



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ &
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Συστήματα
Ολοκληρωμένης και Βιολογικής Παραγωγής και Πιστοποίησης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Μαρία Ι. Κομπιλάκου

« Επίδραση της οργανικής λίπανσης στην ανάπτυξη και στα
αγρονομικά χαρακτηριστικά της καμελίνας (*Camelina sativa*) »



ΑΘΗΝΑ 2016

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ &
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Συστήματα
Ολοκληρωμένης και Βιολογικής Παραγωγής και Πιστοποίησης**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Μαρία Ι. Κομπιλάκου

**« Επίδραση της οργανικής λίπανσης στην ανάπτυξη και στα
αγρονομικά χαρακτηριστικά της καμελίνας (*Camelina sativa*) »**

Επιβλέπων καθηγητής: Ηλίας Τραυλός

Μέλη τριμελούς επιτροπής:

Δ. Μπιλάλης, Καθηγητής Γ.Π.Α.

Γ. Παπαθεοχάρη, Επίκουρη καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Η. Τραυλός, Επίκουρος καθηγητής Γ.Π.Α.

————— **ΑΘΗΝΑ 2016** —————

Ευχαριστώ τα μέλη της τριμελούς επιτροπής τον καθηγητή κο Δημήτρη Μπιλάλη, την επίκουρη καθηγήτρια κα Γιολάντα Παπαθεοχάρη για την βοήθεια που μου παρείχαν σε όλα τα επίπεδα κατά την εκτέλεση του πειράματος και κατά τη συγγραφή της παρούσης μελέτης και ιδιαιτέρως τον επίκουρο καθηγητή κο Ηλία Τραυλό για τις καίριες παρεμβάσεις του στην τελική μορφή της μελέτης.

Ευχαριστώ τις φοιτήτριες του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και μέλλουσες συναδέλφους γεωπόνους κυρίες Σοφία Αργυρίου και Μαρίλια Κισσανδράκη για τη σημαντική συμμετοχή τους στη διεξαγωγή των μετρήσεων στον πειραματικό αγρό.

Ευχαριστώ τον κο Ανδρέα Δογκάκη για την υποστήριξη στην προσπάθεια αυτή.

Μαρία Κομπιλάκου

Γεωπόνος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση τριών διαφορετικών λιπάνσεων, μιας ανόργανης και δυο οργανικών λιπάνσεων (με κόμποστ και κοπριά) στην ανάπτυξη και στα αγρονομικά χαρακτηριστικά της καμελίνας (*Camelina sativa L. Crantz*).

Εφαρμόστηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο (Ε.Τ.Σ) στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών που είχε διαστάσεις $7 \times 9 = 63 \text{ m}^2$. Το πείραμα είχε τέσσερις επαναλήψεις με τέσσερις διαφορετικές μεταχειρίσεις στη λίπανση του εδάφους (1.καθόλου λίπανση-μάρτυρας, 2.κόμποστ, 3.κοπριά και 4.ανόργανη λίπανση με N-P-K).

Η σορά πραγματοποιήθηκε στις 9/5/2016 κι ακολούθησαν τέσσερις μετρήσεις των αγρονομικών χαρακτηριστικών της καμελίνας για καθεμιά από τις διαφορετικές επεμβάσεις που ξεκίνησαν στις 10/6/2016 κι επαναλήφθηκαν ανά δεκαήμερο. Κατά τη συγκομιδή (στις 15/7/2016) εκτιμήθηκαν επιπλέον χαρακτηριστικά που αφορούσαν στο βάρος και στον αριθμό των σπόρων ανά φυτό καμελίνας και στις τελικές αποδόσεις σε σπόρο για κάθε διαφορετική επέμβαση.

Τα αγρονομικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ανά δεκαήμερο για τις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος ήταν: μήκος βλαστού, μήκος ρίζας, νωπό βάρος βλαστού, νωπό βάρος ρίζας, ξηρό βάρος βλαστού, ξηρό βάρος ρίζας, αριθμός δευτερευόντων βλαστών ανά φυτό, αριθμός φύλλων ανά φυτό και φυλλική επιφάνεια ανά φυτό.

Τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν κατά τη συγκομιδή για τις διαφορετικές επεμβάσεις του πειράματος ήταν το βάρος των σπόρων ανά φυτό, το βάρος των 1000 σπόρων ανά φυτό, ο αριθμός των σπόρων ανά φυτό και η απόδοση σε σπόρο.

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, αν και τελικά και με εξαίρεση το χαρακτηριστικό του αριθμού των πλάγιων βλαστών όπου η μεταχείριση χωρίς καθόλου λίπανση (μάρτυρας) υπερείχε και διέφερε σημαντικά από τη μεταχείριση με κόμποστ, οι επεμβάσεις δεν διέφεραν σημαντικά.

Αυτό που διαπιστώθηκε από την παρούσα μελέτη ήταν πως η μεταχείριση με οργανική λίπανση με κόμποστ αύξησε τη στρεμματική απόδοση της *Camelina sativa* σε σχέση με την μεταχείριση με ανόργανη λίπανση, την μεταχείριση με οργανική λίπανση με κοπριά και τον μάρτυρα χωρίς καμία προσθήκη λίπανσης.

Τα αποτελέσματα αυτά μας επιτρέπουν να αξιολογήσουμε θετικά τη βιολογική καλλιέργεια της καμελίνας με την αξιοποίηση των επεξεργασμένων οργανικών αποβλήτων (κόμποστ) που αποδεικνύονται ιδιαίτερα ευεργετικά για την φυτική παραγωγή ως υποκατάστατα των λιπασμάτων και κι εν προκειμένω για την αύξηση της παραγωγικότητας της καλλιέργειας.

SUMMARY

This study examines the effect of three different types of fertilization, on the development and agronomic characteristics of camelina (*Camelina sativa L. Crantz*). The three individual types of fertilization substances include an inorganic mixture of nitrogen, phosphorus and potassium (N-P-K) and two organic fertilizers (with compost and manure). The field experiment was carried out by using the method of the Completely Randomized Design (C.R.D.). The relevant experiment was conducted in the experimental field of the Agricultural University of Athens, within an area of dimensions of 63 m². There were four different treatments on soil fertilization for every repetition (1. treatment without fertilization-control, 2. treatment with compost 3. treatment with manure and 4. treatment with inorganic fertilization of NPK).

Sowing took place at 9/5/2016 and was followed by four measurements of camelina's agronomic characteristics, for each of the different operations which began on 10/06/2016 and were repeated every ten days. Particularly for the crop harvested on 15/07/2016, further features were evaluated, related to the weight and the number of seeds per plant of camelina and also to the final seed yield for each different operation.

The agronomic characteristics, measured per ten days for each of the different experimental treatments (control, inorganic fertilizer, compost and manure), were the following: stem length, root length, fresh shoot weight, fresh root weight, dry shoot weight, dry root weight, number of secondary stems per plant, number of leaves per plant and leaf area per plant.

The features of the harvested crop which were evaluated in relation to the individual experimental treatments consisted of the following: weight of seeds per plant, weight of 1000 seeds per plant, the number of seeds per plant and seed yield.

The results revealed some significant differences between the several treatments. However finally there was not any significant difference, with the exception *number of secondary stems per plant* (where treatment without fertilization resulted to a significantly higher number of secondary stems than the treatment with compost).

The findings of this study can be summarized in the fact that the treatment with compost increased the yield of *Camelina sativa*, in comparison with the other treatments.

These results allow us to evaluate positively the organic production of camelina with the use of further experiments in several fields (soil types) and with different fertilizers are required in order to obtain a clearer picture.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1ο : Εισαγωγή	9
1.1: Βοτανική ταξινόμηση του φυτού Καμελίνα	9
1.2: Καταγωγή του είδους <i>Camelina sativa</i> και η η γεωγραφική εξάπλωσή του	10
1.3: Μορφολογία του φυτού <i>Camelina sativa</i>	12
1.4: Βιολογία της <i>Camelina sativa</i>	15
1.4.1: Κλίμα κι έδαφος.....	15
1.4.2: Η καλλιέργεια Καμελίνας	15
1.4.3: Καλλιεργητικές φροντίδες -Λίπανση	16
1.4.4: Αναπαραγωγή Καμελίνας (Ανθοφορία- Επικονίαση- Σποροπαραγωγή.....	19
1.4.5: Βλαστικότητα των σπόρων της Καμελίνας	20
1.4.6: Δομή και λήθαργος των σπόρων της Καμελίνας	21
1.5: Σύνθεση των ελαιούχων σπόρων της καμελίνας.....	23
1.6: Χρήσεις της Καμελίνας-Διατροφική αξία	25
1.7: Σκοπός της μελέτης	28
Κεφάλαιο 2° : Υλικά και Μέθοδοι	29
2.1: Καλλιεργητικά και μετεωρολογικά στοιχεία του πειράματος.....	29
2.2: Πειραματικό σχέδιο	35
2.3: Στατιστική Ανάλυση	42
Κεφάλαιο 3° : Αποτελέσματα	43
3.1: Αγρονομικά χαρακτηριστικά εκτιμώμενα κατά τις ΗΑΣ (Ημέρες Από Σπορά)	43

3.2: Αγρονομικά χαρακτηριστικά εκτιμώμενα κατά τη συγκομιδή	54
Κεφάλαιο 4 ^ο : Συζήτηση	58
Βιβλιογραφία	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



1.1 Βοτανική ταξινόμηση του φυτού Καμελίνα

Το φυτό καμελίνα (*Camelina spp.*) ανήκει στο γένος *Camelina*, στην οικογένεια Brassicaceae (οικογένεια Σταυρανθών) και κατατάσσεται στα αγγειόσπερμα στην Τάξη των Brassicales.

Το γένος *Camelina* περιλαμβάνει 11 είδη 4 εκ των οποίων έχουν μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση (Warwick et al. 2006, Ghamkhar et al. 2010, USDA, ARS 2011) και είναι τα *Camelina sativa*, *Camelina alyssum*, *Camelina rumelica* και *Camelina microcarpa*.

Τα είδη *microcarpa* και *alyssum* θεωρείται πως είναι εξέλιξη του είδους *Camelina sativa* (Vollmann et al., 1996, Darbyshire 2003).

Ο όρος καμελίνα προέρχεται από τις αρχαίες ελληνικές λέξεις χαμαί και λίνον. Χαμαί είναι επίρρημα και σημαίνει επί του εδάφους, ενώ το λίνον είναι ουσιαστικό και σημαίνει το φυτό λινάρι κι οτιδήποτε προέρχεται από αυτό. Ο όρος χαμαλίνα εξελίχθηκε σε καμελίνα. Η καμελίνα λέγεται και ψευδολινάρι αφού και η καμελίνα καλλιεργήθηκε τόσο για παραγωγή κλωστικών ινών όσο και για παραγωγή ελαίου όπως και το λινάρι (*Linum usitatissimum L.*).

Η καμελίνα είναι γνωστή στη διεθνή βιβλιογραφία και ως το φυτό gold-of-pleasure (Vollmann et al., 1996) όπως και false flax, dutch flax και large-seeded false flax (Darbyshire. 2003, 2001).

1.2 Καταγωγή του είδους *Camelina sativa* και η γεωγραφική εξάπλωσή του

Τα είδη *Camelina spp.* πιθανολογείται ότι προέρχονται από την περιοχή που περιλαμβάνει τη νοτιοανατολική Ευρώπη και την νοτιοδυτική Ασία αν και η ακριβής περιοχή καταγωγής του γένους *Camelina* παραμένει αβέβαιη (Francis και Warwick το 2009).

Μια μοριακή ανάλυση μιας σειράς φυτών *Camelina sativa* αποκάλυψε ότι η ρωσο-ουκρανική περιοχή αποτελεί σημαντικό γεωγραφικό σημείο για την γενετική ποικιλομορφία του είδους *Camelina sativa* που υποδηλώνει πως ενδεχομένως αυτή η περιοχή αποτελεί το πιθανότερο κέντρο προέλευσής του είδους αυτού (Ghamkhar *et al.* 2010).

Αρχαιολογικές ανακαλύψεις που αφορούσαν ευρήματα σπόρων καμελίνας καταδεικνύουν πως η καλλιέργεια του ψευδολιναριού (καμελίνας) ξεκίνησε στη Νεολιθική εποχή στην περιοχή της νοτιοανατολικής Ευρώπης, ενώ την εποχή του Σιδήρου αποτέλεσε σημαντική καλλιέργεια σχεδόν σε όλη την Ευρώπη (Knörzer 1978). Η καλλιέργεια της καμελίνας εξακολουθεί να αναφέρεται στη σχετική βιβλιογραφία το Μεσαίωνα (Knörzer 1978) ως τα μέσα του 20^{ου} αιώνα (Zubr 1997). Πριν το Β παγκόσμιο πόλεμο εντατικοποιήθηκε η καλλιέργεια της καμελίνας για να αντικαταστήσει με το έλαιό της το έλαιο της ελαιοκράμβης μετά την καταστροφή από παγετό της παραγωγής της ελαιοκράμβης (*Brassica napus*) (Plessers *et al.* 1962), καθώς η καλλιέργεια της καμελίνας είναι χαμηλών εισροών, με αντοχή στον παγετό και στην ξηρασία και με σχετικά καλές αποδόσεις (Porcher 1863). Ο σπόρος της καμελίνας χρησιμοποιήθηκε στη Γαλλία και στη Γερμανία ως ζωοτροφή για πολλούς αιώνες (Marie-Victorin 1964). Στην ανατολική και κεντρική Ευρώπη η καμελίνα ως το Δεύτερο Παγκόσμιο πόλεμο αποτέλεσε σημαντική ελαιοπαραγωγική καλλιέργεια που εγκαταλείφθηκε σταδιακά ως τη δεκαετία του 1990 οπότε η χρήση της ως βιοκαύσιμου την επανέφερε ως εμπορική καλλιέργεια με νέο ενδιαφέρον (Francis και Warwick 2009, Ratusz *et al.*, 2016).

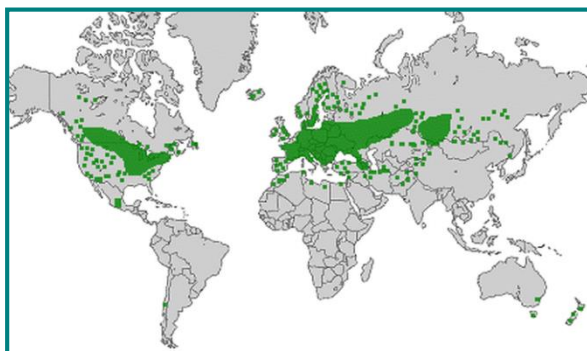
Στη Β. Αμερική ο σπόρος της καμελίνας πιθανότατα εισήχθηκε μαζί με σπόρους λιναριού ως πρόσμειξη (Putnam *et al* 1993, Francis και Warwick 2009). Στον Καναδά η καμελίνα αναφέρεται για πρώτη φορά το έτος 1863 όπου και εισάγεται σκοπίμως κι εξαπλώνεται σε όλη τη χώρα ως τα μέσα του 1900 (Francis και Warwick 2009).

Το 1863 ο Porcher μελετάει την καμελίνα και περιγράφει τα αγρονομικά χαρακτηριστικά της υπογραμμίζοντας τις μειωμένες ανάγκες εισροών της καλλιέργειας, τις υψηλές αποδόσεις της, την ανθεκτικότητα σε συνθήκες

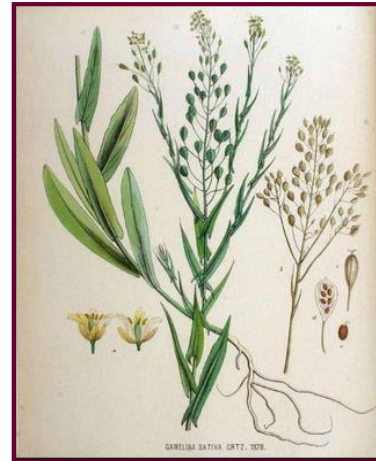
παγετού και ξηρασίας όπως και σε εντομολογικές προσβολές. Η μελέτη του αφορούσε στις καλλιέργειες καμελίνας σε πολιτείες κεντρικών και βόρειων πολιτειών των Η.Π.Α.. Ο Porcher είναι ο πρώτος που περιγράφει τις πολλαπλές χρήσεις του ελαίου του φυτού στη διατροφή ανθρώπων και ζώων, στη βιομηχανία και στη φαρμακευτική. Η καμελίνα έχει χρησιμοποιηθεί στη μαγειρική ως έλαιο , ως έλαιο επίσης για παραγωγή φωτισμού σε λάμπες αντίστοιχες του πετρελαίου, αλλά και για την κατασκευή σκουπών από τα στελέχη του φυτού (Hedrick 1919, Plessers *et al.* 1962, Knörzer 1978, Hjelmqvist 1979, Facciola 1990).

Η *Camelina sativa* έχει στην ιστορία της μια μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση: στην **Ευρώπη** (Αλβανία, Αυστρία, Λευκορωσία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Τσεχική Δημοκρατία, Δανία, Εσθονία, Φινλανδία, Γαλλία(συμπεριλαμβανομένης και της Κορσικής), Γερμανία, Ελλάδα (συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης), Ουγγαρία, Ιταλία (συμπεριλαμβανομένων Σαρδηνίας και Σικελίας), Λετονία, Λιθουανία, Μολδαβία, Ολλανδία, Νορβηγία, Πολωνία, Ρουμανία, Ρωσική Ομοσπονδία, Σλοβακία, Σλοβενία, Σουηδία, Ελβετία, Ουκρανία, Ηνωμένο Βασίλειο και στην **Ασία** (Αρμενία, Αζερμπαϊτζάν, Κίνα, Γεωργία, Καζακστάν, τη Μογγολία, Ρωσική Ομοσπονδία, Τουρκία) (Global Capacity Species Database 2010 USDA, ARS 2011), αλλά και στην **Αμερική** και στην **Αυστραλία**.

Η *Camelina sativa* εξελίχθηκε σε υπολογίσιμη εμπορική καλλιέργεια μόλις τα τέλη του 1990 στη Βόρεια Αμερική (Porcher 1863, Plessers *et al* 1962, Downey 1971,Robinson 1987).



Εικ.1.1 Γεωγραφική εξάπλωση της καλλιέργειας *Camelina sativa*



1.3 Μορφολογία του φυτού *Camelina sativa*

Η *Camelina sativa* είναι ένα όρθιο, ετήσιο πώδρες φυτό με κύρια ρίζα που τυπικά μπορεί να φθάσει σε ύψος περί τα 30 έως 90 cm (Putnam *et al* 1993. Francis και Warwick 2009). Οι βλαστοί διακρίνονται σε κύριους και δευτερεύοντες κι έχουν φύλλα λογχοειδή, εναλλασσόμενα, αναδιπλούμενα κι άμισχα. Τα φύλλα της βάσης-ροζέτας δεν έχουν λοβούς και μαραίνονται κατά την άνθηση (Francis και Warwick 2009). Τα φύλλα της καμελίνας έχουν μήκος από 2 έως 8 cm και πλάτος από 2 έως 10 mm συνήθως με λίγα τριχίδια ή εντελώς λεία. Τα στελέχη είναι ενιαία, λεία ή καλυπτόμενα με λίγα τριχίδια, με διακλαδισμένη κορυφή που ξυλοποιούνται όσο προχωράει η ωρίμανση των σπόρων (Putnam *et al* 1993. Francis και Warwick 2009).



Εκκ.1.2 Άνθος της *Camelina sativa*

Τα άνθη της καμελίνας είναι μικρά, απαλού κίτρινου χρώματος έως ελαφρώς πρασινωπού με τέσσερα σπατουλοειδή πέταλα μήκους 4-5 mm, τέσσερα σέπαλα όρθια κι έξι στήμονες σε τρία ζεύγη ανόμοιου μήκους (Putnam *et al* 1993. Francis και Warwick 2009) και φύονται σε ταξιανθίες που στερούνται βακτρίων φύλλων.



Εκκ.1.3 Ταξιανθία της *Camelina sativa*

Οι ταξιανθίες είναι βοτρυώδεις. Τα άνθη καταλήγουν κατά την ωρίμανση σε συγκάρπια (Francis και Warwick 2009).



Εικ.1.4 Καρπός και σπέρματα της *Camelina sativa*

Οι καρποί της καμελίνας μοιάζουν με τους καρπούς του λιναριού είναι κεράτια, απιοειδούς μορφής δερματώδεις με μήκος από 7 έως 9 mm. Στους καρπούς περικλείονται σπόροι ελαιούχοι μήκους 2-3 mm καστανοκίτρινου χρώματος με τραχεία, ραβδωτή επιφάνεια (Putnam *et al* 1993. Francis και Warwick 2009). Συνήθως οι σπόροι περιέχουν **έλαιο** σε ποσοστό 38-43% και **πρωτεΐνες** σε ποσοστό 27-32% (Gugel και Falk 2006).



Εικ.1.5 Καρποί της *Camelina sativa*



Εικ.1.6 Σπέρματα της *Camelina sativa*



Εκ.1.7 Ώρμα συγκάρπια *Camelina sativa*



Εκ.1.8 *Camelina sativa*: καρποί και άνθη

1.4 Βιολογία της *Camelina sativa*

1.4.1 Κλίμα κι έδαφος

Η καμελίνα (*Camelina sativa*) είναι μια ευέλικτη καλλιέργεια ελαιούχων σπόρων που μπορεί να καλλιεργηθεί κάτω από διαφορετικές κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες (Zubr J, 2003). Η καμελίνα έχει μεγάλη προσαρμοστικότητα σε μεγάλο εύρος γεωγραφικών ζωνών καλλιέργειας στην Ευρώπη, την Ασία, την Αμερική και την Αυστραλία. Οι καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης του φυτού είναι οι κρύες, ημι-ξηρικές ζώνες των στεπών και των λειμώνων (Francis και Warwick 2009). Η καλλιέργεια της καμελίνας εμφανίζει αντοχή τόσο σε χαμηλές θερμοκρασίες όσο και σε υψηλές. Τα νεοεκπτυθέντα φυτά καμελίνας είναι ανθεκτικά στον παγετό (Plessers *et al.* 1962, Robinson 1987, Putnam *et al.* 1993, Ehrensing και Guy 2008). Αναφορικά με την ξηρασία η καμελίνα είναι ανθεκτική σε ξηρικές συνθήκες, αλλά κατά την άνθηση η ξηρασία έχει αρνητικό αποτύπωμα στην ανάπτυξη και καρποφορία του φυτού (Vollmann *et al.* 1996).

