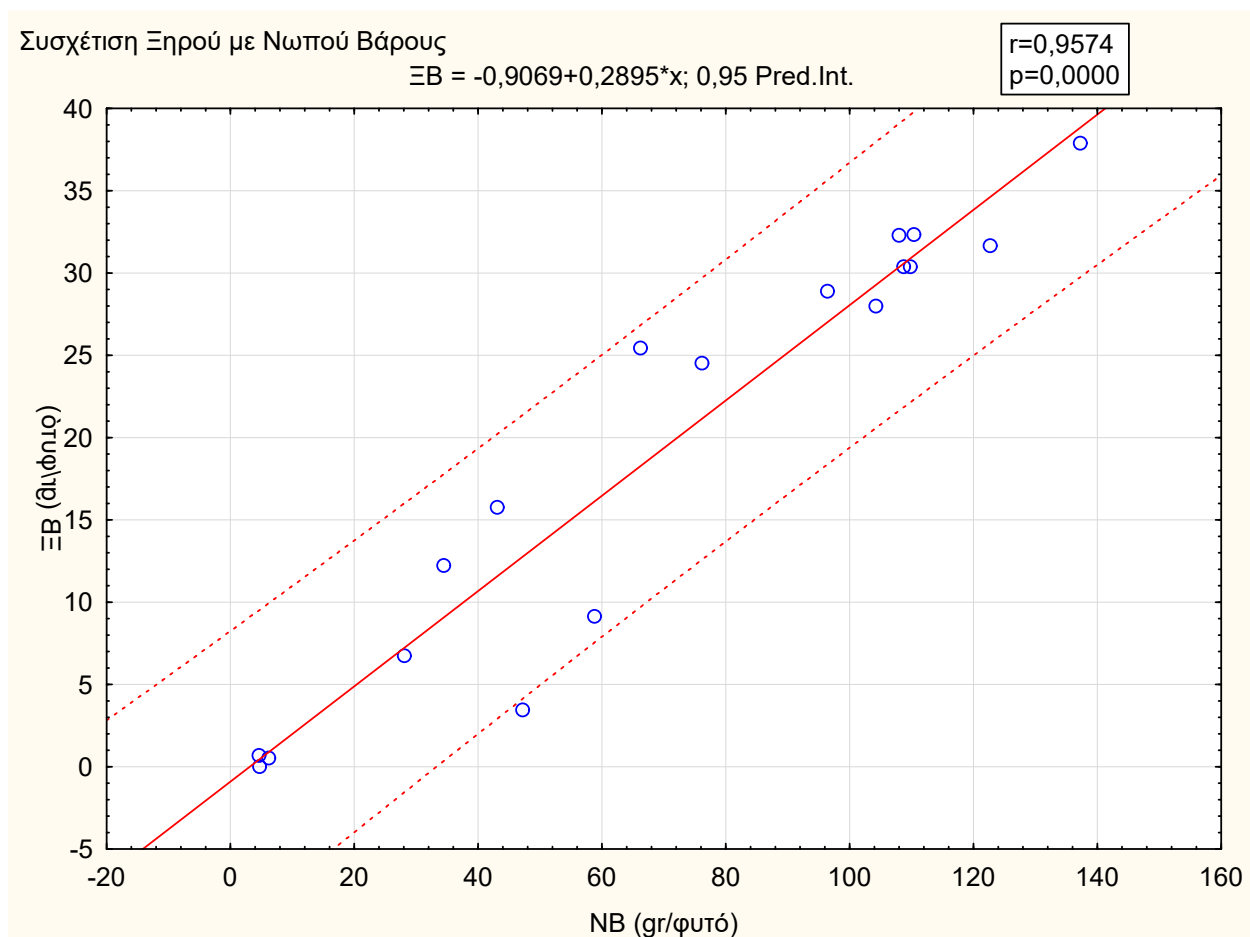
Διάγραμμα 16: Γραμμική σχέση μεταξύ Νωπού Βάρους και ύψους φυτών.

