

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ
ΓΕΩΠΟΝΩΝ



TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL
INSTITUTE *of* CRETE
SCHOOL *of* AGRICULTURE
FOOD AND NUTRITION
DEPARTMENT *of* AGRICULTURE

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΦΡΑΟΥΛΑΣ»

«ORGANIC FERTILIZER EVALUATION IN STRAWBERRY CULTIVATION»

ΠΑΟΥΛΑ ΠΕΤΑΝΗ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ, 2017

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ,
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ,
2017

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΚΑΘ. ΘΡΑΣΥΒΟΥΛΟΣ ΜΑΝΙΟΣ

ΚΑΘ. ΤΣΟΡΑΓΛΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ

ΚΑΘ. ΣΑΜΠΑΘΙΑΝΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

**ΤΟ ΕΡΓΟ ΑΥΤΟ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ &
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ, ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΟΥ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο εργαστήριο Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, του ΤΕΙ Κρήτης. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Θρασύβουλο Μανιό για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ στο εργαστήριό του και να προσπαθήσω να φέρω σε πέρας ένα, όπως αποδείχθηκε, δύσκολο έργο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Γιάννη Σαμπαθιανάκη για την πολύτιμη βοήθεια και τις υποδείξεις που μου έδωσε για την υλοποίηση του πειραματικού μέρους της πτυχιακής.

Αναμφίβολα πολλά ευχαριστώ αξίζουν στη Γεωπόνο Γάλλιου Φένια για την βοήθεια, την υπομονή και τη σωστή καθοδήγησή της στη πραγματοποίηση της εργασίας. Επιπρόσθετα, θερμά ευχαριστώ αξίζουν σε όλο το προσωπικό του εργαστηρίου που ήταν δίπλα μου σε ότι κι αν χρειαζόμουν.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογενεία μου, που ήταν δίπλα μου όλα αυτά τα χρόνια, γιατί χωρίς την αγάπη, τη βοήθεια και την υποστήριξή τους δε θα τα καταφερνά. Επίσης, ένα μεγαλο ευχαριστώ στους στενούς μου φίλους για την υπομονή την βοήθεια και την αγάπη τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	IV
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	V
ABSTRACT	VII
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΦΡΑΟΥΛΑ.....	9
1.1.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	10
1.1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	11
1.2 ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	15
1.3 ΟΡΓΑΝΙΚΑ/ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΘΡΕΨΗ	16
1.4 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.....	20
1.5 ΣΚΟΠΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	22
2 ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ	22
2.1 ΤΟΠΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	23
2.2 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	23
2.3 ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ.....	24
2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	24
2.5 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	27
2.6 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ.....	32
2.6.1 ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	33
2.6.2 ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	33
2.6.3 ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	35
2.7 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	38
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	44
4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	49
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας έγινε προσπάθεια αγρονομικής αξιολόγησης ενός παραγόμενου οργανικού λιπάσματος συγκρινόμενο, με εμπορικό χημικό λίπασμα σε καλλιέργεια φράουλας. Κύριος στόχος του πειράματος είναι ο έλεγχος της επίδρασης αλλά και η αξιολόγηση της ανάπτυξης της ποικιλίας Candonga σε διαφορετικές επεμβάσεις χημικής και οργανικής λίπανσης.

Για τις ανάγκες του πειράματος πραγματοποιήθηκαν έξι (6) διαφορετικές επεμβάσεις, όπου κάθε επέμβαση είχε δέκα (10) φυτά φράουλας. Αξιολογήθηκαν, για κάθε επέμβαση ξεχωριστά, ο συνολικός αριθμός των καρπών, η συνολική παραγωγή σε νωπό και ξηρό βάρος, το συνολικό νωπό και ξηρό βάρος των ριζών και των βλαστών.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του συγκεκριμένου πειράματος ήταν εξήντα (60) φυτά (μοσχεύματα) φράουλας, ποικιλίας Candonga, τα οποία φυτεύτηκαν σε γλάστρες των επτά (7) λίτρων. Χρησιμοποιήθηκε επίσης, χημικό ανόργανο λίπασμα τύπου 20-20-20, καθώς και οργανικό λίπασμα το οποίο είχε παραχθεί από το εργαστήριο Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής. Το οργανικό λίπασμα χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εναλλακτικά της χημικής λίπανσης, το οποίο σε κάποιες επεμβάσεις εμπλουτίστηκε με ανόργανο άζωτο και φώσφορο, προκειμένου να διερευνηθεί η ανταγωνιστικότητά του σε σχέση με την πλήρη (απαιτούμενη για τις ανάγκες της συγκεκριμένης καλλιέργειας) χημική λίπανση.