Η καμελίνα μπορεί να καλλιεργηθεί σχεδόν σε όλους τους τύπους εδαφών (Porcher 1863, Gugel και Falk 2006).

Μπορεί να καλλιεργηθεί σε εδάφη που καλλιεργούνταν σιτηρά ή μηδική, σε φυσικούς λειμώνες, σε βαριά εδάφη κοντά σε λίμνες και ποτάμια ακόμη και σε περιοχές λυμάτων (Scoggan 1978, Warwick *et al.* 1999, Mulligan 2002).

1.4.2. Η καλλιέργεια καμελίνας

Η σπορά της καμελίνας γίνεται την άνοιξη (Gugel και Falk 2006, Urbaniak *et al.* 2008b), αλλά και το χειμώνα (περί τα τέλη Νοέμβρη με αρχές Δεκέμβρη) κι ολοκληρώνει ένα κύκλο ανάπτυξης σε περίπου 90 με 100 ημέρες. Η καλλιέργειά της είναι κυρίως ανοιξιάτικη, αλλά φαίνεται πως με την καλλιεργητική πρακτική της χειμερινής σποράς ολοκληρώνεται η ανάπτυξη της καλλιέργειας πριν τη σπορά των ανοιξιάτικων καλλιεργειών έχοντας προλάβει και τα ανοιξιάτικα ζιζάνια (Robinson 1987).

Η σπορά γίνεται με σπαρτική μηχανή ακριβείας καθώς οι σπόροι είναι πολύ μικροί και θα πρέπει να σπαρθούν σε μικρό βάθος και να έχουν καλή επαφή με το έδαφος (Putnam *et al.* 1993, Mc Vay και Lamb 2007, Ehrensing και Guy 2008).

Στον Καναδά που έχει εντατικοποιηθεί η καλλιέργεια της καμελίνας από τα τέλη της δεκαετίας του '90 (Downey 1971, Robinson 1987) η σπορά γίνεται με σπαρτική μηχανή που ακολουθείται από σβάρνισμα και κυλίνδρισμα για ενσωμάτωση του σπόρου και καλύτερη επαφή με το έδαφος (Gugel και Falk 2006).

Είναι σημαντικό να καθοριστεί η πυκνότητα σποράς, καθώς η απόδοση του φυτού σε σπόρο, η ωρίμανση των σπόρων, αλλά και ο ανταγωνισμός της καλλιέργειας με τα ζιζάνια εξαρτώνται από την πυκνότητα σποράς (Johnson *et al.* 2008, 2011).

Το optimum στην πυκνότητα σποράς θεωρείται πως είναι 250-600 σπόροι/m² ή (250-600)×10³ σπόροι/στρέμμα που αντιστοιχεί σε 3 με 7 kg στο στρέμμα (Zubr 1997, McVay και Lamb 2007, Johnson *et al.* 2008, Urbanias *et al.* 2008, Johnson *et al.* 2011). Μεγαλύτερες πυκνότητες σποράς αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα των φυτών σε θρεπτικά συστατικά και θέση και καθυστερεί την ωρίμανση των σπόρων (Johnson *et al.* 2008, 2011).

Στον Καναδά έχουν πραγματοποιηθεί πειράματα για τον καθορισμό της καλύτερης πυκνότητας σποράς της καμελίνας κι έχει διαπιστωθεί ότι με πυκνότητα σποράς 200 σπόρων /m² (200×10³ σπόροι/στρέμμα) η απόδοση σε σπόρο ήταν 1338 kg/στρέμμα, ενώ για πυκνότητα σποράς 600×10³ σπόροι/στρέμμα, η απόδοση σε σπόρο ήταν 1599 kg/στρέμμα (Urbanias *et al.* 2008b).

Μετά το φύτευμα των σπόρων και την έκπτυξη των νεαρών φυτών συνιστάται μια βέλτιστη πυκνότητα της καλλιέργειας στα 200 με 210 φυτά/ m². Η συγκεκριμένη πυκνότητα φυτών / m² επιτυγχάνεται με μια πυκνότητα σποράς 500 σπόρων/ m² ή 6 kg/ m². Με αυτά τα δεδομένα πετυχαίνουμε το optimum σε απόδοση σε σπόρο που είναι αποτέλεσμα του μέσου φυτρώματος των σπόρων σε ποσοστό 42% που θεωρείται το optimum (Agriculture and Agri-Food Canada 2014). Το ποσοστό φυτρώματος των σπόρων της καμελίνας μετά τη σπορά κυμαίνεται από 10 έως 70 % με το 40% να κυριαρχεί στις στατιστικές μελέτες (Thomas 2003, Johnson *et al.* 2007, 2008, Urbanias *et al.* 2008a, Urbanias *et al.* 2008b, Johnson *et al.* 2011).

Η καμελίνα σε συγκεκριμένο αγρό συνιστάται να καλλιεργείται ανά τρία ή τέσσερα χρόνια ή ως φυτό αγρανάπαυσης σε προγράμματα αμειψισποράς σιτηρών (McVay και Lamb 2007, Ehrensing και Guy 2008, Lafferty *et al.* 1993). Σε θερμά κλίματα η καμελίνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυτό συγκαλλιέργειας (Putnam *et al.* 1993).

1.4.3 Καλλιεργητικές φροντίδες -Λίπανση

Η καμελίνα θεωρείται καλλιέργεια χαμηλών εισροών, αλλά ουσιαστικά δεν έχουν καθοριστεί οι άριστες ποσότητες λιπασμάτων που θα μεγιστοποιήσουν τις αποδόσεις σε σπόρο. Έχει επισημανθεί από σχετικές με την ανταπόκριση της καμελίνας σε

λίπανση μελέτες πως οι αποδόσεις σε σπόρο εξαρτώνται από τα επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Η **προσθήκη αζωτούχου λίπανσης αυξάνει τις αποδόσεις σε σπόρο** της καμελίνας (Zubr 1997, Crowley και Fröhlich 1998, Ehrensing και Guy 2008, Johnson et al. 2008) όπως και την **εναέρια βιομάζα (νωπό βάρος βλαστού)** (INIA, Spain, 2016). Σε πείραμα μελέτης της επίδρασης ανόργανων λιπάνσεων αζώτου και θείου στην ποιότητα βρωσίμου ελαίου βιολογικής καλλιέργειας καμελίνας παρατηρήθηκαν σημαντικές επιδράσεις της λίπανσης N στην περιεκτικότητα σε έλαιο των σπόρων. Συγκεκριμένα η περιεκτικότητα σε έλαιο των σπόρων μειώθηκε στο υψηλότερο επίπεδο λίπανσης του N, ενώ οι συγκεντρώσεις ελαίου σε α-λινολενικό οξύ (18: 3η-3), ερουκικό οξύ (22: 1η-9), τοκοφερόλες, και καμπεστερόλη αυξήθηκε (Kirkhus et al. 2013).

Σε αντίστοιχο πείραμα μελέτης της επίδραση της συνδυασμένης λίπανσης αζώτου και θείου στην απόδοση και στις ποιοτικές παραμέτρους της *Camelina sativa* παρατηρήθηκαν τα εξής:

Τα μεσαία και τα υψηλά ποσοστά αζώτου σε συνδυασμό με το χαμηλό επίπεδο σε θείο αύξησε τον αριθμό των δευτερογενών βλαστών ανά φυτό σε σύγκριση με το χαμηλότερο ποσοστό αζωτούχου λίπανσης με το ίδιο χαμηλό επίπεδο σε θείο.

Η απόδοση σε σπόρο αυξήθηκε με την αύξηση των επιπέδων αζώτου στο ίδιο χαμηλό επίπεδο του θείου, ενώ η απόδοση σε ξηρό βάρος φυτομάζας αυξήθηκε μόνο κατά το μεγαλύτερο ποσοστό του αζώτου.

Το βάρος των χιλίων σπόρων αυξήθηκε με την υψηλότερη δόση του αζώτου και με το χαμηλό ποσοστό εφαρμογής του θείου. Όμως η αύξηση της αζωτούχου λίπανσης είχε αποτέλεσμα την μειωμένη περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο από 39,8% σε 37,1%.

Μια μεγάλη αρνητική συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ του ακατέργαστου ελαίου και της περιεκτικότητας των σπόρων σε πρωτεΐνη. Η αζωτούχος λίπανση αύξησε τη συνολική απόδοση του ακατέργαστου ελαίου και τη συνολική απόδοση σε πρωτεΐνη. Οι διαφορές στις παραμέτρους των καλλιεργειών μεταξύ των επεμβάσεων σε θείο δεν ήταν σημαντικές στατιστικά, αν και η επέμβαση με την υψηλότερη ποσότητα σε θείο έτεινε να αυξήσει την απόδοση των σπόρων σε ακατέργαστο έλαιο και πρωτεΐνες σε σύγκριση με τη χαμηλή ποσότητα σε θείο. Έτσι, η συνδυασμένη εφαρμογή του N και S ως ανόργανα λιπάσματα συνιστάται μόνο όταν η καμελίνα αυξάνεται σε εδάφη με ανεπάρκεια σε θείο και ο στόχος είναι να επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις τόσο σε ακατέργαστο έλαιο όσο και σε πρωτεΐνες (Losak et al., 2010).

Σε πείραμα μελέτης της επίδραση της ποικιλίας και της εφαρμογής αζώτου στην απόδοση της καλλιέργειας καμελίνας *Camelina sativa* L. στις παραθαλάσσιες επαρχίες του Καναδά επιβεβαιώθηκε πάλι πως **το ύψος των φυτών, η συνολική περιεκτικότητα σε N, η περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και οι πρωτεΐνες των σπόρων αυξήθηκαν με την αύξηση της χρήσης N, ενώ η περιεκτικότητα σε λάδι μειώθηκε.** Με την εξαίρεση του ερουκικού οξέος, όλα τα κύρια λιπαρά οξέα στο έλαιο της *Camelina sativa* ανταποκρίθηκαν στην εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης. Η ανάλυση παλινδρόμησης έδειξε ότι το περιεχόμενο των σπόρων σε ελαϊκό οξύ και εικοσανοϊκό οξύ μειώθηκαν με την αύξηση της εφαρμογής του N. Η ανταπόκριση του

λινολενικού οξέος προς την λίπανση με Ν δεν ήταν συνεπής σε όλα τα έτη του πειράματος. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης παρέχουν πειστικές αποδείξεις για την αγρονομική καταλληλότητα της καλλιέργειας καμελίνας στις παραθαλάσσιες επαρχίες του Καναδά (Urbaniaik et al., 2008).

Επίσης η προσθήκη στο έδαφος θειούχων και φωσφορικών λιπασμάτων έχουν θετική επίδραση στην ανάπτυξη και στις αποδόσεις σε σπόρο, αλλά έχει να κάνει σε μεγάλο βαθμό από τις διαθέσιμες ποσότητες των στοιχείων αυτών στο έδαφος (Jackson 2008).

Η ποιότητα του εξαγόμενου ελαίου και η σύνθεση του ακατέργαστου ελαίου σε **λιπαρά οξέα, φυτοστερόλες, τοκοφερόλες** εξαρτάται τόσο από τα θρεπτικά συστατικά που έχει στη διάθεσή της η καλλιέργεια από τα διαθέσιμα στοιχεία του εδάφους κι από τις εισροές, αλλά κι από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, την εποχή σποράς και την επιτυχή επικονίαση (Kirkhus et al., 2013).

Για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των συνθηκών ανάπτυξης στην ποιότητα των σπόρων καμελίνας, διεξήχθη πείραμα με δείγματα σπόρων καμελίνας που προέρχονται από 11 απομακρυσμένες περιοχές στην Ευρώπη και στη Σκανδιναβία (6 ° W-25 ° E, 48-61 ° N) και αναλύθηκαν ως προς την περιεκτικότητα του ακατέργαστου ελαίου, την ακατέργαστη πρωτεΐνη και τις ακατέργαστες ίνες. Η αξιολόγηση περιορίστηκε σε τρεις πολλά υποσχόμενες καλοκαιρινές ποικιλίες που επιλέχθηκαν ανάμεσα από επτά ποικιλίες που δοκιμάστηκαν. Μεταξύ των ποικιλιών βρέθηκε μια στατιστικά σημαντική διαφορά στο περιεχόμενο του ακατέργαστου ελαίου και στην ακατέργαστη πρωτεΐνη. Η μεταβολή στην ποιότητα των σπόρων αποδόθηκε εν μέρει στις ποικιλίες και κυρίως στις συνδυασμένες επιδράσεις των κλιματολογικών και εδαφολογικών συνθηκών υπό τις οποίες αναπτύχθηκε η καλλιέργεια (Zubr, J., 2003).

Η καμελίνα λόγω της υψηλής πυκνότητας φύτευσης έχει καλή ανταγωνιστικότητα με τα ζιζάνια γεγονός που ενισχύεται κι από τον βραχύ βιολογικό της κύκλο. Όμως αν χρειαστεί να ελεγχθεί ο πληθυσμός των ζιζανίων θα πρέπει να γίνει πολύ προσεκτική επιλογή ζιζανιοκτόνου σκευάσματος καθώς η καμελίνα είναι ευαίσθητη σε αυτά. Αν η εξάπλωση των ζιζανίων είναι μεγάλη συνίσταται η πρώιμη σπορά, η πυκνή φύτευση κι η επιλογή περιοχών χωρίς μεγάλη εξάπλωση ζιζανίων (McVay και Lamb 2007). Η δυνατότητα για πρώιμη σπορά και η αντοχή της καμελίνας σε χαμηλές θερμοκρασίες δίνει την ευκαιρία στην καλλιέργεια να ολοκληρώσει το βιολογικό της κύκλο σχετικά σύντομα πριν αναπτυχθούν τα ανταγωνιστικά ζιζάνια (Putnam et al. 1993, Ehrensing και Guy 2008).

Η καμελίνα θεωρείται ανθεκτική σε προσβολές από ασθένειες σε σχέση με τα φυτά της ίδιας Οικογένειας των Brassicaceae. Οι ρίζες της καμελίνας παράγουν ουσίες που επάγουν την διασυστηματική άμυνα του φυτού έναντι πιθανών εχθρών, αλλά δεν

κάνουν συμβιωτικές ωφέλιμες σχέσεις με μύκητες (μυκκόριζα) (Robinson 1987, Zubr 1997, Gugel και Falk 2006, Ehrensing και Guy 2008).

Δεν έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία σοβαρές εντομολογικές προσβολές στην καλλιέργεια της καμελίνας (Robinson 1987, Zubr 1997, Gugel και Falk 2006, Ehrensing και Guy 2008).

1.4.4 Αναπαραγωγή καμελίνας (Ανθοφορία- Επικονίαση- Σποροπαραγωγή)

Η καμελίνα αναπαράγεται εγγενώς με σπέρματα (σπόρο) και δεν εμφανίζει όργανα αγενούς αναπαραγωγής (Francis και Warwick 2009). Είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο φυτό (Francis και Warwick 2009), αλλά εάν υπάρχουν έντομα-επικονιαστές όπως μέλισσες (Εικ.1.9) πραγματοποιείται σταυρεπικονίαση από αυτά (Blamey και Grey-Wilson 1989, Corbet *et al.* 1991, Milabau και Stout 2008). Το ποσοστό σταυρεπικονίασης θεωρείται πολύ χαμηλό κι ανέρχεται στο 3% σε ένα πληθυσμό 1000 φυτών όπως επισήμανε το 1922 ο Teddin.

Ως ανοιξιότικη καλλιέργεια η Καμελίνα μπορεί να σπαρθεί από τον Απρίλιο ως τα τέλη Μαΐου και να έχει ανθοφορία από το Μάιο ως τον Ιούλιο στην Ευρώπη (Polunin 1969). Γενικά η όψιμη σπορά οδηγεί σε συρρίκνωση του βιολογικού κύκλου του φυτού σε 59 με 73 ημέρες και σε χαμηλότερες αποδόσεις (Angelini *et al.* 1997) δεδομένου πως ο χρόνος άνθησης είναι σταθερός κι αυτό που επηρεάζεται είναι ο βιολογικός κύκλος του φυτού.



Εικ.1.9 Σταυρεπικονίαση στην *Camelina sativa*

Η ανθοφορία της καμελίνας λαμβάνει χώρα σταθερά κι ανάλογα με το χρόνο σποράς από το Μάιο ως τον Ιούλιο. Τα περισσότερα από τα άνθη ανοίγουν το πρωί αν και αυτό δεν συμβαίνει με όλα τα άνθη καθώς ανοίγουν διαφορετικές ώρες μέσα στη

μέρα. Έως δυο ώρες πριν ανοίξει το άνθος ωριμάζουν κι ανοίγουν οι ανθήρες. Ανοίγοντας το άνθος ένα από τα τρία ζεύγη των στημόνων έχει επιμηκυνθεί και έχει το ίδιο ύψος με το στίγμα. Οι ανθήρες των κοντύτερων στημόνων ανοίγουν λίγες ώρες αργότερα μετά το άνοιγμα του άνθους. Τη νύχτα το άνθος κλείνει και οι στήμονες συγκλίνουν προς το στίγμα κι έτσι συντελείται η αυτεπικονίαση. Την επόμενη μέρα το άνθος θα ανοίξει ξανά κι ενώ οι ψηλότεροι στήμονες θα είναι άδειοι από γύρη οι κοντύτεροι θα έχουν ακόμα γύρη για να εξασφαλιστεί τις επόμενες ημέρες η αυτογονιμοποίηση. Την ίδια μέρα τα πέταλα θα αρχίσουν να μαραίνονται και θα αποχωριστούν από την ταξιανθία σε 2 έως 3 ημέρες μαζί με τα σέπαλα (Tedin 1922, Schultze-Motel 1939).



Εικ.1.10 Ταξιανθία της *Camelina sativa*

Σε σύγκριση με άλλα Σταυρανθή η καμελίνα δεν έχει υψηλές αποδόσεις σε σπόρο. Οι μέσες στρεμματικές αποδόσεις από σχετικά πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στον Καναδά κυμαίνονται μεταξύ 1200-1550kg/εκτάριο (Plessers *et al.* 1962).

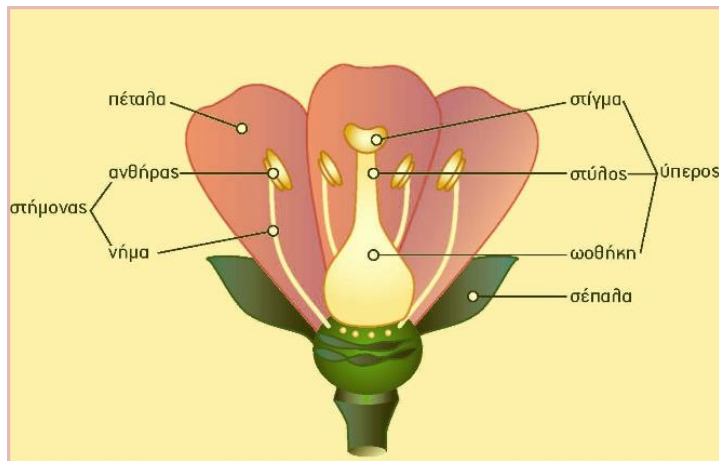
Οι αποδόσεις σε σπόρο εξαρτώνται από την πυκνότητα σποράς αλλά και από τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά (Francis και Warwick 2009).

1.4.5 Βλαστικότητα των σπόρων της καμελίνας

Οι σπόροι της καμελίνας παρουσιάζουν βλαστικότητα σε ποσοστό που φθάνει το 95%, ενώ σε κατάσταση καταπόνησης από υδατικό stress με συνθήκες ξηρασίας κατά το φύτευμα, το ποσοστό μειώνεται στο 38 με 45% ανάλογα και με την συν-επίδραση των λοιπών περιβαλλοντικών συνθηκών (Urbanias *et al.* 2008b). Ο Crowley παρατηρεί ότι η βλάστηση των σπόρων και το φύτευμα λαμβάνουν χώρα μόλις σε δυο εβδομάδες από τη σπορά (Crowley 1999) ακόμη και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κοντά στο μηδέν.

1.4.6. Δομή και λήθαργος των σπόρων της καμελίνας

Η καμελίνα ανήκει στα αγγειόσπερμα χαρακτηριστικό των οποίων είναι ότι ο σπόρος αποτελεί το προϊόν της γονιμοποιημένης και διαφοροποιημένης σπερματικής βλάστης. Το σπέρμα αποτελεί τη συνέχεια της εξέλιξης ενός γονιμοποιημένου άνθους.



Εικ.1.11 Τομή άνθους αγγειόσπερμου

Με τη γονιμοποίηση του άνθους σχηματίζεται το ζυγωτό κύτταρο που παραμένει αδρανές, ενώ ο πυρήνας του εμβρύοσακκου με συνεχείς διαιρέσεις σχηματίζει το ενδοσπέρμιο (endosperm) πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά που προορίζονται για το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Από την εξέλιξη του εμβρύου θα σχηματιστούν το υποκοτύλιο (hypocotyle), το ριζίδιο (radicle), οι κοτυληδόνες (cotyledones) και το βλαστίδιο (αρχέφυτρο του βλαστού) δηλαδή τα μέρη που αποτελούν το σπέρμα.

Το σπέρμα περιβάλλεται από το περισπέρμιο (seed coat) που προκύπτει από τη διαφοροποίηση των προστατευτικών χιτώνων της σπερματικής βλάστης (χαρακτηριστικό των αγγειοσπέρμων). Ουσιαστικά το σπέρμα αποτελεί μια συμπυκνωμένη μορφή ενός εν δυνάμει νεαρού φυτού σε κατάσταση ηρεμίας (λήθαργος). Είναι εφοδιασμένος με θρεπτικά συστατικά σε συμπυκνωμένη μορφή που θα του δώσουν κατά την εξέλιξή του τη δυνατότητα να εξελιχθεί σε αυτότροφο οργανισμό.