✧ Ξηρό Βάρος (υπέργειου μέρους), (ανά φυτό)

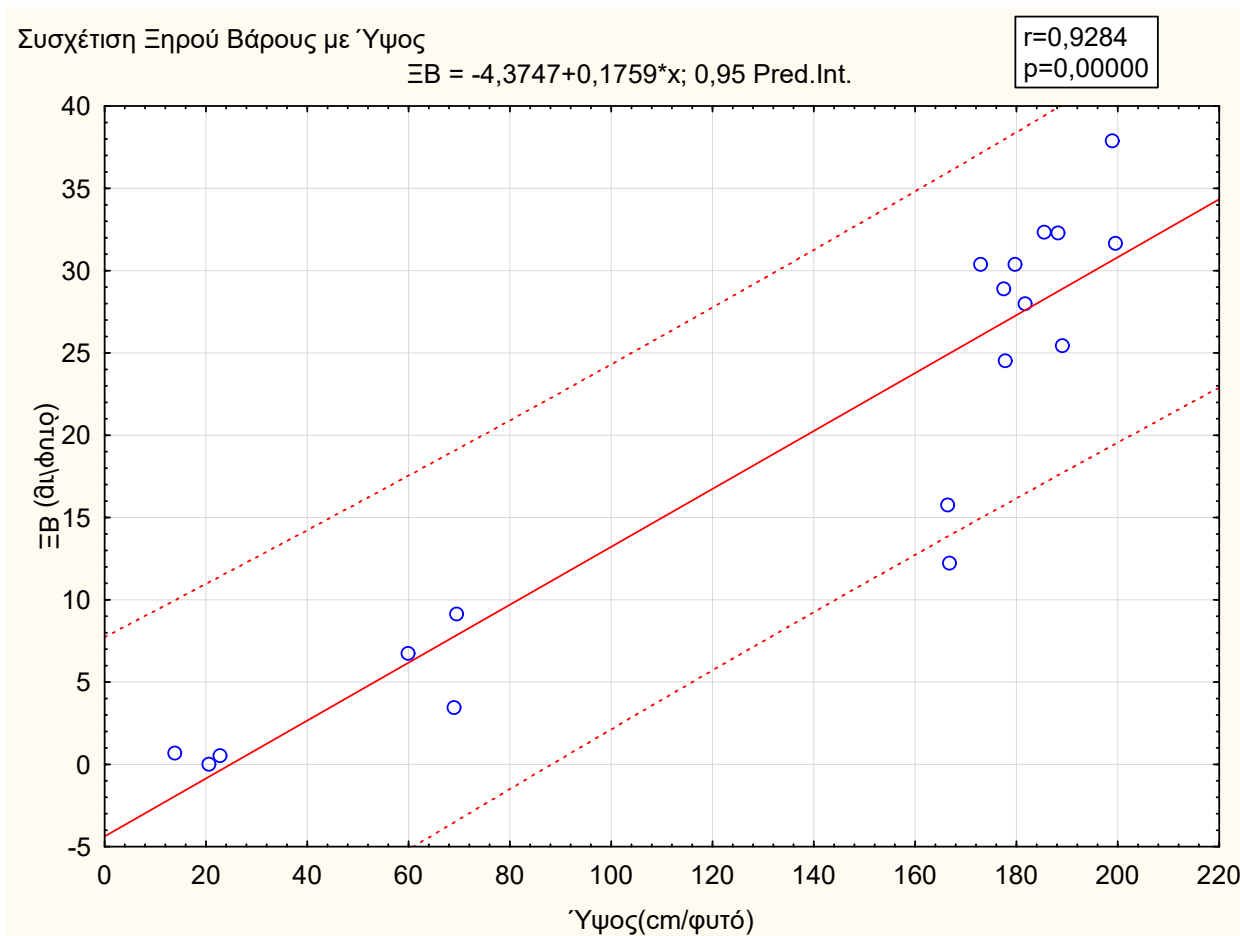
Μετρήθηκε το ξηρό βάρος ανά φυτό μόνο του υπέργειου μέρους. Και στην συνέχεια για την ανάλυση που έγινε χρησιμοποιήθηκε το μέσο ξηρό βάρος και από τις 3 επαναλήψεις που αποτελούσαν το πείραμα. Οι υψηλότερες τιμές εμφανίστηκαν από τις 109 έως και τις 125 ΗΑΣ, όπου το ξηρό βάρος ήταν υψηλό και στις 3 επεμβάσεις χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών ειδών λιπάνσεων. Τον Μάιο τα φυτά είχαν το μεγαλύτερο ξηρό βάρος, λόγω της ανάπτυξης τους, βρίσκονταν στο τέλος της άνθησης και στο στάδιο της καρπόδεσης. Η ουρία είχε από την πρώτη μέτρηση στις 60 ΗΑΣ τις μεγαλύτερες τιμές σε ξηρό βάρος μέχρι και την τελευταία μέτρηση. Ειδικότερα στις 109, 118 και 125 ΗΑΣ το ξηρό βάρος στο ανόργανο λίπασμα κυμαινόταν από 30 gr/φυτό έως και 37.9 gr/φυτό στις 125 ΗΑΣ. Ο μάρτυρας εμφάνισε χαμηλές τιμές όπως και το κόμποστ που σε αρκετές μετρήσεις είχε χαμηλό ξηρό βάρος. Πιο συγκεκριμένα στις 60, 83 και 132 ΗΑΣ υπήρχε σημαντικά στατιστική διαφορά ανάμεσα στις 3 επεμβάσεις. Αξιοσημείωτο είναι ότι στις 132 ΗΑΣ στην ουρία το ξηρό βάρος ήταν κατά μέσο όρο 25 gr/φυτό, ενώ στον μάρτυρα 15.8 gr/φυτό και στο κόμποστ 12.22gr/φυτό. Η διαφορά της ουρίας