Το οργανικό λίπασμα έχει προέλθει από ηλιακή ξήρανση νωπής κοπριάς βοοειδών με προσθήκη σημαντικών ποσοτήτων υγρών αποβλήτων ελαιουργείων. Το προϊόν αυτό στη συνέχεια κομποστοποιήθηκε και προέκυψε ένα οργανικό, σταθεροποιημένο προϊόν, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς με υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών, όπως ολικού αζώτου, ολικού φωσφόρου και ολικού καλίου και πιο συγκεκριμένα, TN-TP-TK = 4-2-10, αντίστοιχα.

Απώτερος στόχος της εργασίας είναι η διερεύνηση της χρήσης του παραγόμενου οργανικού λιπάσματος ως οργανικό καλιούχο λίπασμα (με συμπληρωματική προσθήκη ή όχι επιπλέον χημικής λίπανσης) εναλλακτικά της χημικής λίπανσης στην καλλιέργεια της φράουλας, συμβάλλοντας στην αντικατάσταση σημαντικής ποσότητας χημικών λιπασμάτων

και στην ταυτόχρονη προσθήκη οργανικής ουσίας στα εδάφη.

Μετά την υλοποίηση της παρούσας, προέκυψε ότι, όταν το συγκεκριμένο οργανικό προϊόν που χρησιμοποιήθηκε ως οργανικό καλιούχο λίπασμα και εμπλουτίστηκε με επιπλέον θρεπτικά αζώτου (N) και φωσφόρου (P) με τη μορφή χημικών λιπασμάτων και πιο συγκεκριμένα, νιτρικής αμμωνίας και πεντοξειδίου του φωσφόρου (NH_4NO_3 και P_2O_5), λειτούργησε ανταγωνιστικά ως προς τα εμπορικά χημικά λιπάσματα, προσθέτοντας ταυτόχρονα στο έδαφος σημαντική ποσότητα οργανικής ουσίας. Πιο συγκεκριμένα, η συνολική παραγωγή, ο αριθμός των καρπών, το μέγεθος και το χρώμα των καρπών, ο όγκος και το βάρος της ρίζας, είναι σχεδόν ίδια με την πλήρη χημική (F1) καλλιέργεια φράουλας.

Συνεπώς, προέκυψε ότι, το παραγόμενο οργανικό λίπασμα, όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ανόργανη λίπανση (προσθήκη NH_4NO_3 & P_2O_5) και εκχύλισμά αυτού για την υδρολίπανση της καλλιέργειας φράουλας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανταγωνιστικά εναλλακτικά της χημικής λίπανσης, συμβάλλοντας στην αντικατάσταση σημαντικής ποσότητας χημικών λιπασμάτων και στην ταυτόχρονη προσθήκη οργανικής ουσίας στα εδάφη.

ABSTRACT

Within this work, an attempt was made in order a produced organic fertilizer to be compared and evaluated with a commercial chemical fertilizer in a strawberry cultivation. The main objective of this experiment was to test the effect and to evaluate the development of the Candonga strawberry variety in different chemical and organic fertilization operations.

For the need of this experiment, six (6) different operations were performed. For each operation ten (10) strawberry plants were used. The total number of fruits, the total fresh and dry weight of the fruits (production) and finally the total fresh and dry weight of the roots and shoots were evaluated for each individual operation.

The raw materials used in order this experiment to be carried out were sixty (60) Candonga strawberry plants, which were planted in pots of seven (7) liters. Chemical mineral fertilizer (type 20-20-20) was also used, as well as organic fertilizer, which was produced by the Laboratory of Natural Resources, Management & Agricultural Engineering, in TEI of Crete. This organic fertilizer was used in the present work alternative to chemical fertilization, which in some operations was enriched with inorganic nitrogen and phosphorus, in order to investigate its competitiveness in relation to the full chemical fertilization which is required for this specific strawberry crop.