Εικ.1.12 Τομή σπέρματος αγγειόσπερμου

Οι κοτυληδόνες και το ενδοσπέρμιο αποτελούν τους αποθησαυριστικούς ιστούς που θα τροφοδοτήσουν όλα τα στάδια της εξέλιξης του σπέρματος κατά το φύτερωμα. Το περισπέρμιο αποτελεί το προστατευτικό κάλυμμα του σπέρματος και ενσωματώνει μηχανισμούς ελέγχου διέλευσης του νερού και ουσίες που παρεμποδίζουν τη βλάστηση.

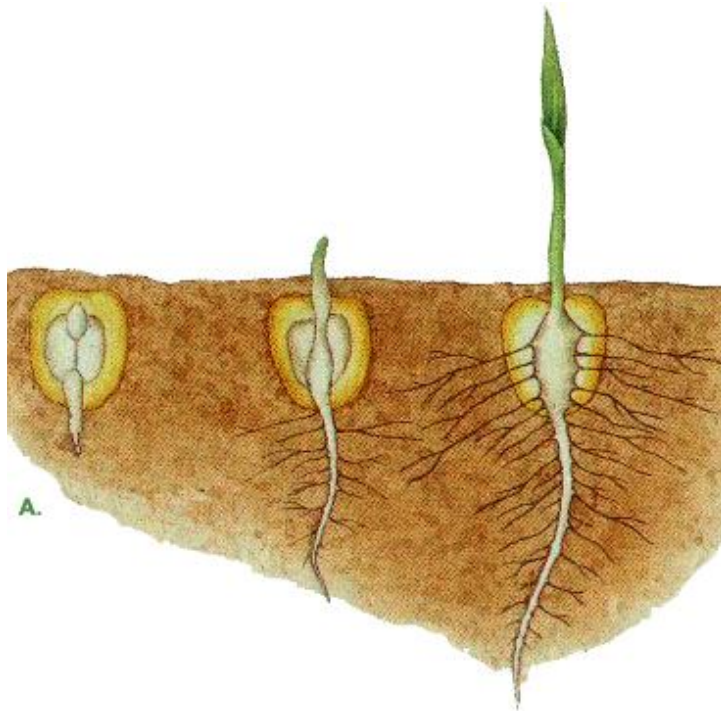
Η βλάστηση του σπέρματος θα ξεκινήσει με την πρόσληψη νερού που θα διασπάσει τη στεγανότητα του ενδοσπερμίου, θα ενυδατώσει το έμβρυο με αποτέλεσμα την εκκίνηση αύξησής του. Θα ακολουθήσει μια σειρά μορφογενετικών διαδικασιών που θα καταλήξουν στο σχηματισμό του αρτίβλαστου.

Αυτό που συμβαίνει στα κυτταρικά τοιχώματα του περισπερμίου είναι η δημιουργία ενός ηλεκτροχημικού δυναμικού που έλκει το νερό στις πρωτεΐνες και τα άλλα υδρόφιλα μόρια με αποτέλεσμα την διόγκωση των κυττάρων και την ενίσχυση του αυξητικού δυναμικού του εμβρύου. Η διάρρηξη του ενδοσπερμίου είναι η αρχή για τις μεταβολικές οδούς όπως της αναπνοής που θα ενεργοποιήσει υδρολυτικά ένζυμα που θα δράσουν ως την ολοκλήρωση του φυτρώματος του σπέρματος και την εμφάνιση του αρτίβλαστου.

Η πρόσληψη του νερού παρουσιάζει τρεις φάσεις: στην πρώτη φάση σημειώνεται έντονη πρόσληψη νερού, στη δεύτερη φάση σταθεροποιείται η πρόσληψη του νερού και στην τρίτη φάση που η πρόσληψη νερού είναι πάλι έντονη για να υποστηρίξει τις έντονες διεργασίες αύξησης και διαίρεσης των κυττάρων κατά τη διάσπαση των αποθησαυριστικών ουσιών.

Προκειμένου να ενεργοποιηθεί η διαδικασία του φυτρώματος των σπερμάτων βασική προϋπόθεση αποτελεί η άρση του λήθαργου των σπόρων που για κάθε είδος αναστέλλεται με διαφορετικό τρόπο. Η διατύπωση για τον ορισμό του φαινομένου του λήθαργου που είναι γενικά αποδεκτή είναι ότι ο λήθαργος αποτελεί την αποτυχία ενός ζωντανού σπόρου να ολοκληρώσει τη βλάστηση υπό ευνοϊκές συνθήκες (Bewley 1997).

Οι σπόροι της καμελίνας έχουν βραχεία ληθαργική περίοδο (Looman και Best 1987). Σε μελέτη που αναφέρεται στην καμελίνα και πραγματοποιήθηκε στην Ιρλανδία αναφέρεται πως η βλάστηση των σπόρων και το φύτερωμα έλαβαν χώρα εντός δυο εβδομάδων (Crowley 1999).



Εκ.1.13 Φύτρωμα σπόρου αγγειόσπερμου

1.5 Σύνθεση των ελαιούχων σπόρων της καμελίνας

Η καμελίνα έχει μελετηθεί για τον προσδιορισμό στη σύνθεση σε λιπαρά οξέα (FA) των σπόρων, στη χημική σύνθεση των σπόρων, στην *in vitro* πεπτικότητα της οργανικής ύλης των σπερμάτων της και για την απόδοση σε ενέργεια των ακατέργαστων σπόρων και των φυτών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής της. Βοτανικά δείγματα συλλέχθηκαν πέντε φορές σε προοδευτικά μορφολογικά στάδια από το βλαστικό μέχρι το στάδιο του ώριμου σπόρου.

Οι αναλύσεις των λιπαρών οξέων (FA) αποκαλύπτουν ποσοτικές διαφορές μεταξύ των σταδίων ανάπτυξης του φυτού. Το λινελαϊκό οξύ (LA, 18: 2 η-6) και παλμιτικό οξύ (PA, 16: 0) αυξάνονται με την αύξηση του σταδίου ανάπτυξης, ενώ στο α-λινολενικό οξύ (ALA, 18: 3 η-3) η περιεκτικότητα κυμαινόταν από 560 g / kg των συνολικών FA.

Η σύνθεση των λιπαρών οξέων στο φυτό κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, η οποία χαρακτηρίζεται από αυτά τα τρία δεσπόζοντα λιπαρά οξέα (λινελαϊκό οξύ, παλμιτικό οξύ και λινολενικό οξύ) επίσης διέφερε από εκείνη των σπόρων, όπου οι μέσες περιεκτικότητες ελαϊκού οξέος (18: 1 η-9), LA, ALA και γονδοϊκού οξέος (20: 1 η-9) ήταν 129, 177, 373, και 144 g / kg των ολικών FA, αντίστοιχα. Το η-6 λιπαρό οξύ σε αναλογία των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων του φυτού αυξήθηκε από 0.18, στο

βλαστικό στάδιο, σε 0,38, στο στάδιο του ώριμου σπόρου στο λοβό, ενώ στο σπόρο ήταν 0,59. Η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (DM), οργανική ύλη (OM), φυσικές ακατέργαστες ίνες (NDFom), όξινες φυσικές ίνες (ADFom), λιγνίνη (λιγνίνη (sa)) και η ακαθάριστη ενεργεια (GE) αυξάνονταν με την αύξηση του σταδίου ανάπτυξης, ενώ οι ακατέργαστες πρωτεΐνες, η τέφρα, και in vitro πεπτικότητα της οργανικής ύλης (IVOMD) μειώθηκαν με την αύξηση της του σταδίου και η περιεκτικότητα σε εκχύλισμα αιθέρα μειώθηκε από το βλαστικό στάδιο στο αρχικό στάδιο των σπόρων-προφυτρωτικά και στη συνέχεια αυξήθηκε στο στάδιο του ώριμου σπόρου (Peiretti, PG, Meineri G., 2007).

Σε πείραμα που διεξήχθη μελετήθηκε η μεταβλητότητα των σπόρων της καμελίνας (*Camelina sativa*, L. Crantz) που προέρχονταν από **οργανικούς αγρούς και γεωργικών συστημάτων χαμηλών εισροών** στη σύνθεση ακατέργαστου ελαίου που θα μπορούσε να αναμένεται μεταξύ των ετών και να εξαρτάται από το χρόνο σποράς, την ποικιλία και τις αλληλεπιδράσεις γενετικών παραγόντων και περιβάλλοντος, καθώς και των συστημάτων γεωργικής παραγωγής.

Σε **βιολογικούς σπόρους** προσδιορίστηκαν τα λίπη και η στοιχειακή σύνθεση της καμελίνας (*Camelina sativa*, L. Crantz). Μεταξύ 2004 - 2013 πραγματοποιήθηκαν διαφορετικά πειράματα σε αγρό με καμελίνα, συμπεριλαμβανομένων ενός πενταετούς (2009-2013) βιολογικής γεωργίας και ενός τριετούς (2008-2010) με καλλιέργεια χαμηλών εισροών. Αποδείχθηκε ότι οι σπόροι της καμελίνας περιέχουν, κυρίως, 4,25 - 5,24% τέφρα, 11,06 - 15,24% κυτταρίνη, 18,87- 21,97% βιταμίνη E, καθώς και ορυκτά - 0,18% ασβεστίου (Ca), 0,53% φώσφορο (P), 0,49% (Cu), 1,39% μαγγάνιο (Mn), 4,47% σίδηρο (Fe) και 2,56% ψευδάργυρο (Zn). πρωτεΐνες, 30,1 - 49,7% λίπη, και 25,83 - 28,21 mg / 100 g.

Στη βιολογική δοκιμή απόδοσης, τα καλύτερα χρόνια για το περιεχόμενο των σπόρων της καμελίνας σε λίπη (ακατέργαστου ελαίου) ήταν το 2009 (43,9%) και το 2012 (44,2%) και η κακή χρονιά ήταν το 2010 (31,4%). Επίσης, ο χρόνος σποράς επέδρασε στην περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες (στο ακατέργαστο έλαιο) και κυμάνθηκε μεταξύ 29,3 - 46,3% στα τέλη του φθινοπώρου και 33,4 - 49,6% στις αρχές της άνοιξης. Στο σύστημα της γεωργίας χαμηλών εισροών, η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες (λάδι) των ποικιλιών που μελετήθηκαν κυμάνθηκε μεταξύ 32,7 - 35,9%.

Οι βιολογικοί σπόροι και το λάδι που προέκυψε με ψυχρή έκθλιψη περιείχε κυρίως τρεις τύπους λιπαρών οξέων: ω-3 (31,9 - 53,4%) και ω-6 (18,6 - 21,61%), καθώς και μη απαραίτητα ω-9 (17,4 - 36,6%).

Περισσότερο από το 55% των λιπαρών οξέων ήταν πολυακόρεστα, κυρίως λινελαϊκό (18:2) και Α-λινολενικό (18:3), και 32% είναι μονοακόρεστα, κυρίως ελαϊκό (18:1), εικοσενοϊκό / γαδελαιϊκό (20:1) και ερουκικό οξύ (22:1). Το α-λινολενικό λιπαρό οξύ ήταν υψηλότερο στους σπόρους της σποράς αργά το φθινόπωρο. Ο μέσος όρος ω-6 προς αναλογία ω-3 στους σπόρους καμελίνας και στο ψυχρό λάδι ήταν 1:1,5 - 2,87 και 3:1 έως 5:1. Το ψυχρό λάδι της καμελίνας ήταν ευαίσθητο στην οξειδωση

δίνοντάς του έτσι μια μικρότερη διάρκεια ζωής. Επίσης, η σύνθεση λιπαρών οξέων των σπόρων καμελίνας στο ψυχρό λάδι δεν ήταν σημαντικά διαφορετική (Tonaca et al., 2013).

1.6 Χρήσεις της καμελίνας-Διατροφική αξία

Η καμελίνα μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική επιτυχημένη πρόταση καλλιέργειας για την παραγωγή ελαιούχων σπόρων με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη λόγω των ελάχιστων φυτοπαθολογικών εχθρών που την επιβαρύνουν σε σύγκριση με άλλες παραδοσιακές καλλιέργειες παραγωγής ελαιούχων σπόρων (Henriksen et al., 2009).

Ιδιαίτερα τα τελευταία είκοσι έτη έχει δοθεί έμφαση στην έρευνα της ελαιοπαραγωγικής ικανότητας της καμελίνας. Το έλαιο της καμελίνας χρησιμοποιείται τόσο για ανθρώπινη κατανάλωση, όσο και για ζωοτροφή, για φαρμακευτική χρήση και στην κοσμετολογία (Angelini et al. 1997, Bonjean et Le Goffic 1999, Dubois et al. 2007, Gugel και Falk 2006, Jankowski και Budzynski 2003, Lu 2008, Mlakar et al. 2008, Putnam et al. 1993, Vollmann et al. 1996, Zubr 1997). Η **βιολογική καλλιέργεια** καμελίνας φαίνεται να είναι κατάλληλη για την παραγωγή βρώσιμου ελαίου λόγω της πλούσιας σύνθεσής του σε λιπαρά οξέα, τοκοφερόλες και φυτοστερόλες (Kirkhus B, Lunden AR, Haugen JE, Vogt G, 2013) Στην κοσμετολογία έχουν αξιολογηθεί οι ιδιότητες του ελαίου στην αναδόμηση των ιστών του δέρματος, στην ενίσχυση της ελαστικότητας της επιδερμίδας και στη σύσφιξη του δέρματος (Vollmann et al. 1996).

Επιπροσθέτως το έλαιο της καμελίνας χρησιμοποιήθηκε σε λάμπες φωτισμού ελαίου και για παραγωγή βιοκαύσιμου(biodiesel). Τα στελέχη της χρησιμοποιούνται για παραγωγή κλωστικών ινών (Francis και Warwick 2009, Porcher 1863, Sturtevant 1919).

Σήμερα το κυρίως ενδιαφέρον για την καλλιέργεια της καμελίνας έχει επικεντρωθεί στην παραγωγή βιοκαύσιμου είτε ως προσθετικό βιοκαύσιμο είτε για να παραχθεί βιοντίζελ κυρίως στον Καναδά (Bonjean et Le Goffic 1999, Reaney et al. 2007).

Το βιοντίζελ θεωρείται μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας χαμηλού κόστους που μπορεί να παραχθεί από φυτικό ή από ζωικό λίπος. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή περιεκτικότητα θειούχων και αρωματικών ενώσεων, ενώ έχει αυξημένο αριθμό κετανίου και τη χαμηλότερη εκπομπή σε μονοξειδίο του άνθρακα (Demirbas 1998, Harrington 1986, Knothe et al. 2006, Yan και Lin 2009). Όμως το λάδι της καμελίνας που παράγεται από ψυχρή έκθλιψη και παράγεται το βιοκαύσιμο είναι ευαίσθητο στην οξείδωση δίνοντάς του έτσι μια μικρότερη διάρκεια ζωής (Tonaca et al., 2013). Υπάρχουν κάποια μειονεκτήματα όπως η χαμηλή οξειδωτική σταθερότητα, η μειωμένη

αποθηκευτική σταθερότητα, το υψηλό κόστος παραγωγής και οι υψηλές εκπομπές σε μονοξειδίο του αζώτου που δεν επιτρέπουν ακόμα την αντικατάσταση του πετρελαίου από βιοκάυσιμο παραγόμενο από καμελίνα ή άλλη πηγή (Lin *et al.* 2009, Moser 2008, Zang *et al.* 2003).

Συγκεκριμένα το βιοκάυσιμο που παράγεται από το έλαιο της καμελίνας έχει υψηλές εκπομπές σε μονοξειδίο του αζώτου, αλλά φιλτραρισμένο έλαιο καμελίνας που παράγεται με ψυχρή έκθλιψη παράγει βιοκάυσιμο πολλά υποσχόμενο που αυξάνει την ισχύ σε μεταφορικές πετρελαιοκίνητες μηχανές και μειώνει την εκπομπή καυσαερίων (Bernardo *et al.* 2003).

Συγκριτικά με το πετρέλαιο όπως εξάγεται από σχετικό πείραμα, η χρήση βιοντίζελ από έλαιο καμελίνας μειώνει την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου κατά 40-60% (Krohn και Fripp 2012).

Σήμερα έχει αναπτυχθεί βιοκάυσιμο ειδικό για κινητήρα αεροπλάνων με βάση το έλαιο της καμελίνας και ιδιωτική εταιρία έχει συμβόλαιο για την παραγωγή 151 κυβικών μέτρων το χρόνο βιοκάυσιμου από καμελίνα (Waraich *et al.* 2013).

Αναφορικά με τη χρήση της καμελίνας ως ζωοτροφή χρειάζεται προσοχή στις ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν για τη σύσταση του σιτηρεσίου καθώς κάποια συστατικά του ελαίου επηρεάζουν την ποιότητα των γαλακτοκομικών προϊόντων, του κρέατος και των αυγών των πουλερικών (Matthaus 1997, Henriksen *et al.*, 2009).

Η χρήση των σπόρων καμελίνας για την παραγωγή αλεύρων στη διατροφή των ζώων μπορεί να περιορίζεται από **αντί-θρεπτικές ενώσεις**. Το περιεχόμενο σε **γλυκοσινολικά φυτικά οξέα**, **η σιναπίνη** και **συμπυκνωμένες ταννίνες** αξιολογήθηκαν σε δώδεκα επιλεγμένες ποικιλίες της *Camelina sativa*.

Όλες οι αντί-θρεπτικές ενώσεις που εξετάστηκαν (γλυκοσινολικά φυτικά οξέα, η σιναπίνη και συμπυκνωμένες ταννίνες) έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γονότυπων των ποικιλιών. Μόνο η συγκέντρωση των γλυκοσινολικών οξέων στο αλεύρι που προέκυψε με προορισμό τη ζωοτροφή αξίζει την προσοχή, ενώ η περιεκτικότητα σε λοιπά φυτικά οξέα, η σιναπίνη και οι συμπυκνωμένες ταννίνες βρέθηκαν σε αποδεκτά επίπεδα. Η καμελίνα κατέδειξε την παρουσία τριών διαφορετικών γλυκοσινολικών οξέων (GSL1, GSL2 και GSL3) στο παραγόμενο από την καλλιέργειά της αλεύρι, με διαφορές μεταξύ των γονότυπων όσον αφορά τη σχετική αφθονία του κάθε οξέος. Το περιεχόμενο των γλυκοσινολικών συσχετίζεται αντίστροφα με εκείνο της σιναπίνης. Το περιεχόμενο γλυκοζινόλης στο αλεύρι της καμελίνας πρέπει να μειωθεί για να αυξηθεί η χρήση αυτού του αλευριού στη διατροφή των ζώων, αλλά αποφεύγοντας αντί αυτής να περιέχει σιναπίνη (Russo R., Reggiani R. - 2012).

Υπάρχει όμως μια καταγεγραμμένη μεταβλητότητα στη σύνθεση των σπόρων της καμελίνας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν επιλέγεται ο λόγος που θα καλλιεργηθεί κι είναι συνάρτηση της ποικιλίας, των περιβαλλοντικών δεδομένων και

των εισροών. Η μεταβλητότητα των σπόρων της καμελίνας (*Camelina sativa*, L. Crantz) στη σύνθεση ακατέργαστου ελαίου θα μπορούσε να αναμένεται μεταξύ των ετών και να εξαρτάται από το χρόνο σποράς, την ποικιλία και τις αλληλεπιδράσεις γενετικών παραγόντων και περιβάλλοντος, καθώς και των συστημάτων γεωργικής παραγωγής (Tonca et al., 2013).

Σε πείραμα που διεξήχθη στη Γερμανία (Bohme et al. 1997) για να οργανωθεί σιτηρέσιο χοίρων καθορίστηκε το optimum της ποσότητας σε σπόρους καμελίνας στο 5%, καθώς σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις υποβάθμισε την ποιότητα του λίπους και προσέθεσε αρνητικά χαρακτηριστικά στις οργανοληπτικές ιδιότητες του κρέατος.

Στα πουλερικά βρέθηκε πως η προσθήκη ελαίου καμελίνας στο σιτηρέσιό τους ενίσχυσε την περιεκτικότητα του κρέατος και των αυγών σε πολύτιμα λιπαρά οξέα ω-3 χωρίς καμία αρνητική επίδραση στις οργανοληπτικές ιδιότητες των προϊόντων (Ryhanen et al. 2007). Ωστόσο η γενική αξιολόγηση του πειράματος ήταν αρνητική καθώς μειώθηκε η διάθεση των πουλερικών για λήψη τροφής και μειώθηκε το βάρος τους. Αυτό βέβαια μπορεί να εκτιμηθεί ως θετικό μόνο αν επιζητηθεί η ποιότητα κι όχι η μεγιστοποίηση της παραγωγής αφού τα προϊόντα εντέλει δεν είχαν μειωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και κυρίως είχαν αυξημένη διαθρεπτική αξία λόγω των αυξημένων ω-3 λιπαρών οξέων που είναι πολύτιμα στην ανθρώπινη διατροφή.

Η Αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (US-FDA) ενέκρινε συγκεκριμένες ποσότητες σπόρων καμελίνας για τη σύσταση σιτηρεσίων βοοειδών, χοίρων και πουλερικών για κρεοπαραγωγή, αλλά και παραγωγή αυγών. Στον Καναδά ο αντίστοιχος οργανισμός ελέγχου τροφίμων (Canadian Food Inspection Agency) ενέκρινε υψηλό ποσοστό ελαίου καμελίνας (12%) στην κατάρτιση σιτηρεσίου ζωοτροφών, ενώ το 2010 το Υπουργείο Υγείας του Καναδά χαρακτήρισε το έλαιο της καμελίνας ως «νέο τρόφιμο» κι επέτρεψε την τυποποίηση του ελαίου για χρήση στην ανθρώπινη διατροφή.

Οι φαρμακευτικές ιδιότητες του ελαίου της καμελίνας το έχουν ήδη συμπεριλάβει σε συμπληρώματα διατροφής για πρόσληψη λιπαρών οξέων ω-3. Η συστηματική λήψη ελαίου καμελίνας από τον άνθρωπο δύναται να μειώσει τη χοληστερόλη LDL (Karvonen et al. 2002). Επίσης το έλαιο της καμελίνας περιέχει κι άλλες ωφέλιμες ουσίες για την ανθρώπινη διατροφή όπως τοκοφερόλη, λινολενικό οξύ που αποτελεί ένα από τα κύρια λιπαρά οξέα στη σύνθεση του ελαίου της καμελίνας κι άλλες αντιοξειδωτικές ουσίες που ωφελούν τον οργανισμό και προλαμβάνουν τις θρομβώσεις και τις καρδιακές αρρυθμίες.