με τις υπόλοιπες δύο επεμβάσεις είναι φανερή. Σύμφωνα με τους Mendham and Salisbury (1995) το υψηλότερο ξηρό βάρος εμφανίζεται τέλος Μαΐου αρχές Ιουνίου και οι τιμές κυμαίνονται από 20-25 gr/φυτό. Φυσιολογικά εμφανίστηκαν τον Μάιο σε εμάς οι μεγαλύτερες τιμές του ξηρού βάρους, βέβαια με μία απόκλιση στα φυτά της ουρίας που έφτασαν κατά μέσο όρο τιμές 40gr/φυτό, κάτι το οποίο εξηγείται λόγω του είδους της λίπανσης. Ενώ ο μάρτυρας και το κόμποστ πλησίασαν και σε αρκετές μετρήσεις ξεπέρασαν τις τιμές που δίνονται από την βιβλιογραφία. Σε αντίθεση με τους Allen and Morgan (1972) που υποστηρίζουν ότι το *Brassica napus* έχει κατά μέσο όρο ξηρό βάρος 10 gr/φυτό. Στην δική μας περίπτωση τα φυτά έχουν το διπλάσιο ακόμα και το τριπλάσιο ξηρό βάρος, λόγω το ότι είναι άλλο είδος αλλά και άλλες οικολογικές συνθήκες.

Επίσης παρακάτω (Διάγραμμα 17), απεικονίζονται οι στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων Νωπού και Ξηρού βάρους όπως ήταν αναμενόμενο, καθώς και μεταξύ των παραγόντων Ξηρού βάρους και ύψους φυτών (Διάγραμμα 18).



Διάγραμμα 17: Γραμμική σχέση του Νωπού και Ξηρού βάρους φυτών.



Διάγραμμα 18: Γραμμική σχέση του Ξηρού βάρους και ύψους φυτών.

✧ Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

Στον Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας, παρατηρήθηκε κάτι αξιοσημείωτο, υπήρχε στατιστική σημαντική διαφορά στις 83 ΗΑΣ, όπου στον μάρτυρα το LAI ήταν της τάξεως του 3.40, στην ουρία 2.49 και στο κόμποστ 3.39 όπου η διαφορά με την ουρία είναι φανερή. Η ουρία είχε τον μικρότερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας συγκριτικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Λόγω της λίπανσης 40-0-0 αναμέναμε ότι η ουρία θα είχε μεγαλύτερο LAI, κάτι το οποίο δεν έγινε. Ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι το μύρο σινάπι είναι ένα φυτό που η σποροπαραγωγή του πραγματοποιείται στην κορυφή του βλαστού και (ας μην ξεχνάμε και τα πολύ ψηλά φυτά που εμφανίστηκαν κυρίως στην ουρία) όλα τα θρεπτικά στοιχεία τα χρησιμοποιεί για την παραγωγή του σπόρου. Γενικότερα το LAI κυμάνθηκε από 2.5 μέχρι 4.6. Εάν ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας είναι μικρότερος του 4 τότε η καλλιέργεια μπορεί να παρεμποδίσει το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας, (Mendham *et al.*, 1981), κάτι το οποίο ίσχυε και στην δική μας καλλιέργεια λόγω το ότι το PFRA κυμάνθηκε κυρίως από το

80% έως και 98%. Οι υψηλότερες τιμές LAI εμφανίστηκαν από τον Απρίλιο μέχρι και τον Μάιο, όπου ήταν αναμενόμενο σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Mendham and Salisbury, 1995). Όπως αναφέρουν και οι Majnoun-hosseini *et al.*, (2006) ανάλογα με την πυκνότητα και την ποσότητα αζώτου που εφάρμοσαν σε πείραμα τους, ο Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας κυμάνθηκε από 2-5, όπου και οι τιμές του LAI στην δική μας καλλιέργεια κυμάνθηκαν μέσα σε αυτά τα όρια.