The organic fertilizer was produced after solar drying procedure of fresh cow manure with the addition of significant quantities of oil mill wastewater. This solar dried product was then composted and after composting an organic, stabilized product, free of pathogenic microorganisms, with high nutrient concentrations, occurred. As it concerns nutrient concentrations, these were for total nitrogen, total phosphorus and total potassium, TN-TP-TK = 4-2-10, respectively.

The ultimate aim of the thesis is to investigate the use of this produced organic fertilizer as an organic potassium fertilizer (with or without additional chemical fertilization) alternative to chemical fertilization in strawberry cultivation, contributing to the replacement of a significant amount of chemical fertilizers and the simultaneous addition of an organic matter to soils.

After the completion of the present experiment, it was found that when this organic product was used as an organic potassium fertilizer and in parallel was enriched with additional nitrogen (N) and phosphorus (P) nutrients in the same form as in chemical fertilizers [and more specifically with ammonium nitrate (NH_4NO_3) and phosphorus pentoxide and (P_2O_5)], this product was competitively operated for commercial chemical fertilizers, adding at the same time a significant amount of organic matter to the soil. More specifically, the total production, the number of fruits, the size and color of the fruit, the volume and weight of the root, are almost the same as in the operation with the full use of the chemical fertilizer (F1).

As a conclusion, from the completion of this experiment arise that the specific organic potassium fertilizer when it is used in combination with mineral fertilization (addition of NH_4NO_3 & P_2O_5) and extracts of this product is also used for fertigation in the Candonga strawberry crop then it can be used competitively as an alternative fertilizer to chemical fertilization. This contributes to the replacement of a significant amount of chemical fertilizers, adding in parallel significant amount of organic matter in the soils.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά για την Φράουλα

Η Φράουλα (*Fragaria x ananassa* Duch), γνωστή από αρχαιοτάτων χρόνων ως χαμαικέρασος ανήκει στην οικογένεια *Rosaceae*. Πολλές ποικιλίες έχουν την καταγωγή τους από τη διασταύρωση των ειδών *F.chiloensis* και *F.virginiana* ή αυτών με άλλα είδη (Σάββας, 2011). Την περίοδο 1534-1857 εισήχθη από την Β.Αμερική στην Ευρώπη η φράουλα *Virginia* (*F.virginiana*). Η συγκεκριμένη ποικιλία είχε καρπούς μεγάλους (αρκετά μεγαλύτερους από των χρησιμοποιούμενων ευρωπαϊκών ποικιλιών) με γλυκιά γεύση, χαρακτηριζόταν από τη πρωιμότητα της και από την μεγάλη περίοδο καρπόδεσης (Θανόπουλος, 2008).

Η φράουλα της Χιλής *F.chiloensis* εισήχθη στην Ευρώπη από τους Ισπανούς κατακτητές λόγω των αρωματικών καρπών της. Η ποικιλία αυτή ήταν δίκη δηλ. έφερε θηλυκά και αρσενικά φυτά. (Ένας τρόπος για την επιτυχία της καλλιέργειας ήταν η φύτευση εφτά γραμμών της συγκεκριμένης ποικιλίας και μια σειρά μιας ποικιλίας με θηλυκά φυτά, με αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας την επικονίαση (Νάνος, 2017).

Η φράουλα είναι ευρέως γνωστή για την λεπτή γεύση, το άρωμα και την θρεπτική της αξία (είναι πηγή βιταμινών, φυτικών ινών, πηγή σακχάρων κ.α. (Bibi et al, 2016)), χαρακτηριστικά τα οποία την καθιστούν από τα πιο γνωστά καταναλώσιμα νωπά φρούτα (Durso et al 2015). Η μεγάλη ζήτηση που παρουσιάζει ο καρπός της, για τα μεταποιημένα προϊόντα, (μαρμελάδες, ζελέδες κ.α.) οδήγησε στην εντατική καλλιέργειά της (Trejo-Tellez and Gomez-Merino,2014).