Η καμελίνα περιέχει τρία κύρια ω-3 λιπαρά οξέα το λινελαϊκό οξύ, το παλμιτικό οξύ και το λινολενικό οξύ που αποτελούν βασικά δομικά στοιχεία των λιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών, συμβάλλουν στην καλή λειτουργία του νευρικού συστήματος και των ματιών.



Εκ.1.14 Έλαιο από *Camelina sativa*

1.7 Σκοπός της μελέτης

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση των επιδράσεων οργανικής λίπανσης (κόμποστ και κοπριάς) και ανόργανης λίπανσης (N-P-K) στην ανάπτυξη και σε εννέα αγρονομικά χαρακτηριστικά της καμελίνας (*Camelina sativa*).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Καλλιεργητικά και μετεωρολογικά στοιχεία του πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η σπορά έλαβε χώρα τον Μάιο του 2016 και ολοκληρώθηκε σε 67 Ημέρες Από Σποράς (ΗΑΣ) τον Ιούλιο του 2016.



Εικ. 2.1.1 Εγκατάσταση του πειράματος στον αγρό του Γ.Π.Α.

Το έδαφος ως προς τη μηχανική του σύσταση χαρακτηρίζεται ως αργιλοπηλώδες. Οι εδαφικές αναλύσεις έγιναν στο Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α. σε δείγματα εδάφους βάθους 0-20 cm (πίνακας 2.2)

Πίνακας 2.1

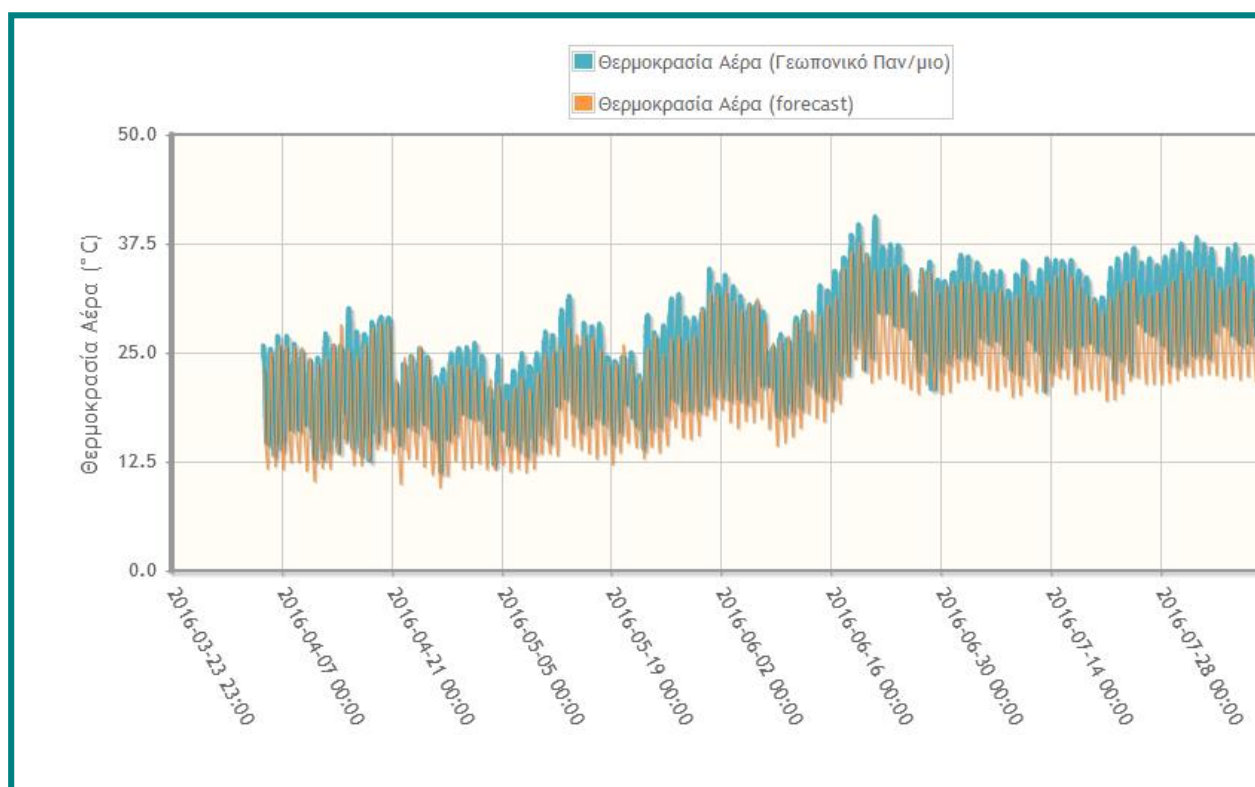
Ανάλυση εδάφους

pH	7,29
Χαρακτηρισμός εδάφους	Αργιλοπηλώδες (CL)
Άμμος	19,08%
Ιλύς	45,7%
Άργιλος	35,2%
οργανική ουσία (Walkley & Black)	1,5
διαθέσιμος φωσφόρος (Olsen)	34,63ppm
CaCO ₃	16%
Ολικό άζωτο	0,175%
Κάλιο	880ppm
Αγωγιμότητα	2700μmhos

Μετεωρολογικά δεδομένα που ελήφθησαν από τον μετεωρολογικό κλωβό του αγρού του Γ.Π.Α.:

1. Θερμοκρασία αέρα.

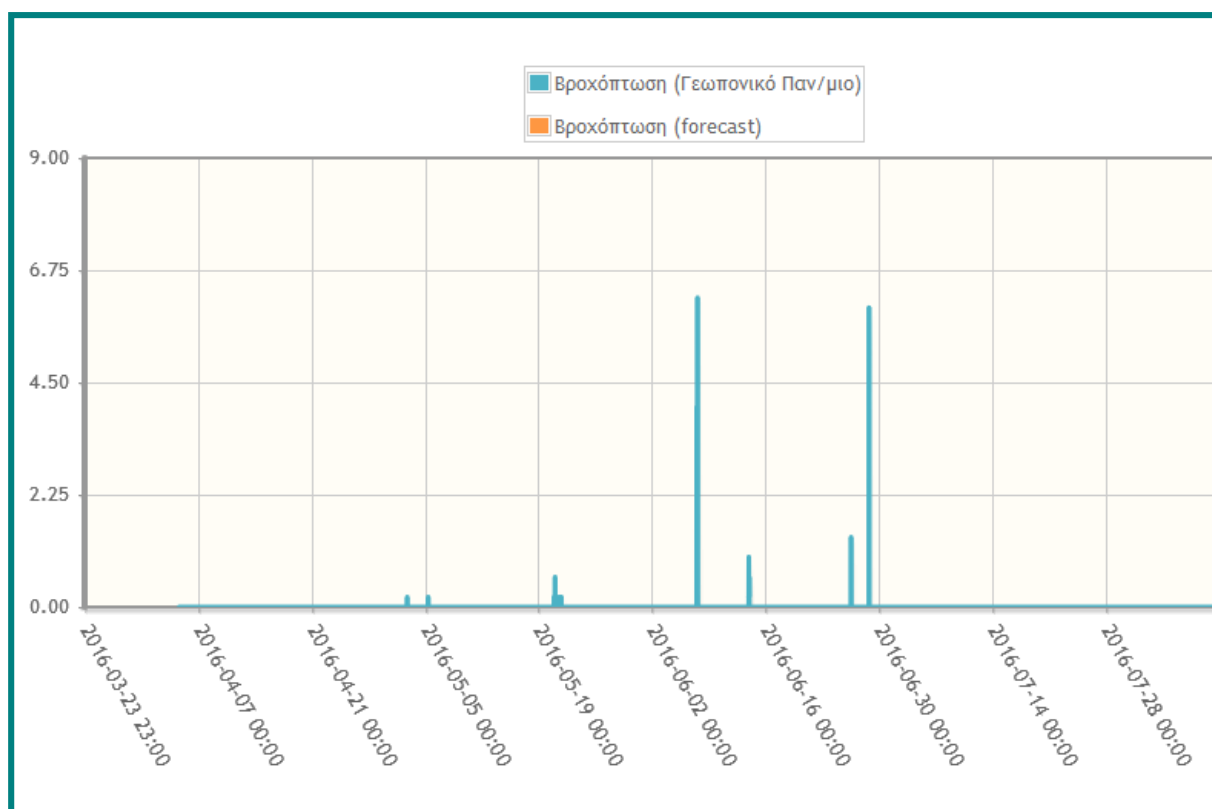
Η Θερμοκρασία του αέρα στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών από το Μάιο ως τον Ιούλιο κυμάνθηκε στις θερμοκρασίες που φαίνονται στο παρακάτω γράφημα. Η ανώτερη θερμοκρασία που καταγράφηκε στο διάστημα που έλαβε χώρα το πείραμα ήταν $40,6^{\circ}\text{C}$ την 21^η Ιουνίου και ώρα 16:21:01, ενώ η κατώτερη θερμοκρασία ήταν $12,8^{\circ}\text{C}$ την 9^η Μαΐου και ώρα 3:00:00.



Γράφημα 2.1 Θερμοκρασία αέρα

2. Ύψος βροχόπτωσης.

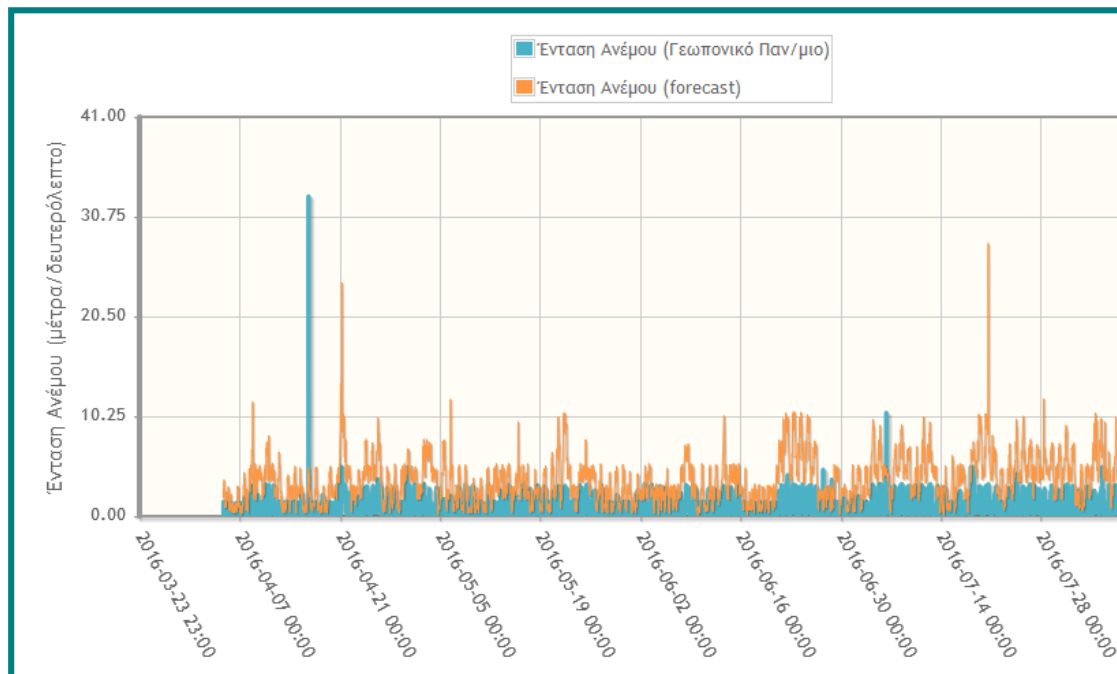
Το ύψος βροχόπτωσης στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών από το Μάιο ως τον Ιούλιο καταγράφηκε όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα για την περίοδο που έλαβε χώρα το πείραμα από τον Μάιο ως τον Ιούλιο του 2016. Το μέγιστο ύψος βροχής καταγράφηκε την 7^η Ιουνίου και ήταν 6,2mm.



Γράφημα 2.2 Ύψος βροχόπτωσης

3. Ένταση του ανέμου.

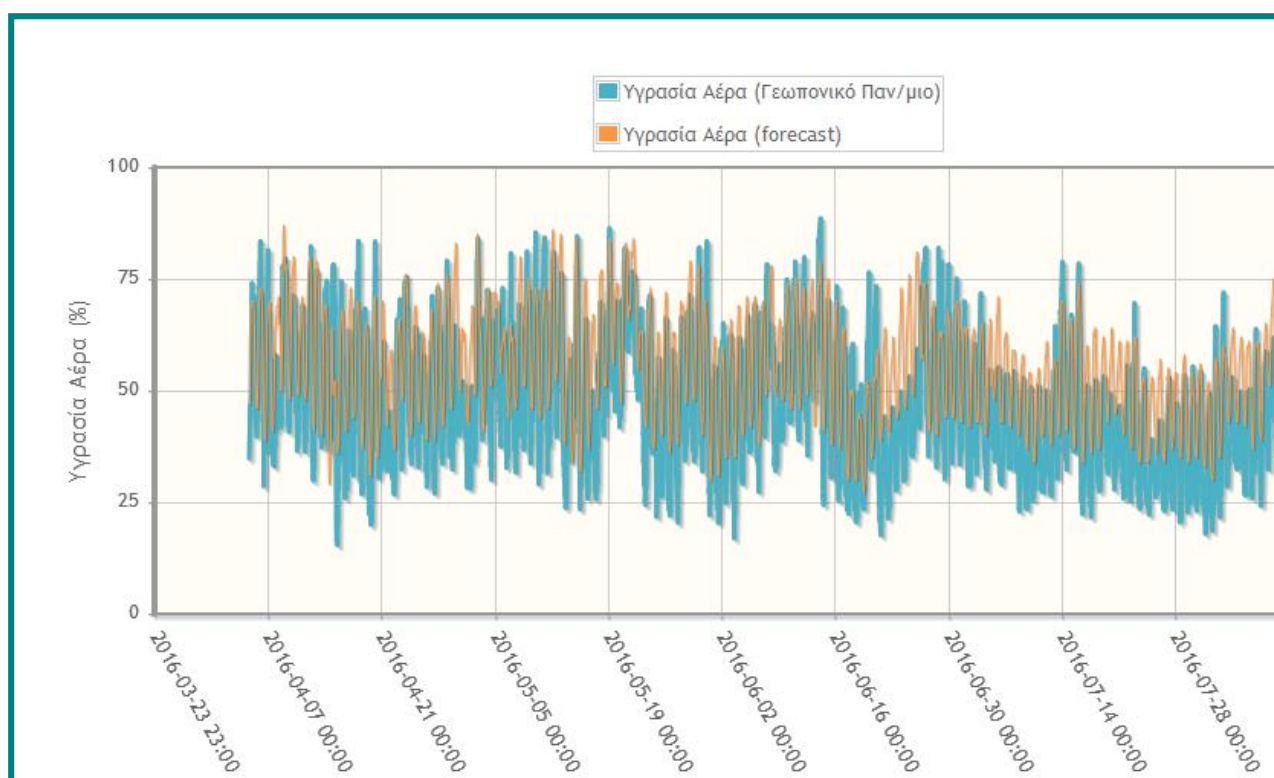
Η ένταση του ανέμου στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για το διάστημα που έλαβε χώρα το πείραμα από το Μάιο ως τον Ιούλιο καταγράφηκε στο παρακάτω γράφημα. Η μέγιστη ταχύτητα στο διάστημα αυτό σημειώθηκε στις 2 Ιουλίου είχε τιμή 27,97m/sec.



Γράφημα 2.3 Ένταση του ανέμου

4. Σχετική υγρασία αέρα Rh-(%).

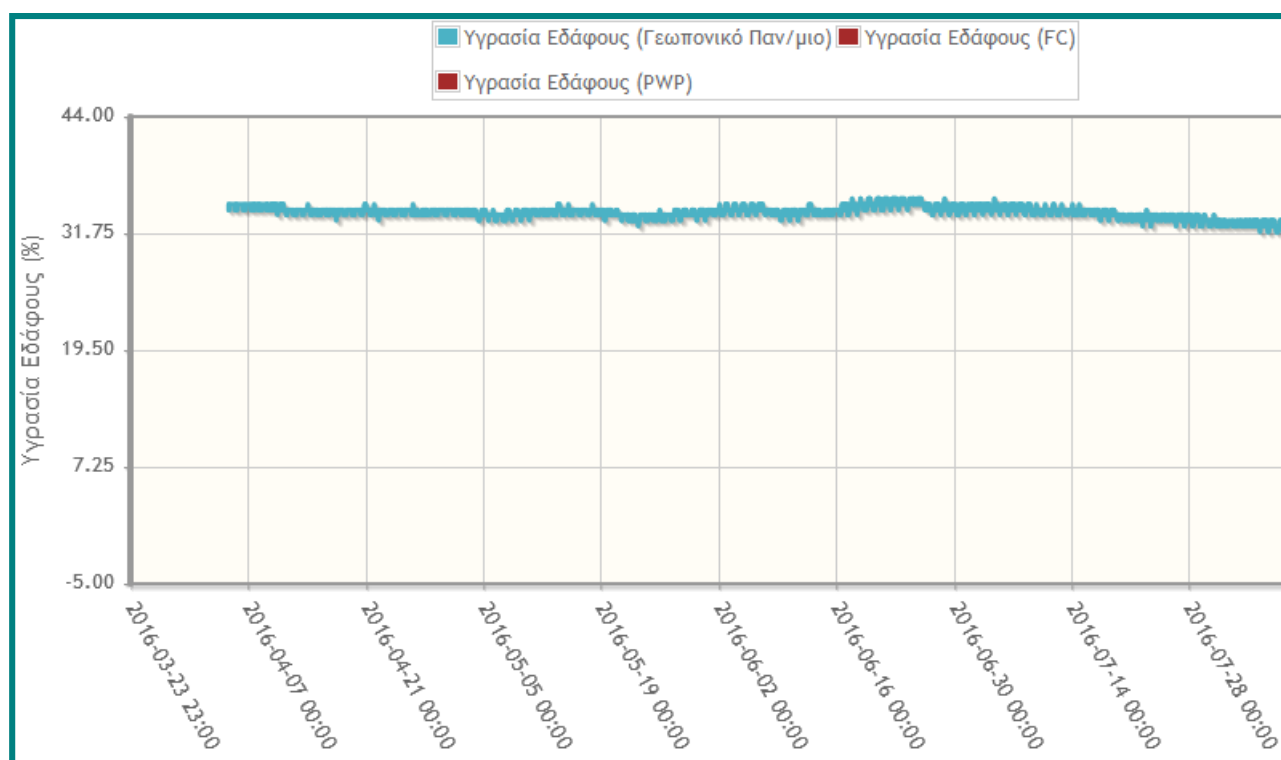
Η υγρασία του το αέρα στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών καταγράφηκε στο παρακάτω γράφημα για το διάστημα που έλαβε χώρα πείραμα από το Μάιο ως τον Ιούλιο. Η μέγιστη τιμή που καταγράφηκε ήταν στις 14 Ιουνίου.



Γράφημα 2.4 Σχετική υγρασία αέρα (%)

5. Υγρασία εδάφους (%).

Η υγρασία του εδάφους στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών καταγράφηκε στο παρακάτω γράφημα για το διάστημα που έλαβε χώρα πείραμα από το Μάιο ως τον Ιούλιο. Η μέγιστη τιμή της εδαφικής υγρασίας καταγράφηκε στις 19, 20 και 21 Ιουνίου με τιμή 35,4%.



Γράφημα 2.5 Υγρασία εδάφους (%)

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Σε πειραματικό αγρό που είχε διαστάσεις $7 \times 9 = 63 \text{ m}^2$ εγκαταστάθηκε πείραμα που ακολούθησε το Εντελώς Τυχαίοποιημένο Σχέδιο (Ε.Τ.Σ). Το πείραμα είχε τέσσερις επαναλήψεις εμβαδού 12 m^2 με τέσσερις διαφορετικές μεταχειρίσεις στη λίπανση του εδάφους (1.καθόλου λίπανση-μάρτυρας, 2.κόμποστ-οργανική λίπανση, 3.κοπριά-οργανική λίπανση και 4.ανόργανη λίπανση με N-P-K) με εμβαδό κάθε πειραματικού τεμαχίου (plot) $1,5 \times 2 = 3 \text{ m}^2$. Σε κάθε μεταχείριση υπήρχαν τρεις γραμμές σποράς που απείχαν μεταξύ τους 40 cm.

1^η μεταχείριση: Μάρτυρας: δεν έχει γίνει καμία προσθήκη λίπανσης στο έδαφος.

2^η μεταχείριση: Προσθήκη compost/ κόμποστ-800 kg/ στρέμμα.