✧ Συνολικός Αριθμός Ταξιανθιών (ανά φυτό)

Ο συνολικός αριθμός των ταξιανθιών κυμάνθηκε από 16-36 ανά φυτό σε όλη την καλλιέργεια. Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν είχαμε σε καμία από τις 3 μετρήσεις που έλαβαν χώρα. Στις 90 ΗΑΣ ο μάρτυρας είχε κατά μέσο όρο 19 ταξιανθίες/φυτό, η ουρία 30 ταξιανθίες/φυτό και το κόμποστ 35 ταξιανθίες /φυτό. Παρατηρούμε ότι το οργανικό λίπασμα παρουσίασε συγκριτικά με τις υπόλοιπες 2 επεμβάσεις υψηλότερο αριθμό ταξιανθιών που όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντικός. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η ουρία επηρέασε έντονα το νωπό βάρος του φυτού και να μην είχε κάποιο συγκεκριμένο αποτέλεσμα στον αριθμό των ταξιανθιών. Ο μάρτυρας είχε από την αρχή μειωμένο αριθμό που κυμάνθηκε από 16-20. Αξιοσημείωτο είναι ότι, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ούτε στον αριθμό των λοβών αλλά ούτε και στην απόδοση. Σύμφωνα με τους, Mendham *et al.* (1981) το είδος *Brassica napus* εμφανίζει ανάλογα με την πυκνότητα των φυτών περισσότερες από 12 ταξιανθίες/φυτό.

✧ Αριθμός Λοβών, σπόροι / λοβό (ανά φυτό)

Ο αριθμός των λοβών ανά φυτό είναι συνήθως ένας βασικός καθοριστικός παράγοντας της απόδοσης και αυτός ο χαρακτήρας εξαρτάται από τον αριθμό των ανθέων που παράγονται από τα φυτά, (Ozer, 2003). Οι τιμές των λοβών ανα φυτό που καταγράφηκαν ήταν κατά μέσο όρο από 100-148 λοβοί στις διάφορες ημερομηνίες όπου έγιναν οι μετρήσεις. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις 3 επεμβάσεις και μπορεί να θεωρηθεί ότι αυτό προέκυψε λόγω του ίδιου φυτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε σε όλη την έκταση του αγροτεμαχίου. Ο μέσος όρος από όλες τις επεμβάσεις και επαναλήψεις είναι 133 λοβοί ανά φυτό. Με αριθμό σπόρων 9-12 ανά λοβό, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω και στα μορφολογικά χαρακτηριστικά (1.4). Όπως

περιγράφουν και οι Mendham *et al.*, (1981b), ο αριθμός των λοβών είναι ανάλογος με την ημερομηνία σποράς σύμφωνα με πειράματα που έχουν διεξαχθεί στην Αγγλία.