Οι καρποί της φράουλας αποτελούν μια πλούσια πηγή φαινολικών ενώσεων, ιδίως ανθοκυανίνες. Λόγω των ενώσεων αυτών, οι καρποί της φράουλας έχει αναφερθεί ότι έχουν αντιοξειδωτικές, αντι-φλεγμονώδεις και αντι-νευροεκφυλιστικές βιολογικές ιδιότητες (Durso et al 2015). Τα κύρια διαλυτά συστατικά στις φράουλες είναι η γλυκόζη, η σακχαρόζη και η φρουκτόζη, τα οποία αποτελούν το 80% του συνόλου των σακχάρων και το 40% του συνολικού ξηρού βάρους τους. Σημειώνεται ότι, τα διαλυτά αυτά συστατικά βρίσκονται στους καρπούς της φράουλας σε όλα τα επίπεδα ωρίμανσης. Το κόκκινο χρώμα αναπτύσσεται μέσα από την παραγωγή ανθοκυανίνων, κυρίως πελαργονιδίνης-3-γλυκοσιδάση. Τέλος, η

γεύση της φράουλας είναι ένας πολύπλοκος συνδυασμός της γλυκύτητας, οξύτητας και του αρώματος (Hummer, 2009, Anttonen et al, 2019).

Οι σύγχρονες μέθοδοι παραγωγής επιτρέπουν την καλλιέργεια φράουλας κάτω από ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών, καθιστώντας τα φρούτα που διατίθενται στην αγορά σχεδόν ανεξάρτητα από την εποχή. Για το λόγο αυτό η φράουλα και άλλα μικρά φρούτα θα μπορούσαν να αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό μέρος της καθημερινής νωπής κατανάλωσης τροφίμων (Akhatou and Fernandez Recamales, 2013).

1.1.1 Εξέλιξη της καλλιέργειας ανά τον κόσμο και την Ελλάδα

Γενικά, η φράουλα είναι φυτό των ψυχρών περιοχών, συναντάται σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη της γης, διότι διαθέτει πολύ μεγάλη γενετική ποικιλομορφία, που της επιτρέπει να εγκλιματίζεται σε ποικίλα περιβάλλοντα. Η φράουλα καλλιεργείται σε αροτραίες περιοχές, σε όλον τον πλανήτη (Hummer and Hancock, 2009). Η ετήσια παραγωγή έχει παγκόσμια υπερδιπλασιαστεί τα τελευταία 20 χρόνια για πάνω από 3,6 εκατομμύρια τόνους. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής αναφέρεται στο βόριο ημισφαίριο του πλανήτη (Hummer, 2009) Με μια παγκόσμια παραγωγή 4.516.810.τόνους και αξία παραγωγής του 10745 εκατομμύρια δολάρια το 2012 (Trejo-Tellez and Gomez-Merimo, 2014).

Στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ, είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες λόγω των θρεπτικών χαρακτηριστικών της, όπως προαναφέρθηκε και σε προηγούμενες παραγράφους, και την κερδοφορία της (οικονομικά σημαντική καλλιέργεια φρούτου). Οι Ηνωμένες πολιτείες της Αμερικής αποτελούν την πρώτη παραγωγή φράουλας (1.934.361 τόνοι), ακολουθούμενη από την Ευρώπη (1.316.950 τόνοι). Η Ισπανία είναι η πρώτη παραγωγός στην Ευρώπη (289.900 τόνοι), ενώ η Ιταλία έδειξε μια παραγωγή των 40.858 τόνων, με αξία παραγωγής 116 εκατομμύρια δολάρια το 2012 (FAOSTAT, 2012, Trejo-Tellez and Gomez-Merimo, 2014).

Στην Ισπανία, η φράουλα είναι μια από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες, ιδιαίτερα στα νότια της Huelva (νοτιοδυτικά της Ισπανίας), λόγω των εδαφοκλιματικών συνθηκών και την ποιότητα του νερού. Η παραγωγή της φράουλας στην περιοχή αυτή αντιστοιχεί στο 35% της συνολικής παραγωγής στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε) και στο 90% της εθνικής παραγωγής (Akhatou and Fernandez Recamales, 2013).