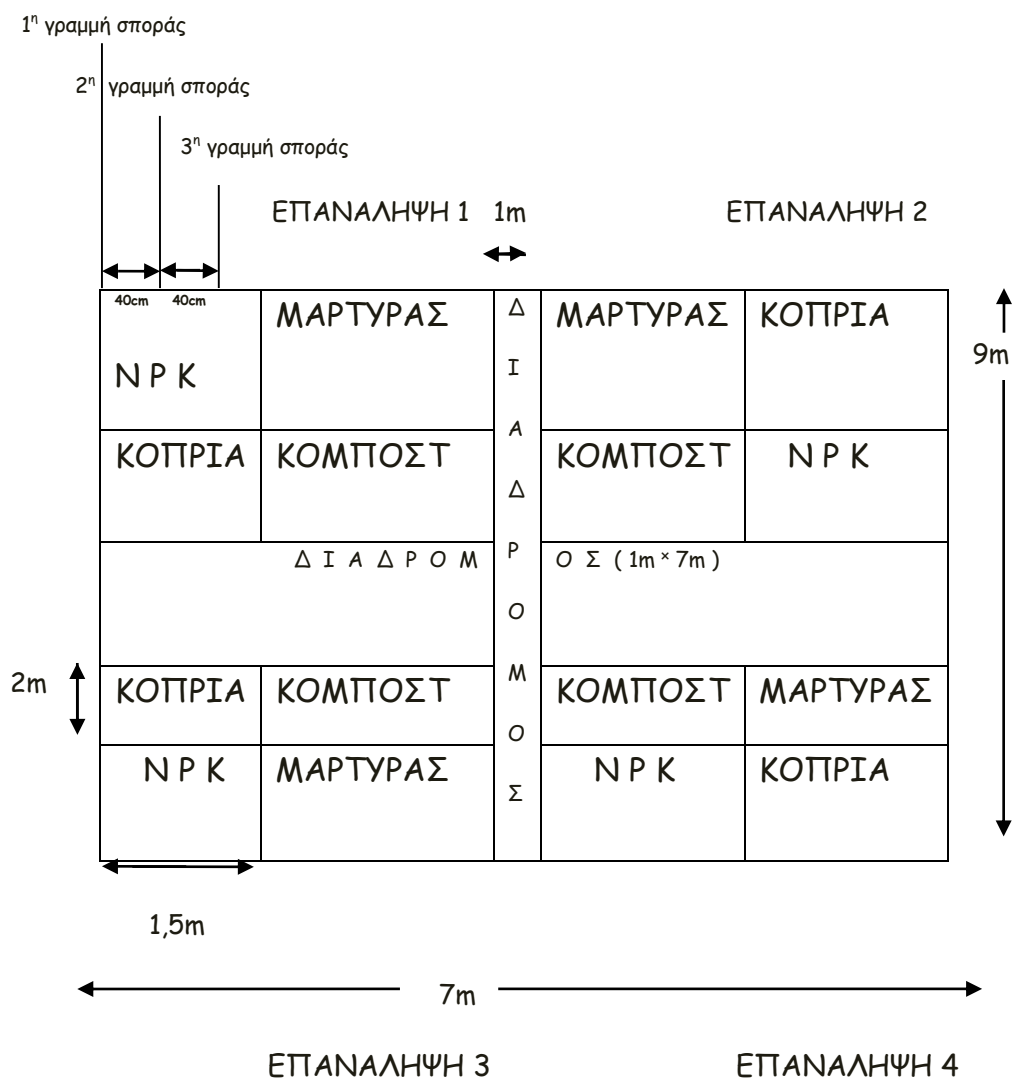
3^η μεταχείριση: Προσθήκη κοπριάς-1800kg/στρέμμα.

4^η μεταχείριση: Προσθήκη ανόργανου λιπάσματος N-P-K(άζωτο-φώσφορο- κάλιο)-67 kg/στρέμμα.

Υπολογίστηκε η πυκνότητα φύτευσης: 80 φυτά/ m^2 ή 0,9 kg/στρέμμα (το optimum θεωρείται ότι είναι 250-600 σπόροι/ m^2 ή 3-7 kg/στρέμμα ή 200 φυτά/ m^2) (Zubr 1997, McVay και Lamb 2007, Johnson *et al.*2008, Urbaniac *et al.*2008, Johnson *et al.*2011).



Εικ. 2.2.1 Καμελίνα στον αγρό του Γ.Π.Α.



Πίνακας 2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ



Εικ. 2.2.2 Το πειραματικό σχέδιο στον αγρό του Γ.Π.Α.

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 9/5/2016 και ακολούθησε πότισμα επί των γραμμών σποράς. Έγινε επανασπορά στις 26/5/2016 (17^η ΗΑΣ) στα σημεία των γραμμών σποράς που είχαμε αραιή βλάστηση.

Η ενσωμάτωση των λιπάνσεων έγινε στις 12/5/2016 (3^η ΗΑΣ) και ακολούθησε πότισμα ανά δυο ημέρες.



Εικ. 2.2.3 Εφαρμογή των διαφορετικών λιπάνσεων σε μια επανάληψη του πειράματος



Εικ. 2.2.4 Εφαρμογή των διαφορετικών λιπάνσεων στα plots



Εικ. 2.2.5 Ο πειραματικός αγρός μετά την εφαρμογή των λιπάνσεων



Εικ. 2.2.6 Άρδευση φυτών καμελίνας στον πειραματικό αγρό Γ.Π.Α.

Έγιναν ποτίσματα αρχικά ανά δυο ημέρες για 17 ημέρες ως τις 26/5/2016 (17^η ΗΑΣ) κι εν συνεχεία ανά τέσσερις ημέρες ως την παραμονή της συγκομιδής στις 14/7/2016.



Εικ. 2.2.7 Πότισμα νεαρών φυτών καμελίνας στον πειραματικό αγρό

Στις 10/6 (την 32^η Ημέρα Από την Σπορά-ΗΑΣ) ξεκίνησαν οι μετρήσεις στην ανάπτυξη και στα αγρονομικά χαρακτηριστικά της καμελίνας. Ελήφθησαν οκτώ δείγματα φυτών από κάθε επανάληψη (δύο από κάθε μεταχείριση) κι άρα 32 συνολικά δείγματα και μετρήθηκαν εφεξής τα χαρακτηριστικά: μήκος βλαστού, μήκος ρίζας, νωπό βάρος βλαστού, νωπό βάρος ρίζας, ξηρό βάρος βλαστού, ξηρό βάρος ρίζας, αριθμός δευτερευόντων βλαστών ανά φυτό, αριθμός φύλλων ανά φυτό και φυλλική επιφάνεια ανά φυτό.



Εικ. 2.2.8 Νεαρά φυτά καμελίνας στον πειραματικό αγρό

Οι μετρήσεις αυτές επαναλήφθηκαν στις 20/6 (42^η ΗΑΣ), 1/7 (52^η ΗΑΣ) και 10/7 (62^η ΗΑΣ)-Πραγματοποιήθηκαν συνολικά τέσσερις μετρήσεις των εννέα αγρονομικών χαρακτηριστικών.



Εικ. 2.2.9 Καμελίνα στις 1/7/16 στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α.



Εικ. 2.2.10 Η καμελίνα λίγο πριν την ωρίμανση

Στις 15/7(67^η ΗΑΣ) έγινε η συγκομιδή της καλλιέργειας έχοντας ολοκληρώσει το βιολογικό κύκλο της σε **67** ημέρες κι υπολογίστηκε έχοντας πάλι δυο φυτά-δείγματα ανά μεταχείριση από κάθε μια επανάληψη των τεσσάρων επαναλήψεων (οκτώ δείγματα από κάθε επανάληψη κι άρα 32 δείγματα συνολικά):

- το βάρος των σπόρων ανά φυτό (gr),
- το βάρος των 1000 σπόρων ανά φυτό (gr),
- ο αριθμός των σπόρων ανά φυτό και
- η απόδοση σε σπόρο (Kgr/στρέμμα).



Εικ. 2.2.11 Ώριμα φυτά καμελίνας κατά τη συγκομιδή



Εικ. 2.2.12 Η καλλιέργεια λίγο πριν την ωρίμανση



Εικ. 2.2.13 Η καλλιέργεια στην ωρίμανση

2.3 Στατιστική Ανάλυση

Για την ανάλυση των δεδομένων διεξήχθη ανάλυση της διασποράς (ANOVA). Οι διαφορές των μέσων όρων συγκρίθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 5% χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία του Each Pair, Student' s test. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του προγράμματος στατιστικής ανάλυσης jmp_8_v.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

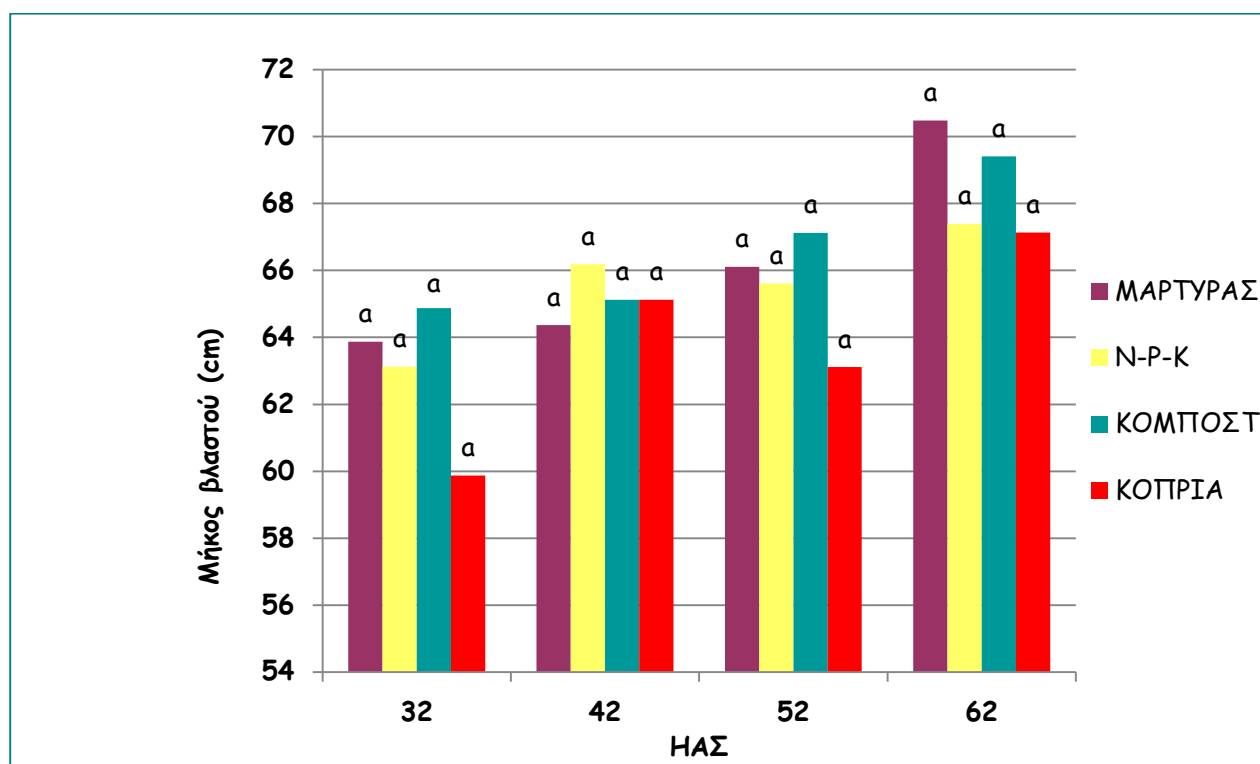
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αγρονομικά χαρακτηριστικά εκτιμώμενα κατά τις ΗΑΣ (Ημέρες Από Σπορά).

Οι μετρήσεις στα εννέα αγρονομικά χαρακτηριστικά της καμελίνας (μήκος βλαστού, μήκος ρίζας, νωπό βάρος βλαστού, νωπό βάρος ρίζας, ξηρό βάρος βλαστού, ξηρό βάρος ρίζας, αριθμός πλάγιων βλαστών, αριθμός φύλλων, φυλλική επιφάνεια) πραγματοποιήθηκαν στις ημερομηνίες:

- 10/6/2016-32^η ΗΑΣ
- 20/6/2016-42^η ΗΑΣ
- 1/7/2016- 52^η ΗΑΣ και
- 10/7/2016 -62^η ΗΑΣ (Η.Α.Σ.= Ημέρα Από Σπορά)

Από την επεξεργασία των δεδομένων και τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:



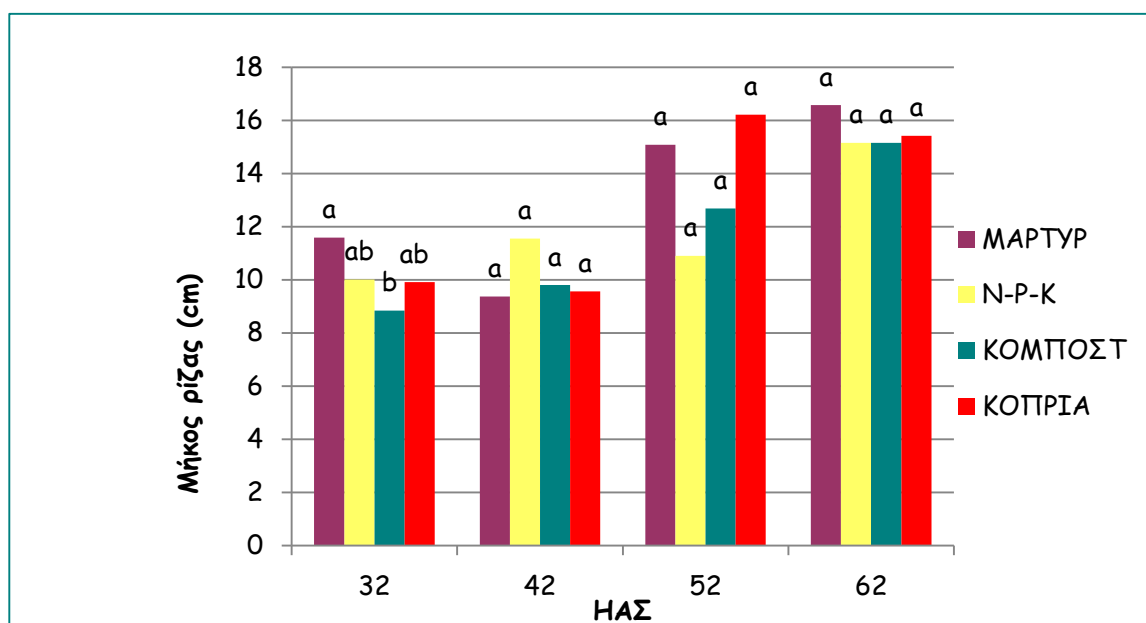
Γράφημα 3.1.1 Μήκος βλαστού (cm)

ΜΗΚΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων. Για το μήκος του βλαστού για κάθε ΗΑΣ (Ημέρα Από Σπορά) παρατηρούμε:

- Την 32^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 42^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 52^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Δεν υπήρξε σημαντική επίδραση τόσο της οργανικής λίπανσης (κόμποστ και κοπριάς), όσο και της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) στο μήκος του βλαστού σε σχέση με τη μεταχείριση χωρίς λίπανση (μάρτυρας).



ΜΗΚΟΣ ΡΙΖΑΣ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

Γράφημα 3.1.2 Μήκος ρίζας (cm)

. Για το μήκος της ρίζας κάθε ΗΑΣ (Ημέρα για Από Σπορά) παρατηρούμε:

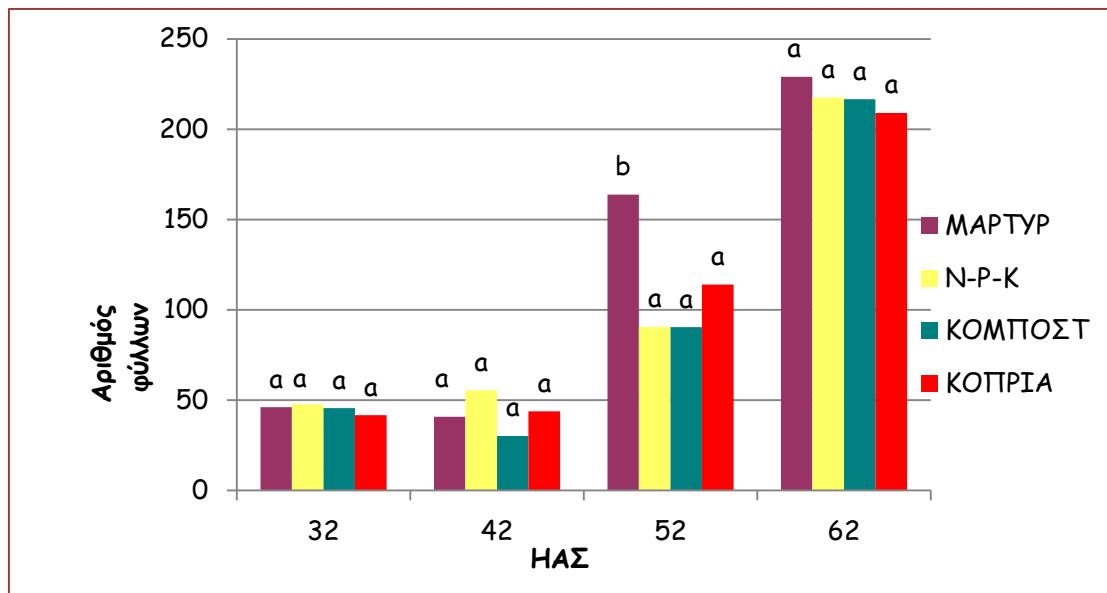
- Οι μεταχειρίσεις ΜΑΡΤΥΡΑΣ και ΚΟΜΠΟΣΤ την 32^η ΗΑΣ διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για το μήκος της Ρίζας.
- Την 42^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 52^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

- Την 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Την 32^η ΗΑΣ διαφέρουν σημαντικά οι μεταχειρίσεις καθόλου λίπανση και οργανική λίπανση κόμποστ ως προς το μήκος της ρίζας. Φαίνεται πως η εφαρμογή κόμποστ δεν ενθαρρύνει την ανάπτυξη της ρίζας της καμελίνας ως το μέσον του βιολογικού της κύκλου σε σχέση με την καθόλου λίπανση που φαίνεται πως ευνοεί την ανάπτυξη μεγαλύτερης ρίζας στο διάστημα αυτό. Στη συνέχεια όμως τις κατά τις επόμενες μετρήσεις, οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν σημαντικά ως προς το μήκος της ρίζας .

Τις 42^η ΗΑΣ, 52^η ΗΑΣ και 62^η ΗΑΣ δεν υπήρχε καμία σημαντική επίδραση τόσο οργανικής λίπανσης (κόμποστ και κοπριάς), όσο και της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) στο **μήκος της ρίζας** σε σχέση με τη μεταχείριση χωρίς λίπανση (μάρτυρας).

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων



Γράφημα 3.1.3 Αριθμός φύλλων

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων. Για το αγρονομικό χαρακτηριστικό **αριθμός φύλλων** για κάθε ΗΑΣ (Ημέρα Από Σπορά) παρατηρούμε:

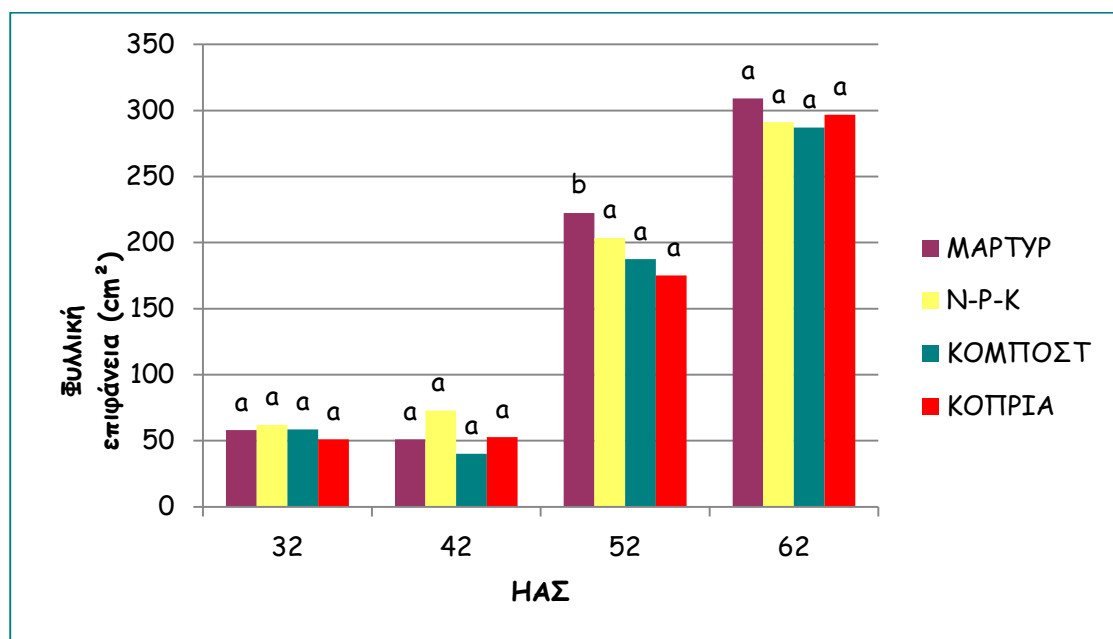
- Την 32^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

- Την 42^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 52^η ΗΑΣ διαφέρουν στατιστικά σημαντικά όλες οι μεταχειρίσεις (N-P-K, ΚΟΠΤΡΙΑ και ΚΟΜΠΟΣΤ) από το ΜΑΡΤΥΡΑ.
- Την 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Φαίνεται πως η λίπανση οργανική και ανόργανη επιδρούν περιορίζοντας τον αριθμό των φύλλων την 52^η ΗΑΣ που η καλλιέργεια χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για το σχηματισμό ελαίου και πρωτεΐνης στα σπέρματα βαίνοντας προς την ολοκλήρωση του βιολογικού της κύκλου.

Τις 32^η ΗΑΣ, 42^η ΗΑΣ και 62^η ΗΑΣ δεν υπήρχε καμία σημαντική επίδραση τόσο οργανικής λίπανσης (κόμποστ και κοπριάς), όσο και της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) στον αριθμό των φύλλων σε σχέση με τη μεταχείριση χωρίς λίπανση (μάρτυρας) και οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν σημαντικά.