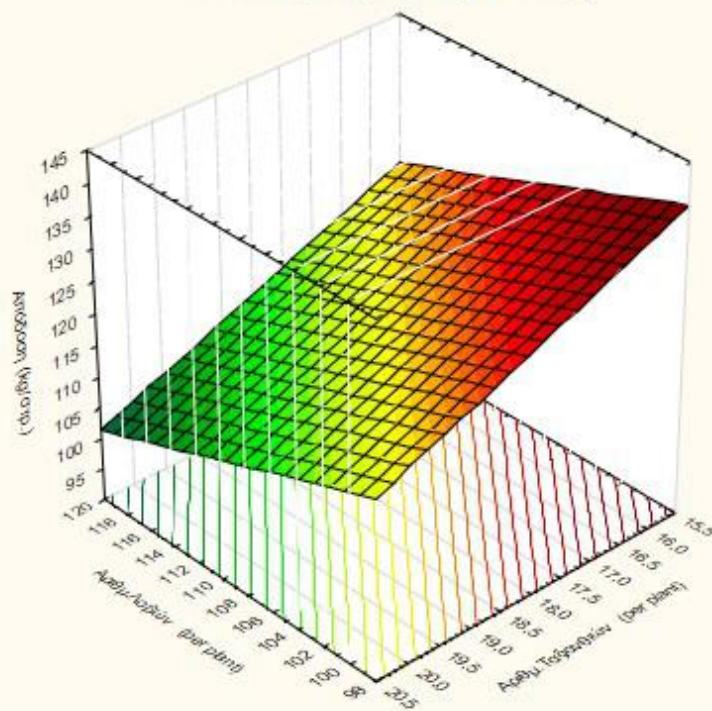
Έτσι, ο αριθμός των λοβών κυμαίνεται από 125-300 ανά φυτό, επίσης ο αριθμός των σπόρων ξεκινάει από 30/λοβό και καθώς προχωράει προς την ωρίμανση μειώνεται λόγω της ανάπτυξης των σπόρων. Πράγματι, υπήρχαν φυτά κυρίως στην λίπανση με το ανόργανο λίπασμα που οι λοβοί ξεπερνούσαν τους 250 ανά φυτό. Είχαμε την εμφάνιση των ακραίων τιμών, αλλά οι λοβοί ξεπερνούσαν τους 100 σχεδόν σε όλα τα φυτά εκτός από την τελευταία μέτρηση που έγινε στις 132 ΗΑΣ και το οργανικό λίπασμα εμφάνισε μείωση στις τιμές των λοβών κάτι όμως που δεν έδειξε μειωμένες αποδόσεις σπόρου. Ο αριθμός των σπόρων/λοβό ξεκίνησε στις 109 ΗΑΣ κατά μέσο όρο από 9 σπόρους και κατέληξε στις 132 ΗΑΣ κατά μέσο όρο από 11 σπόρους/λοβό σε κάθε επέμβαση για αυτό και δεν είχαμε διαφορά στις αποδόσεις του σπόρου. Βέβαια υπήρχαν φυτά που είχαν 12 σπόρους /λοβό στην ανόργανη και στην οργανική λίπανση. Στον μάρτυρα ο αριθμός των σπόρων έφτασε μέχρι 11. Όπως αναφέρουν οι Danesh-Shahraki *et al.*, (2007), ο χρόνος εφαρμογής του αζώτου επηρεάζει την απόδοση του σπόρου και αντιστοίχως τον αριθμό των λοβών /m².

✧ Απόδοση σπόρου

Μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί στο είδος *Brassica juncea* που αφορούσε την επίδραση της αζωτούχο λίπανσης αλλά και του θείου είχε ως συμπέρασμα ότι σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρους και σε λάδι ελήφθησαν με την εφαρμογή αζώτου. Η χρήση λιπασμάτων δεν οδήγησε σε υψηλότερα επίπεδα ανεπιθύμητων λιπαρών οξέων όπως είναι τα υπερχοληστεροειδή και διάφορα άλλα οξέα που δεν έχουν καμία διατροφική αξία (Joshi *et.al*, 1997). Στην δική μας καλλιέργεια δεν υπήρξε σημαντικά στατιστική διαφορά ανάμεσα στις αποδόσεις των διαφορετικών ειδών λίπανσης, αυτό μπορεί να οφείλεται και στο γεγονός ότι σε όλο το αγροτεμάχιο χρησιμοποιήσαμε το ίδιο φυτικό υλικό, την ίδια σπορομερίδα. Βέβαια, η ουρία είχε ελάχιστα υψηλότερη απόδοση (123 kg/στρ), συγκριτικά με τον μάρτυρα (119 kg/στρ) και το κόμποστ (121 kg/στρ). Σύμφωνα με την βιβλιογραφία η απόδοση του σπόρου κυμαίνεται στην Ινδία 100-120 kg/στρ, (1000-1200 kg/ha), (Shekhawat, *et al.*, 2012). Στον Καναδά, μία χώρα που παράγει υψηλές ποσότητες σιναπιού, για το είδος που μελετήσαμε (*Brassica nigra*) η απόδοση σπόρου κυμαίνεται από 97-106 kg/στρ (SASKATCHEWAN MUSTARD DEVELOPMENT COMMISSION, 2017). Επίσης, όσον αφορά την πυκνότητα των φυτών που αποτελεί βασικό στοιχείο για την απόδοση του σπόρου, κατά μέσο όρο υπήρχαν 70 φυτά/m², σε έρευνα που αφορούσε την πυκνότητα των φυτών του είδους *Brassica juncea* και την εφαρμογή αζώτου σε διαφορετικά επίπεδα σχετικά με την περιεκτικότητα ελαίου, είχε ως αποτέλεσμα ότι η μέγιστη περιεκτικότητα σε λάδι ήταν (43,97%) με απόδοση σπόρου,