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια της φράουλας είναι αρκετά διαδεδομένη από πολύ παλιά ως υπαίθρια καλλιέργεια, ενώ τα τελευταία χρόνια ως μονοετής ή διετής καλλιέργεια. Η συνολική έκταση κυμαίνεται περίπου στα 9.000 στρέμματα. Αρκετά από αυτά καλύπτονται για παραγωγή πρώιμων ή έκτος εποχής καρπών. Το μεγαλύτερο ποσοστό της εγχώριας παραγωγής εξάγεται. Η μεγαλύτερη παραγωγή φράουλας γίνεται στην Πελοπόννησο στους νομούς Αχαΐας, Μεσσηνίας και Λακωνίας. Αρκετό ποσοστό της παραγωγής ανήκει και στη Μακεδονία, στους νομούς Πιερίας, Ημαθίας και Φλώρινας. Η Φράουλα παράγεται επίσης και στη Δυτική και Στερεά Ελλάδα, Ν. Πρέβεζας, Άρτας, Μεσολόγγι, Άμφισσα, καθώς και σε άλλα μέρη. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα έχουν την προέλευση τους από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Ιταλίας και Γαλλίας. Τα φυτά εισάγονται κυρίως από το εξωτερικό (Η.Π.Α., Ολλανδία, Βέλγιο, Ιταλία) και λίγα μόνο στην Ελλάδα

Υπάρχουν πολλά είδη φράουλας σε αρκετές περιοχές του κόσμου. Στην Ελλάδα για παράδειγμα αυτό που ονομάζουμε «αγριοφράουλα» και φυτρώνει μόνο του στα δάση, είναι η ευρωπαϊκή φράουλα *F. vesca*. Οι καρποί της είναι ιδιαίτερα γευστικοί. Η Ελλάδα παράγει έως 60.000 τόνους από 12000 στρέμματα με >90% (>40000 τόνους) εξαγωγή (Νάνος, 2017).

Σημαντικότερες καλλιεργήσιμες ποικιλίες είναι η Camarosa είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη ποικιλία, ακολουθούμενη από Candonga, Festival και Ventana (Akhatou and Fernandez Recamales, 2013).

Η Candonga είναι μια ποικιλία, η οποία χαρακτηρίζεται “ζωηρή”, κατάγεται από την Ισπανία. Έχει συμπαγή βλάστηση και είναι μέσο-πρώιμη. Το ριζικό σύστημα της candonga είναι ανθεκτικό σε διάφορους παθογόνους οργανισμούς του εδάφους. Οι καρποί της είναι εντόνου κόκκινου χρώματος, σε κωνικό σχήμα με ιδιαίτερη γεύση και άρωμα.

1.1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Από άποψη βοτανικών χαρακτηριστικών η φράουλα είναι φυτό ποώδες πολυετές, με βραχύ μίσχο (1-1,5 cm) στα φύλλα και μικρό ύψος (15 cm) (Trejo-Tellez and Gomez-Merino, 2014). Αποτελείται από ένα κεντρικό μικρό βλαστό (Εικόνα 1) ο οποίος φέρει πολλούς οφθαλμούς, στην αρχή βλαστοφόρους, και λέγεται στεφάνη. Με την πάροδο του χρόνου μπορεί να σχηματισθούν δίπλα στον κεντρικό και τρεις ή περισσότεροι ακόμη μικροί βλαστοί.



Εικόνα 1. Βλαστός φράουλας

Φύλλα: Τα φύλλα είναι οδοντωτά, έχουν βαθύ πράσινο χρώμα στην πάνω επιφάνεια και ανοιχτό πράσινο χρώμα στην κάτω επιφάνεια. Είναι σύνθετα, με μακρύ μίσχο, μήκους πάνω από 10cm περίπου. Ο μίσχος φέρει πυκνό και κοντό τρίχωμα. Στο άκρο του μίσχου υπάρχουν τρία φυλλάρια, ενώ κάπου στο μέσο του μίσχου υπάρχουν δυο μικρά παράφυλλα (Εικόνα 2)(Πεδιαδιτάκης, 2006).