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων



Γράφημα 3.1.4 Φυλλική επιφάνεια (cm²)

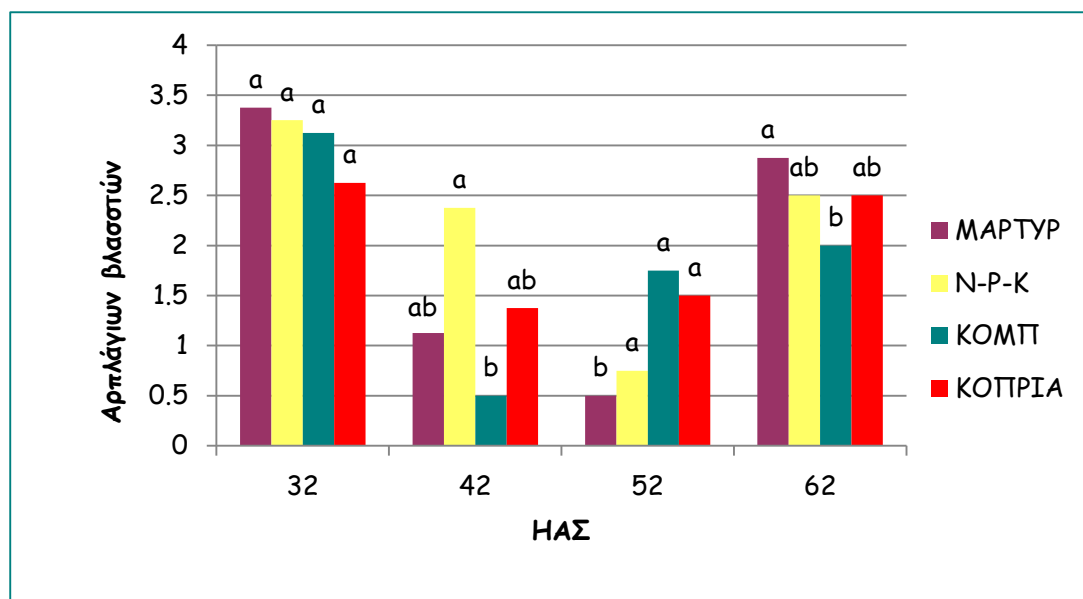
ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

. Για την **φυλλική επιφάνεια** για κάθε ΗΑΣ (Ημέρα Από Σπορά) παρατηρούμε:

- Την 32^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 42^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 52^η ΗΑΣ διαφέρουν στατιστικά σημαντικά οι μεταχειρίσεις ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ (N-P-K), ΚΟΠΡΙΑ και ΚΟΜΠΟΣΤ από το ΜΑΡΤΥΡΑ.
- Την 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Την 52^η ΗΑΣ υπάρχει λογική αντιστοιχία του αγρονομικού χαρακτηριστικού της Φυλλικής επιφάνειας και αριθμού των φύλλων κατά την οποία 52^η ΗΑΣ διαφέρει σημαντικά και υπερέχει η μεταχείριση καθόλου λίπανση-μάρτυρας σε σχέση με τις μεταχειρίσεις με οργανική λίπανση (κόμποστ και κοπριά) και ανόργανη λίπανση. Δεν υπήρχε καμία σημαντική επίδραση τόσο οργανικής λίπανσης (κόμποστ και κοπριάς), όσο και της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) στη φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τη μεταχείριση χωρίς λίπανση (μάρτυρας) για τις μέρες 32^η, 42^η και 62^η ΗΑΣ.

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων.



Γράφημα 3.1.5 Αριθμός πλάγιων βλαστών

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΛΑΓΙΩΝ ΒΛΑΣΤΩΝ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

Για τον **αριθμό πλάγιων βλαστών** για κάθε ΗΑΣ (Ημέρα Από Σπορά) παρατηρούμε:

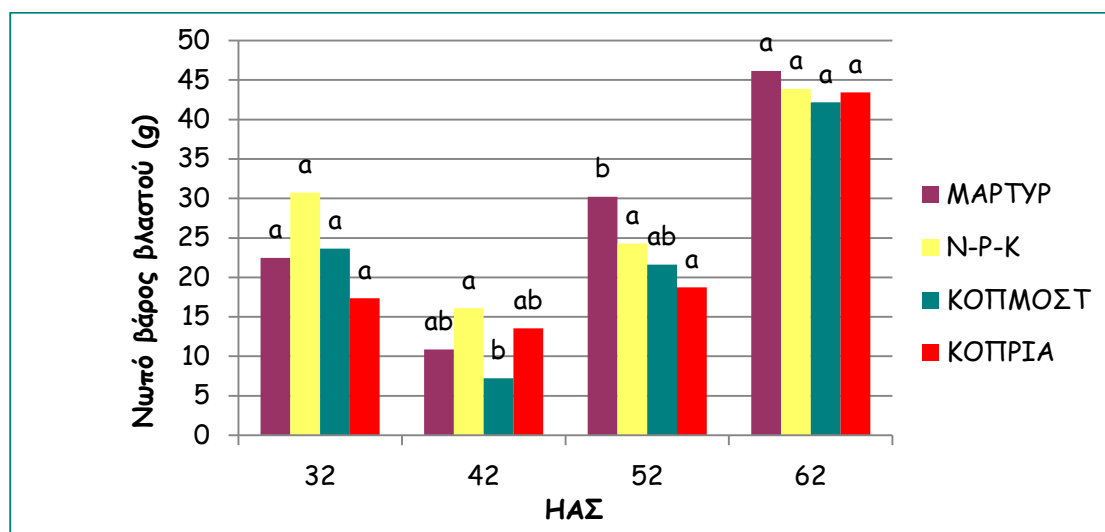
- Την 32^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

- Την 42^η ΗΑΣ διαφέρει στατιστικά σημαντικά η μεταχείριση N-P-K από την μεταχείριση ΚΟΜΠΟΣΤ.
- Την 52^η ΗΑΣ διαφέρουν στατιστικά σημαντικά οι μεταχειρίσεις N-P-K, ΚΟΤΠΡΙΑ και ΚΟΜΠΟΣΤ από το ΜΑΡΤΥΡΑ.
- Την 62^η ΗΑΣ διαφέρουν στατιστικά σημαντικά οι μεταχειρίσεις ΜΑΡΤΥΡΑΣ και ΚΟΜΠΟΣΤ.

Φαίνεται πως την 42^η ΗΑΣ, σχεδόν 10 ημέρες μετά το μέσο του βιολογικού κύκλου των 67 ημερών της καλλιέργειας, η ανόργανη λίπανση (N-P-K) έχει θετική επίδραση στον σχηματισμό πλάγιων βλαστών σε σχέση με την οργανική λίπανση (κόμποστ).

Η ανόργανη λίπανση είχε σημαντική επίδραση στο σχηματισμό πλάγιων βλαστών κατά την 42^η ΗΑΣ, αλλά κατά τις 32^η, 52^η και 62^η ΗΑΣ δεν υπήρχε καμία σημαντική επίδραση της ανόργανης λίπανσης στον αριθμό πλάγιων βλαστών σε σχέση με την οργανική λίπανση και με τη μεταχείριση χωρίς λίπανση (μάρτυρας).

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων



Γράφημα 3.1.6 Νωπό βάρος βλαστού (g)

ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

. Για το **νωπό βάρος του βλαστού** για κάθε ΗΑΣ (Ημέρα Από Σπορά) παρατηρούμε:

- Την 32^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 42^η ΗΑΣ διαφέρει στατιστικά σημαντικά η μεταχείριση N-P-K από την μεταχείριση ΚΟΜΠΟΣΤ.
- Την 52^η ΗΑΣ διαφέρει στατιστικά σημαντικά η μεταχείριση ΜΑΡΤΥΡΑΣ από τις μεταχειρίσεις N-P-K και ΚΟΠΡΙΑ.
- Την 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

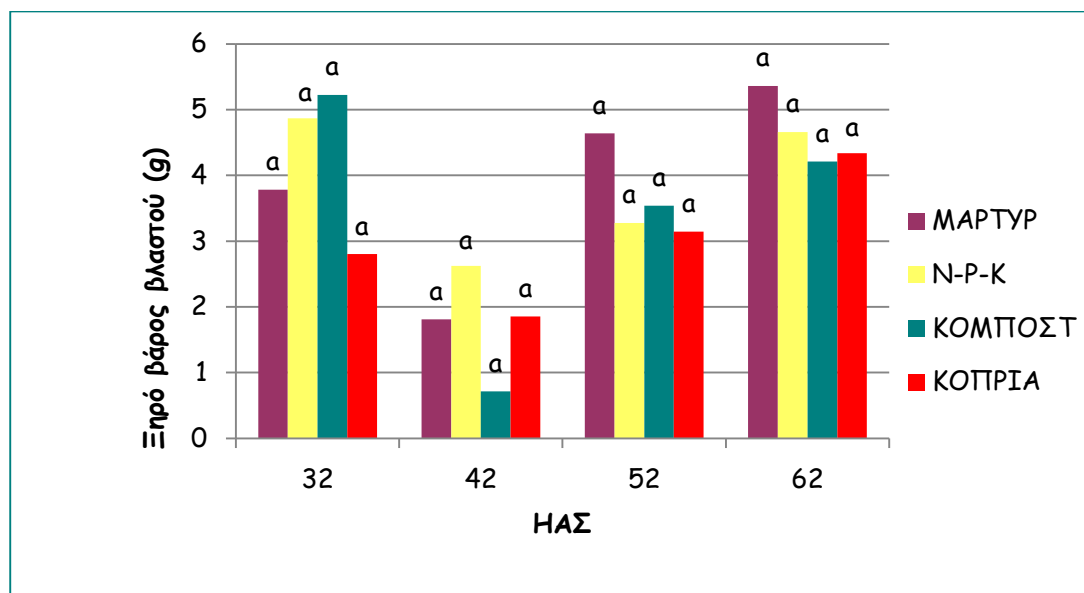
Η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση (N-P-K) στο μέσον του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας (32^η ΗΑΣ) έχει την τάση να δημιουργήσει μεγαλύτερη υπέργεια βιομάζα στο υπέργειο φυτικό μέρος, αλλά δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις με οργανική λίπανση και καθόλου λίπανση. Η προσθήκη ανόργανης λίπανσης με άζωτο αυξάνει την **εναέρια βιομάζα (νωπό βάρος βλαστού)** (INIA, Spain, 2016).

Την 42^η ΗΑΣ η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση (N-P-K) διαφέρει στατιστικά σημαντικά σε σχέση με την μεταχείριση με οργανική λίπανση κόμποστ. Φαίνεται πως η αζωτούχος λίπανση αυξάνει σημαντικά την εναέρια βιομάζα (νωπό βάρος βλαστού), ενώ η μεταχείριση με οργανική λίπανση κόμποστ δεν ευνοεί το σχηματισμό μεγάλης εναέριας βιομάζας. Ωστόσο σε σχέση με τη μεταχείριση της οργανικής λίπανσης με κοπριά και τη μεταχείριση χωρίς λίπανση-μάρτυρας δεν διαφέρουν σημαντικά ούτε η ανόργανη λίπανση ούτε η κόμποστ.

Την 52^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις της οργανικής λίπανσης κόμποστ και κοπριά όπως και η ανόργανη λίπανση (N-P-K) δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά, όμως διαφέρουν όλες τους με τη μεταχείριση χωρίς λίπανση-μάρτυρας. Φαίνεται πως η μεταχείριση χωρίς λίπανση ευνόησε το σχηματισμό της εναέριας βιομάζας λίγο πριν να ολοκληρώσει το βιολογικό της κύκλο η καλλιέργεια.

Την 62^η ΗΑΣ, καταληκτική μέτρηση πριν τη συγκομιδή της 67^{ης} ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ως προς το νωπό βάρος του βλαστού.

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων



Γράφημα 3.1.7 Ξηρό βάρος βλαστού (g)

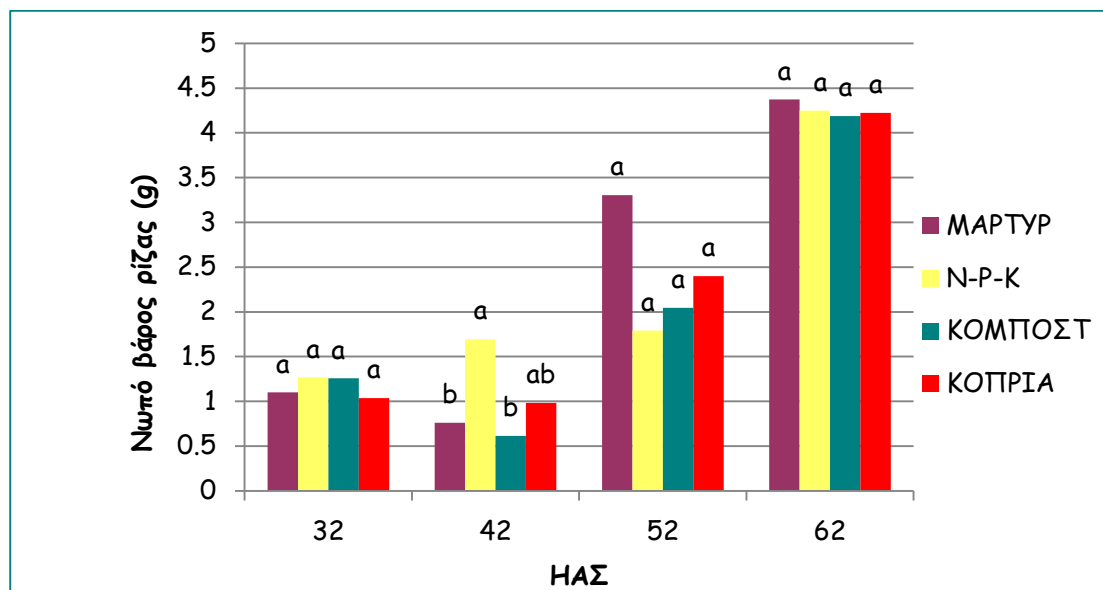
ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΟΥ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

. Για το ξηρό βάρος του βλαστού για κάθε ΗΑΣ (Ημέρα Από Σπορά) παρατηρούμε:

- Την 32^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 42^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 52^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Δεν υπήρχε καμία σημαντική επίδραση τόσο οργανικής λίπανσης (κόμποστ και κοπριάς), όσο και της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) στο αγρονομικό χαρακτηριστικό ξηρό βάρος του βλαστού σε σχέση με τη μεταχείριση χωρίς λίπανση (μάρτυρας).

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων.



Γράφημα 3.1.8 Νωπό βάρος ρίζας(g)

ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΑΣ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

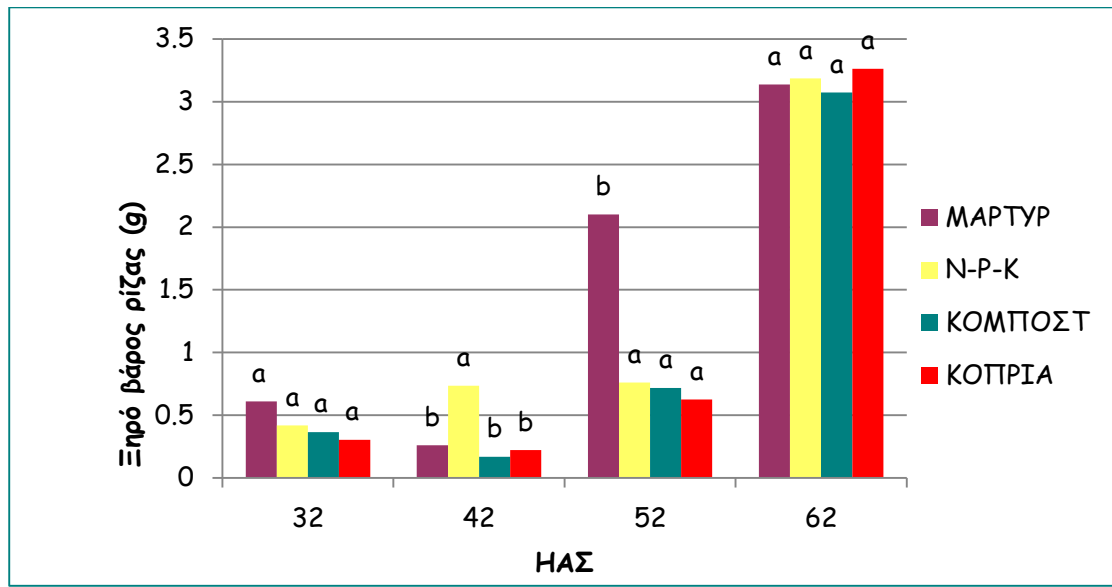
Για το νωπό βάρος της ρίζας για κάθε ΗΑΣ (Ημέρα Από Σπορά) παρατηρούμε:

- Την 32^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 42^η ΗΑΣ η μεταχείριση N-P-K διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις μεταχειρίσεις ΜΑΡΤΥΡΑΣ και ΚΟΜΠΟΣΤ.
- Την 52^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Την 42^η ΗΑΣ η μεταχείριση της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) διαφέρει σημαντικά από τις μεταχειρίσεις χωρίς λίπανση-μάρτυρας και οργανικής λίπανσης-κόμποστ ως προς το νωπό βάρος της ρίζας. Την 42^η ΗΑΣ όσον αφορά στο νωπό βάρος του βλαστού, η μεταχείριση της ανόργανης λίπανσης(N-P-K) διαφέρει επίσης σημαντικά από τη μεταχείριση της οργανικής λίπανσης με κόμποστ και από τη μεταχείριση χωρίς λίπανση-μάρτυρας. Αυτό δείχνει πως η ανόργανη λίπανση έχει θετική επίδραση δέκα ημέρες μετά το μέσον του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας της Καμελίνας στο σχηματισμό μεγαλύτερης υπέργειας και υπόγειας βιομάζας σε σχέση με την οργανική λίπανση με κόμποστ.

Κατά τις 32^η, 52^η και 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά.

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων



Γράφημα 3.1.9 Ξηρό βάρος ρίζας (g)

ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΑΣ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ 32, 42, 52 ΚΑΙ 62 ΗΑΣ

. Για το ξηρό βάρος της ρίζας για κάθε ΗΑΣ (Ημέρα Από Σπορά) παρατηρούμε:

- Την 32^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.
- Την 42^η ΗΑΣ διαφέρει στατιστικά σημαντικά η μεταχείριση N-P-K από τις μεταχειρίσεις ΜΑΡΤΥΡΑΣ, ΚΟΜΠΟΣΤ και ΚΟΤΠΡΙΑ.
- Την 52^η ΗΑΣ διαφέρει στατιστικά σημαντικά ο ΜΑΡΤΥΡΑΣ από όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις N-P-K, ΚΟΜΠΟΣΤ και ΚΟΤΠΡΙΑ.
- Την 62^η ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Την 42^η ΗΑΣ αναφορικά στο ξηρό βάρος της ρίζας η μεταχείριση ανόργανης λίπανσης (N-P-K) διαφέρει στατιστικά σημαντικά και υπερέρχει από όλες τις μεταχειρίσεις οργανικής λίπανσης (κόμποστ και κοπριά) και χωρίς λίπανση-μάρτυρας. Στην αντίστοιχη 42^η ΗΑΣ για το νωπό βάρος της ρίζας η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση διέφερε σημαντικά και υπερείχε σε σχέση με τη μεταχείριση οργανικής λίπανσης με

κόμποστ και τη μεταχείριση χωρίς λίπανση-μάρτυρας. Φαίνεται πως η ανόργανη λίπανση (N-P-K) ενθαρρύνει την ανάπτυξη της ρίζας όχι μόνο ως προς την περιεκτικότητα σε υγρασία (νωπό βάρος ρίζας), αλλά και σε περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (ξηρό βάρος ρίζας) περίπου δέκα μέρες μετά το μέσον του βλαστικού κύκλου της καμελίνας σε σύγκριση με την καθόλου λίπανση και την μεταχείριση με κομπόστα για την περίπτωση του νωπού βάρους της ρίζας και σε σύγκριση με όλες τις μεταχειρίσεις στην περίπτωση του ξηρού βάρους της ρίζας.

Την 52^η ΗΑΣ φαίνεται πως η μεταχείριση χωρίς λίπανση (μάρτυρας) υπερέχει των άλλων μεταχειρίσεων και διαφέρει σημαντικά για το αγρονομικό χαρακτηριστικό ξηρό βάρος της ρίζας. Αυτό συμβαίνει δεκαπέντε μέρες περίπου πριν την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας που τα φυτά ολοκληρώνουν την ανάπτυξη των σπερμάτων και καθορίζεται η περιεκτικότητα αυτών σε έλαιο και πρωτεΐνη. Στη μεταχείριση καθόλου λίπανση-μάρτυρας τα φυτά προσπαθούν να αναπτύξουν το ριζικό τους σύστημα προκειμένου να αντλήσουν από το έδαφος περισσότερα θρεπτικά συστατικά για να ολοκληρώσουν την ανάπτυξη των σπερμάτων.

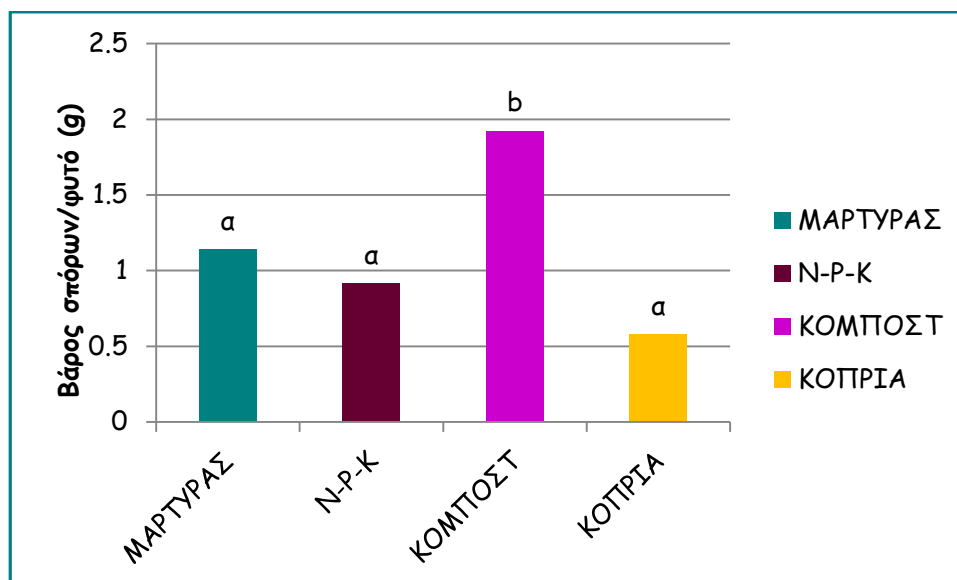
Την 62^η ΗΑΣ κοντά στην ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς το ξηρό βάρος της ρίζας.