221kg/στρ. στη χαμηλότερη πυκνότητα φυτών (80 φυτά m²) και σε επίπεδο εφαρμογής αζώτου 50 kg/ha (5 kg/στρ.), (Keivanrad and Zandi, 2012). Η απόκλιση που έχει από την δική μας καλλιέργεια έχει να κάνει με την πυκνότητα σποράς, το είδος καθώς και με το κλίμα λόγω το ότι το πείραμα έχει διαξεχθεί στην περιοχή της Ινδίας. Αξιοσημείωτο είναι ότι, έχουμε υψηλότερες αποδόσεις από τον Καναδά και πολύ κοντινές με την Ινδία που είναι από τις μεγαλύτερες χώρες παραγωγής όλων των ειδών του σιναπιού.

3D Απόδοσης σε συσχέτιση με τον αριθμό των λοβών και τον αριθμό των ταξιανθιών
Απόδοση = $276,7778 - 0,7778 * x - 4 * y$



Διάγραμμα 19: 3D συσχέτισης, μεταξύ απόδοσης, αριθμό λοβών και αριθμό ταξιανθιών.

Συμπερασματικά, από όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω αλλά και από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν, καταλήγουμε ότι ανάμεσα στις 3 επεμβάσεις που έγιναν η ουρία έδωσε υψηλότερα φυτά με μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος αλλά με μικρότερο LAI σε μία μόνο ημερομηνία στις 83 ΗΑΣ. Ο μάρτυρας είχε γενικά χαμηλές τιμές σε όλα τα αγρονομικά χαρακτηριστικά, βέβαια υπήρχαν και δείγματα που ανταγωνιζόντουσαν τις υπόλοιπες δύο επεμβάσεις, παρατηρούμε κιόλας ότι σε πολλές περιπτώσεις ο μάρτυρας συμβάδιζε με το ανόργανο και το οργανικό λίπασμα.

Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση του σπόρου. Θα έπρεπε να τονίσουμε ότι οι αποδόσεις του πειράματος μας ήταν υψηλότερες από τον Καναδά αλλά και από την Ινδία, κάτι το οποίο υποδεικνύει την ανάγκη για περισσότερη έρευνα όσον αφορά τις ανάγκες του φυτού αλλά και ότι προκύπτουν προοπτικές για την καλλιέργεια του μαύρου σιναπιού στην χώρα μας.

Ο βιολογικός κύκλος του φυτού που διήρκησε 144 ΗΑΣ προκαλεί ερωτήματα διότι στις χώρες που παράγουν μαύρο σινάπι η καλλιεργητική περίοδος διαρκεί μέχρι 100 ΗΑΣ. Άρα, πρέπει να διερευνηθούν οι λόγοι που καθυστέρησαν την συγκομιδή, ποιό ήταν το στάδιο που η διάρκεια του αυξήθηκε αλλά και ποια είναι η κατάλληλη ημερομηνία σποράς ούτως ώστε να μειωθεί ο βιολογικός κύκλος.

Τέλος, είναι απαραίτητο να αναλυθεί το έλαιο και τα συστατικά του και πιο συγκεκριμένα πως επηρεάζεται η περιεκτικότητα του αλλά και η σύνθεση του από τις διάφορες συνθήκες καλλιέργειας του φυτού αλλά και από τις καλλιεργητικές τεχνικές, στην χώρα μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