Το άνθος: Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν συνήθως άνθη ερμαφρόδιτα, σπάνια μπορεί να συναντήσουμε και θηλυκά άνθη. Είναι σύνθετο, κωνική ανθοδόχη με 5 σέπαλα, 5 λευκά πέταλα, πολλούς ύπερους και στη βάση της ανθοδόχης 15-30 στήμονες (Εικόνα 2). Κάθε ύπερος φέρει στύλο και στίγμα. Μετά τη γονιμοποίηση, τα πέταλα πέφτουν αλλά παραμένει ο κάλυκας(Θανόπουλος, 2008).



Εικόνα 2. Άνθος, καρποί και φύλλα φράουλας (lesbeauxjardins.com, florencedellerie.over-blog.com)

Ο καρπός ο οποίος καταναλώνεται είναι στην πραγματικότητα η διογκωμένη

σαρκώδης ανθοδόχη όπου στην επιφάνεια της βρίσκονται οι πραγματικοί καρποί, ονομάζονται αχαίνια και είναι ελαφρά βυθισμένοι στην επιφάνεια της ανθοδόχης (Πεδιαδιτάκης, 2006). Το εδώδιμο μέρος της φράουλας, αυτό που αναγνωρίζουμε σαν καρπό, ουσιαστικά είναι ένας ψευδοκαρπός. Αυτό σημαίνει πως η σάρκα της φράουλας δεν δημιουργείται από την ωοθήκη του άνθους αλλά από την ανθοδόχη. Η ανθοδόχη είναι το διογκωμένο μέρος του άνθους που στηρίζει τις ωοθήκες και άλλα μέρη του άνθους. Επιπλέον τα κίτρινα σημάδια που είναι προσκολλημένα πάνω στις φράουλες και αναγνωρίζονται σαν σποράκια, στην πραγματικότητα είναι οι ωοθήκες του άνθους. Μέσα σε κάθε ωοθήκη υπάρχει ένας σπόρος. Το μέγεθος του καρπού της φράουλας συνεχίζει να αυξάνεται μέχρι και την ωρίμανση. Η αλλαγή του χρώματος της ανθοδόχης (Εικόνα 3) γίνεται από πράσινο→λευκό, λευκορόδινο→ρόδινο→κόκκινο→βαθύ κόκκινο ή βυσσινί (υπερώριμο) (Trejo-Tellez and Gomez-Merino, 2014).



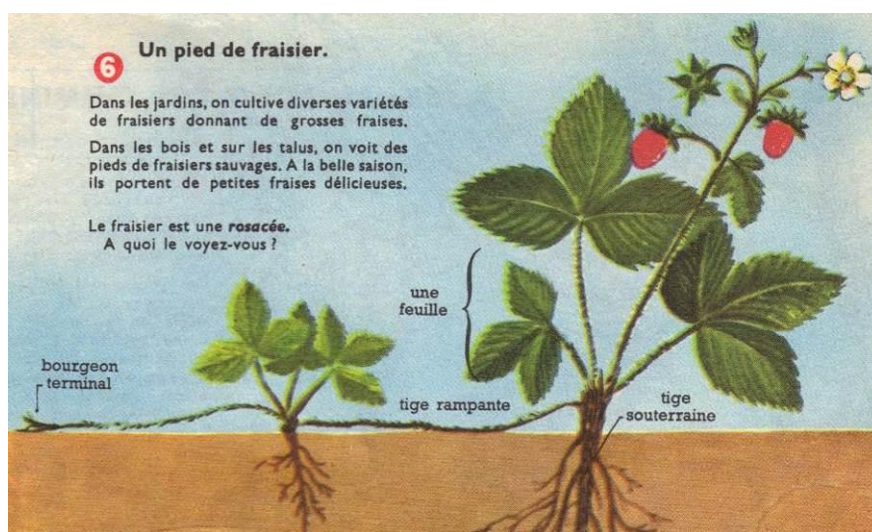
Εικόνα 3. Καρποί φράουλας σε όλα τα στάδια ανάπτυξης