3.2 Αγρονομικά χαρακτηριστικά εκτιμώμενα κατά τη συγκομιδή

Κατά τη συγκομιδή την 67^η ΗΑΣ μετρήθηκαν κι ακολούθησε στατιστική ανάλυση των εξής αγρονομικών χαρακτηριστικών:

- βάρος σπόρων ανά φυτό
- βάρος των 1000 σπόρων ανά φυτό
- αριθμός σπόρων ανά φυτό και
- απόδοση σε σπόρο

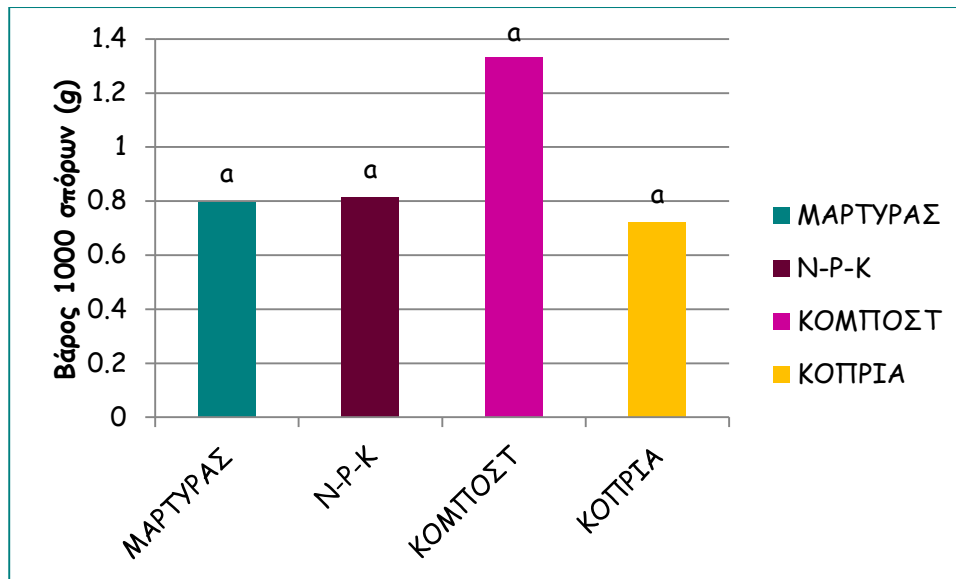
Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων.



Γράφημα 3.2.1 Βάρος σπόρων/φυτό (g)

ΒΑΡΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΦΥΤΟ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Από τη στατιστική ανάλυση φαίνεται πως η μεταχείριση οργανικής λίπανσης με κόμποστ υπερέχει και διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις με οργανική λίπανση κοπριάς, ανόργανη λίπανση (N-P-K) και χωρίς λίπανση-μάρτυρας για το βάρος των σπόρων ανά φυτό.



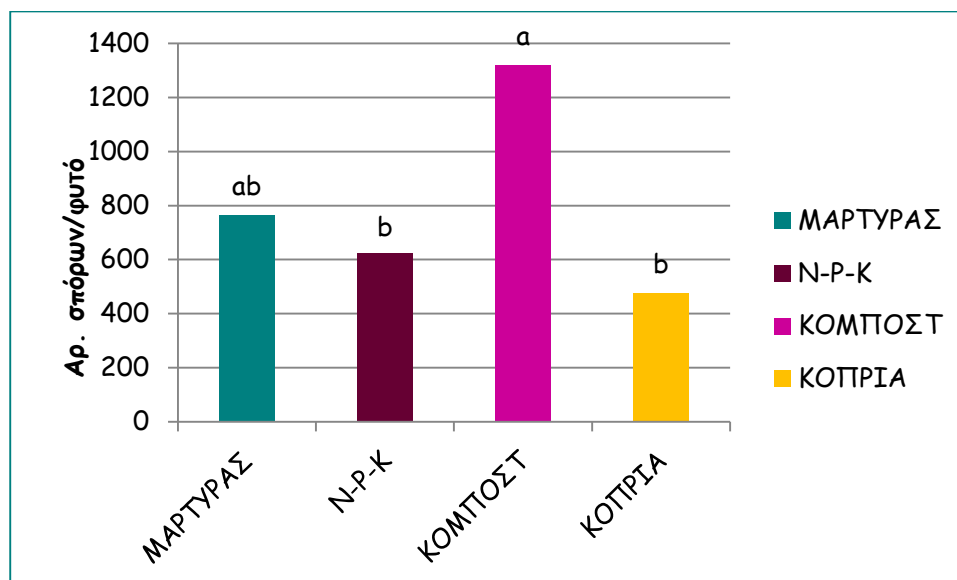
Γράφημα 3.2.2 Βάρος 1000 σπόρων (g)

ΒΑΡΟΣ 1000 ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Από τη στατιστική ανάλυση φαίνεται πως οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους για το χαρακτηριστικό βάρος των 1000 σπόρων.

Έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία πως το βάρος των 1000 σπόρων καμελίνας αυξάνεται όσο αυξάνονται τα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (Losak et al., 2010). Σε αυτό το πείραμα δε φάνηκε η ανόργανη λίπανση Ν-Ρ-Κ στη συγκεκριμένη δόση που εφαρμόστηκε να διαφέρει σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με οργανική λίπανση (κόπμοστ και κοπριά) κι από τη μεταχείριση με χωρίς λίπανση-μάρτυρας.

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων.

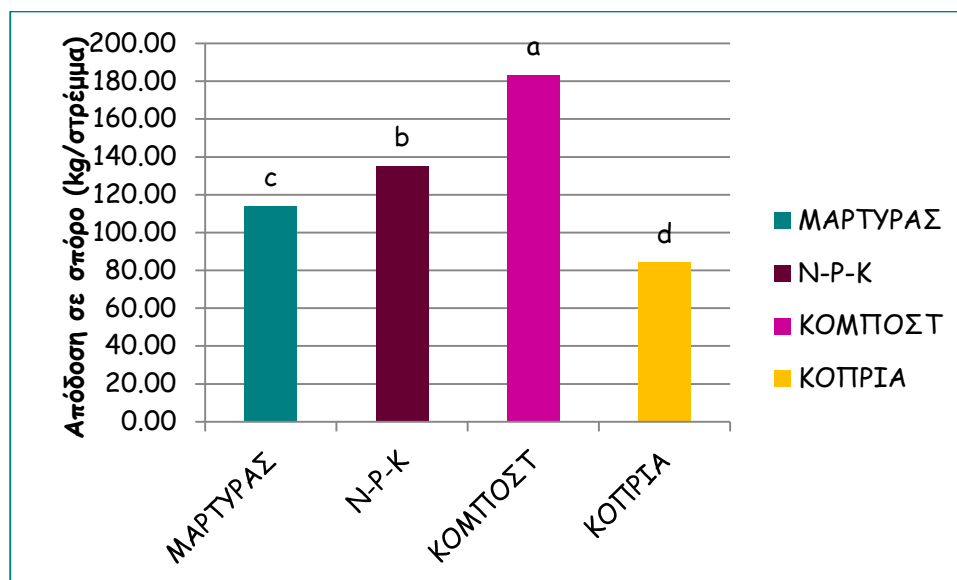


Γράφημα 3.2.3 Αριθμός σπόρων/φυτό

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΠΟΡΩΝ/ΦΥΤΟ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Από τη στατιστική ανάλυση φαίνεται πως η μεταχείριση οργανικής λίπανσης με κόμποστ υπερέχει και διαφέρει σημαντικά από την μεταχείριση με οργανική λίπανση κοπριάς κι από τη μεταχείριση με ανόργανη λίπανση (N-P-K), αλλά δεν διαφέρει από τη μεταχείριση χωρίς λίπανση-μάρτυρας για τον αριθμό των σπόρων ανά φυτό.

Τα διαφορετικά γράμματα υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των επεμβάσεων.



Γράφημα 3.2.4 Απόδοση σε σπόρο (Kg/στρέμμα)

ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΣΠΟΡΟ ΚΑΜΕΛΙΝΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Από τη στατιστική ανάλυση φαίνεται πως όλες οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους στην απόδοση σε σπόρο σε επίπεδο στρεμματικής απόδοσης. Έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία πως η προσθήκη αζωτούχου ανόργανης λίπανσης αυξάνει την απόδοση σε σπόρο (Zubr 1997, Crowley και Fröhlich 1998, Ehrensing και Guy 2008, Johnson *et al.* 2008). Όμως υπερέχει η μεταχείριση με οργανική λίπανση με κόμποστ, ακολουθεί η ανόργανη λίπανση με Ν-Ρ-Κ, μετά η μεταχείριση χωρίς λίπανση (μάρτυρας) και τέλος η μεταχείριση με οργανική λίπανση κοπριάς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αυτό που διαπιστώνεται από την παρούσα μελέτη είναι πως η μεταχείριση με οργανική λίπανση με κόμποστ αύξησε τη στρεμματική απόδοση της *Camelina sativa* σε σχέση με την μεταχείριση με ανόργανη λίπανση, την μεταχείριση με οργανική λίπανση με κοπριά και τον μάρτυρα χωρίς καμία προσθήκη λίπανσης.

Τα ποσοστά υπεροχής της μεταχείρισης με οργανική λίπανση με κόμποστ για την απόδοση σε σπόρο κυμάνθηκαν σε ένα εύρος από 35,6 έως 118%. Αναλυτικά το ποσοστό υπεροχής της μεταχείρισης με κόμποστ στην απόδοση σε σπόρο βρέθηκε να είναι 61 μονάδες % υψηλότερο από τη μεταχείριση του μάρτυρα με καμία λίπανση, 35,6% υψηλότερο από τη μεταχείριση με ανόργανη λίπανση και 118 % υψηλότερο από τη μεταχείριση με κοπριά.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές πως η προσθήκη αζωτούχου ανόργανης λίπανσης αυξάνει την απόδοση σε σπόρο (Zubr et al., 1997). Το συγκεκριμένο εύρημα επιβεβαιώνεται και στην παρούσα μελέτη, ενώ επιπλέον καταδεικνύεται και η ευεργετική επίδραση της οργανικής λίπανσης, ιδιαίτερα με τη μορφή κόμποστ.

Η εφαρμογή κόμποστ έχει αποδειχθεί πως αυξάνει τις αποδόσεις των καλλιεργειών. (Kunda, B.S. & Gaur, A. C., 1984, Ouedraogo et al., 2001, Young et al., 2004, Bokhtiar, S.M. & Sakurai, K. 2005, Kaur et al., 2005, Chand et al., 2006, Chen, J.H., 2006,). Σε σχετικό πείραμα προσθήκης κόμποστ σε καλλιέργεια σόργου στη δυτική Αφρική τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά κι έδειξαν πως τριπλασίασαν τις αποδόσεις του σόργου (Ouedraogo et al., 2001). Σε άλλο πείραμα οι αποδόσεις του κριθαριού και κινέζικου λάχανου ανταποκρίθηκαν θετικά στην εφαρμογή κομποστοποιημένης λυματολάσπης (Wei, Y. & Liu, Y., 2005). Η εφαρμογή του προϊόντος συν-κομποστοποίηση βινάσας που είναι παχύρευστο απόβλητο της επεξεργασίας των ζαχαρότευτλων και στερεών αποβλήτων αύξησε σημαντικά τις αποδόσεις των καλλιεργειών καλαμποκιού (*Zea mays L.*), ζαχαρότευτλων (*Beta vulgaris L.*) και ηλίανθου (*Helianthus annuus L.*) (Madejón et al., 2001).

Σε πείραμα που διεξήχθη σε καλλιέργεια ζαχαροκάλαμου βρέθηκε πως η συνδυασμένη εφαρμογή ανόργανης και οργανικής λίπανσης με κόμποστ, αύξησε την απόδοση της καλλιέργειας σε σχέση με την εφαρμογή μόνο ανόργανης λίπανσης (Rakkiyarpan et al., 2001).

Αξίζει να σημειωθεί ότι το βάρος 1000 σπόρων είναι ένα χαρακτηριστικό που δεν διέφερε σημαντικά σε καμία μεταχείριση αφού πρόκειται για χαρακτηριστικό που

καθορίζεται σε πολλές περιπτώσεις γενετικά για τις διάφορες καλλιέργειες και ποικιλίες φυτών. Σε άλλες περιπτώσεις έχει βρεθεί πως το βάρος των χιλίων σπόρων αυξάνεται με την υψηλότερη δόση αζωτούχου ανόργανης λίπανσης (Losak et al., 2010).

Αντίθετα, τα ευρήματά μας έδειξαν ότι για το βάρος σπόρων ανά φυτό η μεταχείριση με οργανική λίπανση με κόμποστ υπερέχει σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις. Τα ποσοστά υπεροχής της μεταχείρισης με οργανική λίπανση με κόμποστ για το βάρος σπόρων ανά φυτό βρέθηκαν να κυμαίνονται σε ένα εντυπωσιακό εύρος από 68,9 έως 232%. Αναλυτικά το **ποσοστό υπεροχής της μεταχείρισης με κόμποστ** βρέθηκε να είναι 68,9 μονάδες υψηλότερο % από τη μεταχείριση του μάρτυρα με καμία λίπανση, 110% υψηλότερο από τη μεταχείριση με ανόργανη λίπανση και 232 % υψηλότερο από τη μεταχείριση με κοπριά. Κατ'αντιστοιχία η μεταχείριση του μάρτυρα με καμία λίπανση διέφερε και υπολείπταν από τη μεταχείριση με οργανική λίπανση με κόμποστ κατά 40,81 μονάδες%, η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση κατά 52,44 μονάδες % και η μεταχείριση με οργανική λίπανση κοπριάς κατά 70 μονάδες %. Σε ανάλογο πείραμα η αύξηση της απόδοσης των σπόρων της καμελίνας συσχετίστηκε περισσότερο με τον αριθμό των σπόρων παρά με το μέγεθος των σπόρων (Fujita et al., 2014). Αυτό το πειραματικό δεδομένο συμφωνεί απόλυτα με το αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης στο ότι η μεταχείριση με κόμποστ υπερέχει και διέφερε σημαντικά από τις μεταχειρίσεις με κοπριά και ανόργανη λίπανση στην **απόδοση σε σπόρο** και στον **αριθμό σπόρων ανά φυτό**.

Σε πείραμα σε καλλιέργεια ρυζιού μελετήθηκε η επίδραση ανόργανης λίπανσης και ζωικής κοπριάς. Τα αποτελέσματα ανάλογου πειράματος στο ρύζι έδειξαν πως οι υψηλότερες αποδόσεις προήλθαν από τις εφαρμογές με κοπριά σε 10 tN ha⁻¹ και ανόργανο λίπασμα 120:60:45 kg N, P₂O₅ και K₂O ha⁻¹ (Satyanarayana et al., 2006), ενώ στην παρούσα μελέτη προέκυψαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης, με τη μεταχείριση με οργανική λίπανση κόμποστ να υπερέχει σημαντικά από την μεταχείριση με ανόργανη λίπανση.

Το μήκος του βλαστού είναι ένα αγρονομικό χαρακτηριστικό στο οποίο εκτιμήθηκε πως δεν υπήρχε καμία στατιστικά σημαντική επίδραση της λίπανσης. Εντούτοις, στην βιβλιογραφία έχει αναφερθεί η θετική επίδραση της ανόργανης λίπανσης με άζωτο στο μήκος του βλαστού (Urbaniaik and Caldwell, 2008), αν και οι παρατηρούμενες διαφοροποιήσεις θα μπορούσαν να αποδοθούν στα διαφορετικά είδη και δόσεις λιπασμάτων.

Σχετικά με τη μη σημαντική επίδραση της κοπριάς στην καλλιέργεια της καμελίνας, αυτή θα μπορούσε να εξηγηθεί είτε από την εφαρμοζόμενη δόση, είτε από το είδος της κοπριάς. Εδώ αξίζει να αναφερθεί, ότι σε κάποιες περιπτώσεις η κοπριά μπορεί

να έχει είτε καμία είτε αρνητική επίδραση στις καλλιέργειες. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται πείραμα κατά το οποίο μελετήθηκε η διαδικασία λιπασματοποίησης κοπριάς βοοειδών και η επίδραση της κοπριάς στα διάφορα στάδια λιπασματοποίησής της σε φυτά θερμοκηπίου, όπου η κοπριά θα αντικαθιστούσε την τύρφη ως μέσο ανάπτυξης των φυτών. Οι βιοδοκιμές που έγιναν στα φυτά έδειξαν πως η χρήση κοπριάς 40 με 60 ημερών ανέστειλε την ανάπτυξη των φυτών (Inbar et al., 1993). Άρα ο χρόνος στη διαδικασία της λιπασματοποίησης της κοπριάς και το λεγόμενο καλό «χώνεμα» έχει μεγάλη σημασία στο πώς θα επηρεάσει την καλλιέργεια.

Η ανταπόκριση μιας καλλιέργειας στην εφαρμογή λιπάσματος δεν εξαρτάται μόνο από το επίπεδο των διαθέσιμων θρεπτικών ουσιών στο έδαφος, αλλά σχετίζεται επίσης με την φυσιολογία και τη μορφολογία του φυτού. Για μια καλά ισορροπημένη θρέψη του φυτού, το ποσοστό των θρεπτικών ουσιών που απορροφώνται από τις ρίζες πρέπει να αντιστοιχεί με το ποσοστό των θρεπτικών ουσιών που απαιτούνται για την ανάπτυξη του φυτού. Η λήψη των θρεπτικών συστατικών του εδάφους από τις ρίζες των φυτών εξαρτάται από την μορφολογία και τη φυσιολογία της ρίζας. Είδη ή ποικιλίες φυτών με υψηλό ρυθμό ανάπτυξης γενικά ανταποκρίνονται πιο ευνοϊκά στην εφαρμογή λιπασμάτων από αυτά με χαμηλούς ρυθμούς ανάπτυξης (Mengel K., 1983). Η καμελίνα είναι φυτό με υψηλό ρυθμό ανάπτυξης κι έτσι θα περίμενε κανείς να ανταποκρίνεται περισσότερο η ανάπτυξη της ρίζας της στην εφαρμογή της ανόργανης λίπανσης με την άμεση απόδοση των θρεπτικών συστατικών σε σχέση με την οργανική λίπανση κόμποστ που έχει μια πιο αργή απόδοση των θρεπτικών συστατικών (Erhart et al., 2005). Πάραυτα για το μήκος της ρίζας η μόνη σημαντική διαφορά βρέθηκε μεταξύ του μάρτυρα και της οργανικής λίπανσης με κόμποστ την 32^η ΗΑΣ. Κατά τις υπόλοιπες δειγματοληψίες έως την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου της καμελίνας καμία μεταχείριση δεν διαφέρει σημαντικά από την άλλη και καμία μεταχείριση δεν έχει σημαντική επίδραση στο εν λόγω χαρακτηριστικό ($p>0.05$).

Ο αριθμός φύλλων δεν φαίνεται να επηρεάστηκε σημαντικά από την προσθήκη είτε ανόργανου είτε οργανικού λιπάσματος. Αυτό που παρατηρείται είναι πως η λίπανση (οργανική και ανόργανη) επιδρά περιορίζοντας τον αριθμό των φύλλων την 52^η ΗΑΣ που η καλλιέργεια χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για το σχηματισμό ελαίου και πρωτεΐνης στα σπέρματα βαίνοντας προς την ολοκλήρωση του βιολογικού της κύκλου καθώς την ημέρα αυτή ο μάρτυρας διαφέρει και υπερέχει σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται πως τα χαμηλότερα φύλλα της καμελίνας δεν συμβάλλουν στην φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού κατά την διάρκεια πλήρωσης των σπερμάτων (Fujita et al., 2014).

Στην παρούσα μελέτη, η φυλλική επιφάνεια αποτελεί ένα επιπλέον χαρακτηριστικό που δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη λίπανση ($p<0.05$). Την 52^η ΗΑΣ υπάρχει στενή και αναμενόμενη συσχέτιση της φυλλικής επιφάνειας και του αριθμού φύλλων, με τον μάρτυρα να υπερέχει σημαντικά ($p<0.05$) σε σχέση με τις μεταχειρίσεις με οργανική (κόμποστ και κοπριά) και ανόργανη λίπανση.

Για τον αριθμό των δευτερευόντων βλαστών φαίνεται πως στις 42 ΗΑΣ η ανόργανη λίπανση τείνει να έχει ελαφρά θετική επίδραση στον σχηματισμό πλάγιων βλαστών χωρίς όμως σημαντικές διαφορές σε σχέση με την κοπριά και το μάρτυρα. Διαφέρει όμως σημαντικά από την επέμβαση με κόμποστ ($p < 0.05$). Είναι σαφές πως η ανόργανη αζωτούχος λίπανση επιδρά θετικά στο σχηματισμό πλάγιων βλαστών συγκριτικά με την λίπανση με κόμποστ. Αυτό εξηγείται γιατί η οργανική λίπανση με κόμποστ έχει αποδειχθεί πως λειτουργεί σαν μια πηγή βραδείας απελευθέρωσης αζώτου (Erhart et al., 2005). Έτσι η επίδραση του κόμποστ στην καλλιέργεια είναι σχετικά με την ανόργανη λίπανση πιο αργή ως προς την απόδοση αζώτου που σχετίζεται με την ανάπτυξη και την αύξηση της βιομάζας των φυτών (Mays et al., 1973, Roe et al., 1997, Montemurro et al., 2006, Sarwar et al., 2008).

Για το νωπό βάρος βλαστού στις 32 και 62 ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δε διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά ($p > 0.05$). Η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση (N-P-K) στο μέσον του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας (32^η ΗΑΣ) έχει την τάση να δημιουργεί μεγαλύτερη βιομάζα στο υπέργειο φυτικό μέρος, αλλά δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις άλλες μεταχειρίσεις με οργανική λίπανση και καθόλου λίπανση. Η στενή συσχέτιση μεταξύ της ανόργανης αζωτούχου λίπανσης και της ανάπτυξης του υπέργειου μέρους των φυτών, δηλαδή της βλαστητικής ανάπτυξης είναι ήδη αποδεδειγμένη σε μεγάλο αριθμό καλλιεργειών (Urbaniaik et al., 2008; INIA, 2016). Και στην παρούσα μελέτη, φαίνεται μια τέτοια συσχέτιση, κυρίως στις 42 ΗΑΣ, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Επιπλέον, δεν βρέθηκε καμία σημαντική επίδραση τόσο της οργανικής (κόμποστ και κοπριάς) όσο και της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) στο ξηρό βάρος του βλαστού σε σχέση με το μάρτυρα.