✧ Ξένη

- Almond J.A., Dawkins T.C.K and Askew M.F.** (1986). Aspects of crop husbandry. In: Scarisbrick, D.H. and Daniels R.W. (eds) *Oilseed Rape*. Collins, London, pp. 127-175.
- Alien, E.J. and D.G. Morgan.** (1972). *A quantitative analysis of the effect of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape*. J. Agri. Sci. (Camb.) 78: 315-324.
- Angadi, S. V., H. W. Cutforth., B. G. McConkey and Y. Gan.** (2003). *Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions*. Crop Sci. 43: 1358-1366.
- Asif M., Zafar M.M., Imran A. and Ahmad T.** (2017). *An overview of white rust disease in Brassica: taxonomical, biochemical aspects and management approaches*. ResearchGate.
- Bilalis D, Karkanis A, Efthimiadou A** (2009). *Effects of two legume crops on weed flora, under Mediterranean conditions: Competitive ability of five winter season weed species*. Afr J Agric Res 4(12): 1431-1441.
- Carroll George** (1988). Fungal Endophytes in Stems and Leaves: From Latent Pathogen to Mutualistic Symbiont. Volume 69, 1, pg 2-9.
- Danesh-Shahraki A., Kashani A., Mesgarbashi M., Mamghani R. and Nabi-pour M.** (2007). *The effect of plant density and time of nitrogen application on some agronomical characteristic of rape seed (Brassica napus L.)*. GENETICS AND BREEDING: Genetics and Germplasm. Pp. 389-392
- Downey, R.K. and Robbelen, G.** (1989) Brassica species. In: Robbelen, G., Downey, R.K. and Ashri, A. (eds) Oil Crops of the world. McGraw-Hill, New York, pp. 339-362
- Free J.B. and Williams I.H.** (1979). *The distribution of insect pests on crops of oilseed rape (Brassica napus L.) and the damage they cause*. Journal Agricultural Science, UK 92:139-149
- Integrated Taxonomic Information System** (2018). *Brassicoglyphes aeneus Report*.
- Geisler, G. and Kullman, A.** (1991). CHANGES OF DRY MATTER, NITROGEN CONTENT AND NITROGEN EFFICIENCY IN OILSEED RAPE IN RELATION TO NITROGEN NUTRITION. In : McGreor, D.I. (ed) Proceedings of the Eighth International Rapessed Congress, Saskatoon, Canada. Organizing Committee, Saskatoon, pp. 1197-1201.
- Goyal B.K, Verma P. R., Spurr D. T. and Reddy M. S.** (1996). *Albugo candida staghead formation in Brassica juncea in relation to plant age, inoculation sites, and incubation conditions*. Plant Pathology, 45, 787-794.
- Grant, C.A. and Bailey, L.D.** (1993). *Fertility management in canola production*. Canadian Journal of Plant Science 73, 651-670.

Holmes M. R. J. (1980). *Nutrition of the Oilseed Rape Crop*. Applied Science Publishers, Barking , Essex, UK.

Joshi N.L., Mali P.C. Anurag Saxena (1997). *Effect of Nitrogen and Sulphur Application on Yield and Fatty acid Composition of Mustard (Brassica juncea L.) Oil*. Journal of Agronomy and Crop Science

Kapila S., Rathore S.S., Premi O.P., Kandpal B.K. and Chauhan J.S , (2012). *Advances in Agronomic Managment of Indian mustard (Brassica juncea (L.) Czernj. Cosson) : An overview*. International Journal of Agronomy.

Keivanrad S.and Zandi P. (2012). *Effect of Nitrogen Levels on Growth, Yield and Oil Quality of Indian Mustard Grown under Different Plant Densities*. Thai Journal of Agricultural Science 2012, 45(2): 105-113

Kumar, D. (1992). Production technology for yield enhancement of Indian mustard under irrigated conditions. In: Kumar, D. and Rai, M. (eds) *Advances in Oilseed Research: Rapeseeds and Mustard*, Vol. 1. Scientific Publishers, Jodhpur, Rajasthan, India, pp. 71–95

Majnoun-hosseini, N., H.M. Alizadeh and H. Malekhamadi. (2006). *Effects of plant density and nitrogen rates on the competitive ability of canola (Brassica napus L.) against weeds*. J. Agric. Sci. Technol. 8: 281-291.

Medham N.J, Shipway P.A. and Scott R.K. , (1981) The effects of delayed sowing and weather on growth , development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica nigra*). Journal of Agricultural Science ,Cambridge 96, 389-416

Medham N.J, Shipway P.A. and Scott R.K. , (1981b). *The effects of seed size, autumn nitrogen and plant population density on the response to delayed sowing in winter oil-seed rape (Brassica napus)*. Journal of Agricultural Science, Cambridge 96, 417-428.

Mendham N.J. and Salisbury P.A. (1995) *Physiology: Crop Development, Growth and Yield*. In: Kimber D. and McGregor D.I (eds) *Brassica Oilseeds. Production and Utilization*. CAB INTERNATIONAL. Pg. 11, 18

Meena, P.D., P.R. Verma, G.S. Saharan, and M. H. Borhan. (2014). *Historical perspectives of white rust caused by Albugo candida in Oilseed Brassica*. J. Oil. Bras. 5:1-41

Mishra, K.K., S.J. Kolti, N.I. Nishaat and R.P. Awasti. (2009). *Pathological and biochemical changes in Brassica juncea (Mustard) affected with Albugo candida (white rust)*. J. Pl. Path. 58:80-86

Morrison M. J., McVetty P.B.E. and Shaykewich C.F. (1989), *The determination and veification of a baseline temperature for the growth of Westar summer rape*. Canadian Journal of Plant Science 69, 455-464.