Για το νωπό της ρίζας στις 32 και 62 ΗΑΣ οι μεταχειρίσεις δε διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά όπως συμβαίνει και με το νωπό βάρος του βλαστού. Την 42^η ΗΑΣ όμως η μεταχείριση της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) διαφέρει σημαντικά από τις μεταχειρίσεις καθόλου λίπανση-μάρτυρας και οργανικής λίπανσης-κόμποστ ($p < 0.05$). Την 42^η ΗΑΣ όσον αφορά στο νωπό βάρος του βλαστού, η μεταχείριση της ανόργανης λίπανσης (N-P-K) διαφέρει επίσης σημαντικά από τη μεταχείριση της οργανικής λίπανσης με κόμποστ, αλλά όχι από τη μεταχείριση με καθόλου λίπανση-μάρτυρας. Αυτό δείχνει πως η ανόργανη λίπανση έχει θετική επίδραση δέκα ημέρες μετά το μέσον του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας της καμελίνας στο σχηματισμό μεγαλύτερης υπέργειας και υπόγειας βιομάζας σε σχέση με την οργανική λίπανση με κόμποστ. Επίσης καταδεικνύεται πως η άμεση απόδοση των θρεπτικών συστατικών από την ανόργανη λίπανση επέδρασε βραχυπρόθεσμα στην ανάπτυξη κι άρα στο νωπό βάρος της ρίζας συγκριτικά με την οργανική λίπανση με κόμποστ που έχει πιο αργή επίδραση στην καλλιέργεια (Mays et al., 1973, Roe et al., 1997, Montemurro et al., 2006, Sarwar et al., 2008). Όμως κατά τις επόμενες μετρήσεις οι μεταχειρίσεις δεν

διέφεραν σημαντικά. Κατά τις 32^η, 52^η και 62^η ΗΑΣ καμία μεταχείριση δεν είχε σημαντική επίδραση στο μήκος της ρίζας.

Για το ξηρό βάρος της ρίζας την 42^η ΗΑΣ η μεταχείριση ανόργανης λίπανσης (N-P-K) διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις μεταχειρίσεις οργανικής λίπανσης (κόμποστ και κοπριά) και καθόλου λίπανσης-μάρτυρας ($p < 0.05$). Στην αντίστοιχη 42^η ΗΑΣ για το νωπό βάρος της ρίζας η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση διέφερε σημαντικά από τη μεταχείριση οργανικής λίπανσης με κόμποστ και τη μεταχείριση καθόλου λίπανση-μάρτυρας. Φαίνεται πως η ανόργανη λίπανση (N-P-K) ενθαρρύνει την ανάπτυξη της ρίζας, όχι μόνο ως προς την περιεκτικότητα σε υγρασία (νωπό βάρος ρίζας), αλλά και σε περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (ξηρό βάρος ρίζας) περίπου δέκα μέρες μετά το μέσον του βιολογικού κύκλου της καμελίνας σε σύγκριση με την μεταχείριση χωρίς λίπανση και την μεταχείριση με κόμποστ. Την 52^η ΗΑΣ φαίνεται πως ο μάρτυρας χωρίς λίπανση υπερέχει των άλλων μεταχειρίσεων και διαφέρει σημαντικά για το ξηρό βάρος της ρίζας. Αυτό συμβαίνει δεκαπέντε μέρες περίπου πριν την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας που τα φυτά ολοκληρώνουν την ανάπτυξη των σπερμάτων και καθορίζεται η περιεκτικότητα αυτών σε έλαιο και πρωτεΐνη. Στη μεταχείριση καθόλου λίπανση-μάρτυρας τα φυτά προσπαθούν να αναπτύξουν το ριζικό τους σύστημα προκειμένου να αντλήσουν από το έδαφος περισσότερα θρεπτικά συστατικά για να ολοκληρώσουν την ανάπτυξη των σπερμάτων. Την 62^η ΗΑΣ, δηλ. κοντά στην ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας οι μεταχειρίσεις δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς το ξηρό βάρος της ρίζας.

Συμπερασματικά η μεταχείριση με κόμποστ αύξησε την απόδοση σε σπόρο. Ακολούθησε η μεταχείριση με ανόργανη λίπανση και εντέλει η μεταχείριση με κοπριά. Φαίνεται λοιπόν ότι η επιλογή του κατάλληλου είδους λιπάσματος είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα της καλλιέργειας, ενώ και η βιολογική καλλιέργεια της καμελίνας φαίνεται να είναι εφικτή και ρεαλιστική επιλογή για αυτή τη νέα για τη χώρα μας καλλιέργεια.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Angelini, L.G., Moscheni E., Colonna, G., Belloni P. (1997). Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in central Italy. Volume 6, Issues 3-4. Pages 313-323
- Blamey, M., Grey-Wilson, C., (1989). The illustrated flora of Britain and other Europe. Hodder & Stoughton London pp. 544.
- Bernardo, A., Howard-Hildige, R., O' Connel, A. (2003). Camelina oil as a fuel for diesel transport engines. Volume 17, Issues 3. Pages 191-197.
- Bewley, J. D., (1997). Seed Germination and Dormancy. The Plant Cell, Vol. 9, 1055-1066. American Society of Plant Physiologists.
- Bohme, H. ; Aulrich, K. ; Schumann, W. ; Fischer, K., 1997. Studies on the suitability of false flax expeller as feedstuff. 1st communication: feeding value and incorporation limits for pigs. Fett/Lipid, 99 (7): 254
- Bokhtiar, S.M. & Sakurai, K. 2005. Effects of organic manure and chemical fertilizer on soil fertility and productivity of plant and ratoon crops of sugarcane. Archives of Agronomy and Soil Science, 51: 325-334.
- Bonjean, A., Le Goffic, F., (1999). La cameline: Camelina sativa (L.) Crantz: une opportunité pour l'agriculture et l'industrie européennes. Oléagineux, corps gras, lipids. Vol. 6 No. 1: 28-33.
- Chand, S., Anwar, M. & Patra, D.D. 2006. Influence of long- term application of organic and inorganic term application of organic and inorganic term application of organic and inorganic build up soil fertility and nutrient uptake in mint-mustard cropping sequence. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 37: 63-76.
- Chen, J. H., (2006) The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizers for crop growth and soil frtility. System for efficient crop production and fertilizer use, 2006 - Citeseer. Pages 2-4.

- Corbet, S. A., Williams, I.H., Osborne, J. I. (1991). Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European community. *Bee World* 72: 47-59.
- Crowley, J.G., Fröhlich, A. (1998). *Factors affecting the composition and use of Camelina sativa*. A Teagasc, Dublin, Ireland, 9pp
- Crowley, J. G., (1999). *Evaluation of Camelina sativa as an alternative oilseed crop*. Teagasc, Dublin, Ireland, 9pp
- Darbyshire, S.J., (2003). *Inventory of Canadian agricultural weeds*. Agriculture and Agri- Food Canada, Ottawa, ON.
- Darbyshire, S.J., Favreau, M., Murray, M. (2000). *Common and scientific names of weeds in Canada*. Agriculture and Agri- Food Canada, Ottawa, ON. Publ.1397/B. 132pp.
- Demirbas, A. (1998). Fuel properties and calculation of higher heating values of vegetable oils. *Fuel* 77: 1117-1120
- Downey, R. K. (1971). Agricultural and genetic potentials of cruciferous oilseed crops. Volume 48, Issue 11, pp 718-722
- Dubois, V., Breton, S., Linder, M., Fanni, J. (2007). Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. Volume 109, Issue 7. Pages 710-732
- Ehrensing, D. T., Guy, S.O. (2008). The seed's and oil composition of *Camelina sativa*, (L.)Crantz. The first romanian cultivar. Vol. 18, No5
- Erhardt, E., Hartl, W., Putz, B. (2005) Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. *European Journal of Agronomy* Volume 23, Issue 3, October 2005, Pages 305-314
- Facciola, S., (1990) *Cornucopia- a source book of edible plants*. Kampong Publications, Vista, CA. 677pp
- Francis, A., Warwick, S. I., (2009). *The Biology of Canadian Weeds*. 142. *Camelina alyssum* (Mill.) Thell. ; *C. microcarpa* Andrz. Ex DC. ; *C. sativa* (L.) Crantz. *Canadian Journal of Plant Science*. 89: 791-810

- Fujita, K., Fujita, S., Konishi, S., Vollman, J., Mohapatra, K. P. (2014). Source-sink manipulation of *Camelina sativa* L. related to grain yield under stressful environment of Hokkaido, Japan. *Journal Soil Science and Plant Nutrition* Volume 60, 2014 - Issue 2

- Ghamkhar, K., Croser, J., Aryamanesh, N., (2010). *Camelina* (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as an alternative oilseed: molecular and ecogeographic analyses. *53(7): 558-567, 10.1139/G10-034*

- Gugel, R. K., Falk, K. C., (2006) Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada *Canadian Journal of Plant Science*, 2006, 86(4): 1047-1058, 10.4141/P04-081

- Harrington, K. J., (1986) Chemical and physical properties of vegetable oil esters and their effect on diesel fuel performance. *Biomass* 9: 1-17

- Hedrick, A., (1964) Genetic and morphogenetic studies of angiosperm single-gene dwarfs. *The Botanical Review* July 1964, Volume 30, Issue 3, pp 479-512

- Henriksen, BIF, Lundon AR, Prestlokken E, (2009) Nutrient supply for organic oilseed crops, and quality of potential organic protein feed for ruminants and poultry. *Agronomy* , 2009 - researchgate.net

- Hjelmqvist, H. (1979) *Contributions to the knowledge of prehistoric economic plants of Sweden. Op. Bot. 46: 1-150.*

- Inbar, Y., Yitzhak, H., Chen, Y., (1993) Recycling of Cattle Manure: The Composting Process and Characterization of Maturity. *Journal of Environmental Quality*, 1993 - dl.sciencesocieties.org.

- INIA, (2016). Effect of organic lubrication in development and in the *Kamelinas* agronomic characteristics. Miralles de Imperial Hornedo, R.; Departamento de Medio Ambiente, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Spain.

- Jackson, D. (2008) Response of *Camelina* to nitrogen, phosphorus and sulphur. *Fertilizer*. 49: 5-8

- Jankowski, K. J., Budzynski W. S. (2003) Energy potential of oilseed crops. Electronic J. Polish Agric. Univ., ser. Agronomy 6: 1-10

- Johnson, E. N., Vera C., Klein-Gebbinck, H., Gan, Y., Falk, K., Bauche, C., (2007) *Agronomy of Camelina sativa*. Western Applied Research Corporation. [Online] Available: http://www.warc.ca/reports/Agronomy_of_Camelina_Sativa_Annual_Report_54.pdf

- Johnson, E. N. (2011). Saskatchewan Canola Council of Canada Agronomy of *Camelina sativa* and *Brassica carinata* Agriculture Development Fund. Agriculture and Agri-Food Canada.

- Kaur, K., Kapoor, K.K. & Gupta, A.P. (2005). Impact of organic manures with and without mineral fertilizers on soil chemical and biological properties under tropical conditions. *Journal Plant Nutrition and Soil Science*, 168: 117-

- Karvonen, H. M., Aro, A., Tapola, N. S., Salminen, I., Uusitupa, M. I. J., S. Sarkkinen, E. S., (2002). *Camelina sativa* oil on serum fatty acid composition and serum lipids in hypercholesterolemic subjects *Metabolism* Volume 51, Issue 10, October 2002, Pages 1253-1260 Effect of [alpha]-linolenic acid[ndash]rich

- Kirkhus, B., Lundon, A.R., Haugen, J.E. Vogt, G., Borge, G.I.A., Henriksen, B.I.F. (2013). Impact of environmental factors on quality organic edible oil *Camelina sativa* *Journal of Agricultural and Food Chemistry* Volume 61, Issue 13, April 3, 2013, pages 3179-3185

- Knothe G., Dunn R. O., 2006. A Comprehensive Evaluation of the Melting Points of Fatty Acids and Esters Determined by Differential Scanning Calorimetry. *Journal of the American Oil Chemists' Society* September 2009, Volume 86, Issue 9, pp 843-856

- Knörzer (1978). *Entwicklung und Ausbreitung des Leindotters (Camelina sativa sl).*(Evolution and spreading of Gold of Pleasure (*Camelina sativa sl*))-
kwd.kew.org

- Končius, D., Karčauskienė, D., (2010). The effect of nitrogen fertilisers, sowing time and seed rate on the productivity of *Camelina sativa* Žemdirbystė Agriculture, 2010 - Izi. Lt ISSN 1392-3196 ŽEMDIRBYSTĖ=AGRICULTURE Vol. 97, No. 4(2010)

- Krohn, B. J., Fripp M., (2012). A life cycle assessment of biodiesel derived from the niche filling energy crop camelina in the USA. Applied Energy 92: 92-98

- Kunda, B.S. & Gaur, A. C., (1984). Rice responses to inoculation with nitrogen fixing and P- solubilizing micro-organics. Plant and Soil, 79: 227-234.

- Lafferty ,M., Rife C., Foster G., (2009). Spring camelina production guide. Blue sun Biodiesel. - Colorado, USA, p. 8-12

- Landbauforschung Volkenrode, (2008). Organic mixed cropping systems with oilseeds 2. Yields of mixed cropping systems of linseed (*Linum usitatissimum* L.) with spring wheat, oats or false flax. Volume 58, Issue 4, December 2008, Pages 306-314.

- Lin, J., Zhou, B., Yang, Y., Mei, J., Guo, X., Huang, X., (2009). Piercing and vacuum infiltration of the mature embryo: a simplified method for *Agrobacterium*-mediated transformation of *indica* rice *Plant Cell Reports* July 2009, Volume 28, Issue 7, pp 1065-1074

- Losak, T., Hlusek, Manrtinec, J., Vollmann, J., Peterka, J., Filipcik, R., Varga, L., Ducsay, L., & Martensson, A., (2010). Effect of combined nitrogen and sulphur fertilization on yield and qualitative parameters of *Camelina sativa*. Page 313-321/ Received 08 Mar 2010, Accepted 24 Apr 2010, Published online: 11 Mar 2011.

- Looman, J., Best, K. F., (1987) Budd's flora of the Canadian prairie provinces. Publication 1662. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario, Canada

- Losak,T., Hlusek, J., Manrtinec, J., Vollmann, J., Peterka, J., Filipcik, R., Varga, L., Ducsay L.& Martensson, A., (2010) Influence of combined nitrogen and sulphur fertilization on false flax (*Camelina sativa* [L.] Crtz.) yield and quality DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/AAlim.39.2010.4.5>

•Lu, C., (2008) *Camelina sativa*: a potential oilseed crop for biofuels and getically engineered products. Information Systems foe Biotechnology. Montana State University online publication. 3pp. [Online] Available: <http://www.isb.vt.edu>

•Madejón, E., López, R., Murillo, J.M., Cabrera, F. (2001). Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture, Ecosystems & Environment* Volume 84, Issue 1, March 2001, Pages 55-65

•Matthaus, B., (1997) Antinutritive compounds in different oilseeds. *Fett/Lipid* 99: 170-174

•Mays, D. A., Terman, G. L., Duggan, J. C. (1973) - dl.sciencesocieties.org
Municipal Compost: Effects on Crop Yields and Soil Properties

•Mc Vay, K. A., Lamb P. F., (2007) *Camelina production in Montana. Field Crops No. D-16. Montana State University Extension, Bozeman, MT, USA*

•Mengel, K., (1983). Responses of various crop species and cultivars to fertilizer application. *Genetic Aspects of Plant Nutrition* Volume 8 of the series *Developments in Plant and Soil Sciences* pp 295-309.

•Milbau, A., Stout J. C., (2008) Database of alien plants in Ireland. Irish Biochange Project, Dublin, Ireland [Online] Available: <http://www.biochange.ie/alienplants>[31 Aug. 2010]

•Mlakar, S., Bavec, F., Rozman, C., (2003) *False flax (Camelina sativa L. Crantz). Sodbono K metijvsto.* 36: 28-30

•Montemurro, F., Maiorana, M., Convertini, G., (2006). Nitrogen indicators, uptake and utilization efficiency in a maize and barley rotation cropped at different levels and sources of N fertilization

Field Crops Research Volume 99, Issues 2-3, 30 October 2006, Pages 114-124

- Moser, B. R., (2008). Influence of blending canola, palm, soybean and sunflower oil methyl esters on fuel properties of biodiesel. *Energy Fuels* 22: 4301-6
- Mulligan, G. A., (2002) *Weedy introduced mustards (Brassicaceae) of Canada. Can. Field-Nat.* 116: 623-631
- Ouedraogo, E., Mando, A., Zombre, N.P., (2001). Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa *Agriculture, Ecosystems & Environment* Volume 84, Issue 3, May 2001, Pages 259-266
- Peiretti, P.G., Meineri, G. *Animal feed science and technology*, (2007) - Elsevier. Fatty acids, chemical composition and organic matter digestibility of seeds and vegetative parts of false flax (*Camelina sativa* L.) after different lengths of growth
- Plessers, A. G., Mc Gregor, W. G., Carson, R.B., Nakoneshny, W., (1962). Species Trials With Oilseed Plants: II. *Camelina* Volume 42, Number 3, July 1962 *Canadian Journal of Plant Science*, 1962, 42(3): 452-459, 10.4141/cjps62-073
- Polunin, O., (1969) *The flower of Europe*. Oxford University Press
- Porcher, F. P., (1863) *Resources of the Southern fields and forests, medical, economical, and agricultural. Being also a medical botany of the Confederate States; with practical information on the useful properties of the trees, plants, and shrubs. Steam-Power Press of Evans & Cogswell, Richmond, VA, USA.* [Online] Available: <http://docsouth.unc.edu/imls/porcher/porcher.html>
- Putnam, D. H., Budding, J. T., Field, L.A., Breene, W. M., (1993) *New crops*. Wiley, New York, 1993 *Camelina: a promising low-input oilseed*
- Rakkiyappan, P., Thangavelu, S., Maiathi, R., Radhamani, R., (2001). Effect of biocompost and enriched presumed on sugarcane yield and quality *Sugar Tech* October 2001, Volume 3, Issue 3, pp 92-96
- Reaney, M. J., Hertz, P. B., (2007) *A critical cost benefit analysis of oilseed biodiesel in Canada. A BIOCAP Research Integration Program Synthesis Paper*

- Robinson G.E.,(1987). Modulation of alarm pheromone perception in the honey bee: evidence for division of labor based on hormonally regulated response thresholds *Journal of Comparative Physiology A* September 1987, Volume 160, Issue 5, pp 613-619

- Roe, N. E., Stoffella, P. J., Graetz, D., (1997). Composts from Various Municipal Solid Waste Feedstocks Affect Vegetable Crops. II. Growth, Yields, and Fruit Quality - journal.ashspublications.org.

- Russo, R., Reggiani, R. - (2012). Anti nutritive compounds in twelve *Camelina sativa* genotypes file.scirp.org R Russo, R Reggiani - 2012 - file.scirp.org

- EL Ryhänen, E.L., Perttilä, S., Tupasel T., (2007) Effect of *Camelina sativa* expeller cake on performance and meat quality of broilers. *J. Sci. Foos Agrix.* 87: 1489-1494

- Sarwar, G., Schmeisky, H., Hussain, N., (2008). Improvement of soil physical and chemical properties with compost application in rice-wheat cropping system *Pak. J. Bot.*, 40(1): 275-282, 2008

- Satyanarayana, V., Prasad, P. V., Murthy, V. R. K. & Boote, K. J., (2006). Influence of integrated use of farmyard manure and inorganic fertilizers on yield and yield components of irrigated lowland rice *Journal of Plant Nutrition* Volume 25, 2002 - Issue 10

- Schultze-Motel, W., (1939) *Camelina*. Pages 340-345 in G Hegi, Ed. *Illustrierte flora von Mittel-Europa: Mit besonderer berucksichtigung von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz*, 2nd ed. Vol.4 Carl Hanser, Munich, Germany

- Scoggan, H. J., (1978) *Flora of Manitoba*. *Natl. Mus. Can. Bull.* 140. *Biol. Ser.* No.47 619 pp• Sturtevant, E.L., (1919) The origin of gynandromorphs

- Tedin, V. O., (1922) Zur Blüten- und Befruchtungsbiologie der Leindotter (*Camelina sativa*). *Bot. Not.* 1922: 177-189

- Toneca, I., Necseriu, D., Balint, L.N., Ghilvacs, M.I., Popa, M., (2013). The seed's and oil composition of *Camelina sativa*- first Romanian cultivar of camelina

(*Camelina sativa*, L. Crantz) Romanian Biotechnological Letters Volume 18, Issue 5, September 2013, Pages 8594-8602 © 2013 University of Bucharest.

• Urbaniak, S.D., Caldwell, C.D., Zhelijazkov, V.D., Lada, R., Luan, L., (2008). The effect of cultivar and applied nitrogen on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada NRC Research Press Canadian Journal of Plant Science, 2008, 88(1): 111-119, 10.4141/CJPS07115

• Vollmann, J., A. Damboeck, A. Eckl, H. Schrems, and P. Ruckenbauer, (1996) Improvement of *Camelina sativa*, an Underexploited Oilseed. Pages 357-362 in J. Janick, ed. Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA, USA

• Waraich, E.A., Ahmed Z., Ahmad R., (2013). *Camelina sativa*, a climate proof crop, has high nutritive value and multiple-uses: a review. Australian Journal of Crop Science 7.10 (Sep 2013): 1551-1559.

• Warwick, S. I., Francis, A., Al-Shebbaz I. A., (2006) *Brassicaceae: species checklist and database on CD-Rom. Plant Syst. Evol.* 259: 249-258

• Yan, J., Lin, T., 2009 Biofuels in Asia. Appl Energy 89: 1-10

• Young, C.C., Lai, W.A., Shen, F.T., Huang, W.S. & Arun, A.B., (2004). Characterization of multifunctional biofertilizer from Taiwan and biosafety considerations. International Symposium on Future Development of Agricultural Biotechnology Park. The symposium series for celebrating the establishment of the Agricultural Biotechnology Park, Council of Agriculture, Executive Yuan, & the 80th Anniversary of National Pingtung University of Science and Technology. Pp 373-388.

• Zang, Y., Dube M. A., Mclean D. D., Kates M., (2003) *Biodiesel production from waste cooking oil: economic assessment and sensitivity analysis. Bioresour Technol* 90: 229-240

• Zubr, J., (1997) *Oil-seed crop: Camelina sativa. Ind. Crops Prod.* 6: 113-119.

- Wei, Y. & Liu, Y., (2005). Effects of sewage sludge compost application on crops and cropland in a 3-year field study -Chemosphere, 2005 Volume 59, Issue 9, June 2005, Pages 1257-1265.

- www.usda.gov