Ogilvy, S.E. (1984). *The influence of seed rate on population structure and yield of winter*

oilseed rape. *Aspects of Applied Biology* 6, 59-66

Ozer H. (2003). *Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars*. *Europ. J. Agronomy* 19: 453-463

Pashalidou F., Fatouros N., Van Loon J., Dicke M., Gols R. (2015). *Plant-mediated effects of butterfly egg deposition on subsequent caterpillar and pupal development, across different species of wild Brassicaceae*. *Ecological Entomology*. Volume 40, Issue 4, pg: 444-450

Prihar S.S., Sandhu K.S., Sandhu B.S. and Khara K.L. (1981). *Effects of Irrigation Schedules on Yield of Mustard (Brassica Juncea)*. *Experimental Agriculture*, 17(01)

Puzet , (1995) *Agronomy*. In: Kimber D. and McGregor D.I (eds) *Brassica Oilseeds. Production and Utilization*. CAB INTERNATIONAL. Pg. 66,71, 86

Shekhawat K., Rathore S.S., Premi O.P., Kandpal B.K. and Chauhan J.S. (2012). *Advances in Agronomic Management of Indian Mustard (Brassica juncea (L.) Czernj. Cosson): An Overview*. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Agronomy Volume 2012, Article ID 408284, 14 pages

SASKATCHEWAN MUSTARD DEVELOPMENT COMMISSION, *Mustard Production Manual* June 2017

Thomas P., (1984). *Canola Growers Manual*. Canola of Canada Publication, Winnipeg, Canada.

Thomas J., Kuruvilla K.M. and Hrideek T.K.. (2012). *Mustard*. In: Peter K.V. (ed) *Handbook of herbs and spices*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition.

USDA Agricultural Handbook ,*Composition of foods spices % herbs*, 8-2, January 1977

Veromann E., Metspalu L., Williams I., Hiisaar K., Mand M.,Kaasik R.,Kova'cs G.,Jogar K., Svilponis E., Kivimagi I., Ploomi A.,Luik A. (2012). *Relative attractiveness of Brassica napus, Brassica nigra, Eruca sativa and Raphanus sativus for pollen beetle (Meligethes aeneus) and their potential for use in trap cropping*. *Arthropod-Plant Interactions*, 6:385–394

Wanasundara J.P.D. (2011). *Proteins of Brassicaceae Oilseeds and their Potential as a Plant Protein Source*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51:635–677

Ward K.A., Scarth R., McVetty P.B.E and Daun J.K. (1991). *Genotypic and environmental effects on seed chlorophyll levels in canola (Brassica napus)*. In : McGregor D.I. (ed) *Proceedings of the Eight International Rapeseed Congress*, Saskatoon, Canada. Organizing Committee, Saskatoon, pp. 1241-1245

Williams I. and Free J.B., (1979). *Compensation of oilseed rape (Brassica napus) plants after damage to their buds and pods*. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 92, 53-59

✧ Ελληνική

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου, της 28ης Ιουνίου 2007 , για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91

Κρίκελας Χ., (2016) Τεύχος 61. *Το Σινάπι και οι ιδιότητές του* (<https://www.diatrofi.gr>)

✧ Ιστοσελίδες

- <http://www.fao.org/home/en/>
- <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> [2017]
- <https://www.ifoam.bio/>
- The Biology of Brassica napus L.(Canola/Rapeseed) [online] Available:
<http://www.inspection.gc.ca/plants/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/brassica-napus-l-eng/1330729090093/1330729278970#b26> [2017]
- **Canola Council of Canada. 2014d.** What is Canola? [Online] Available:
<http://www.canolacouncil.org/oil-and-meal/what-is-canola/> [2014].

5. Παράρτημα Εικόνων



Εικόνα 5.1: Άποψη αγρού στις 15 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.2: Έναρξη φυτρώματος. 10 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.3: Άποψη αγρού στις 51 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.4: Άποψη αγρού στις 77 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.5: Έναρξη άνθησης, στις 81 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.6: Φυτό μάρου σιναπιού κατά την περίοδο της άνθησης. Στις 91 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.7: Φυτό κατά την έναρξη της καρπόδεσης. Στις 83 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.8: Άποψη αγρού στις 105 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.9: Φυτά κατά την περίοδο της καρπόδεσης. Στις 118 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.10: Άποψη αγρού στις 135 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.11: Άποψη φυτών στις 137 ΗΑΣ.



Εικόνα 5.12: Άποψη αγρού στις 144 ΗΑΣ.