Η ρίζα της φράουλας είναι θυσανώδης (Εικόνα 4), η οποία ως επί το πλείστον περιορίζονται σε βάθος 15-25 cm στη διατομή του εδάφους (Kumar Yasav et al,2016). Αποτελείται από ένα μόνιμο τμήμα με ξυλώδες και φελλώδες κάμβιο και από ένα ετήσιο έως πολύ βραχύβιο ριζικό σύστημα που στερείται καμβίου και αποτελείται από ριζικά τριχίδια τα οποία προσλαμβάνουν τα θρεπτικά συστατικά. Τα ριζικά τριχίδια ζουν από μερικές μέρες έως μερικές βδομάδες, μετά οι πρωτογενείς ρίζες γηράσκουν και πεθαίνουν, καθώς το φυτό γηράσκει μέσα σε 1-2 έτη. Νέες ρίζες, σχηματίζονται και αναπτύσσονται σε υψηλότερες θέσεις του βλαστού (Trejo-Tellez and Gomez-Merino, 2014).



Εικόνα 4. Σταδιακή ανάπτυξη ριζικού συστήματος φυτού και του υπέργειου μέρους (dreamstime.com)

Στόλωνες: Για καλλιεργητικούς λόγους η φράουλα πολλαπλασιάζεται αγενώς με τους στόλωνες (Εικόνα 5) (έρποντες βλαστοί), οι οποίοι προέρχονται από μητρικά φυτά σε συνθήκες μεγάλης ημέρας (δηλαδή $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ και ημέρα 14-16 ώρες) που σε κάθε δεύτερο γόνατο δίνουν νέα φυτά (Πεδιαδιτάκης,2006). Σε όλο το μήκος των στολώνων φέρονται ανά 20cm κόμβοι, οι οποίοι όταν έρθουν σε επαφή με το έδαφος και με υγρασία μπορούν να ριζοβολήσουν και να αναπαράγουν μητρικά φυτά. Λόγω της ιδιαιτερότητας αυτής, οι στόλωνες, παίζουν σημαντικό ρόλο στον πολλαπλασιασμό της φράουλας (Θανόπουλος,2008).



Εικόνα 5. Ανατομία ολόκληρου του φυτού και στόλωνων (*information-documents.com*)

Πολλαπλασιασμός: Η φράουλα πολλαπλασιάζεται με σπόρο, με στόλωνες, με διαχωρισμό των βλαστικών αξόνων μαζί με τμήμα ρίζας, καθώς και με ιστοκαλλιέργεια.

Με σπόρο πολλαπλασιάζονται μόνο οι νέες ποικιλίες που προκύπτουν από υβριδισμό. Στην πράξη το φυτό πολλαπλασιάζεται αγενώς και κυρίως με στόλωνες ή σε συνδυασμό με ιστοκαλλιέργεια. Ο αριθμός των στολώνων που θα παραχθεί ανά φυτό εξαρτάται από την ποικιλία, καθώς και από τις επικρατούσες συνθήκες μήκους ημέρας και θερμοκρασιών. Έτσι, ο αριθμός των στολώνων που παράγονται ανά φυτό ποικίλλει από 0, σε μερικές ποικιλίες μακράς φωτοπεριόδου, 6-7 σε μερικές ποικιλίες συνεχούς καρποφορίας, (ουδέτερης φωτοπεριόδου), έως 12 ή και περισσότερους σε μερικές ποικιλίες βραχείας φωτοπεριόδου (Κανάκης, 2004).

Οι κυριότεροι εχθροί της Φράουλας είναι οι τετράνυχτοι, νηματώδεις και αφίδες. Από

άποψη ασθενειών είναι βοτρυτής, βερτησιλλίωση, νέκρωση λαιμού ριζών, οι οποίες είναι από τις κυριότερες ασθένειες. Τέλος, παραμόρφωση καρπών που προήλθαν από μερική γονιμοποίηση του άνθους ή από καταστροφή μέρους των στύλων από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (Πεδιαδιτάκης,2006).

Ο βοτρυτής (*Botrytis cinerea*) είναι μια από τις σοβαρότερες ασθένειες της φράουλας Εικόνα 6 (Νάνος, 2017). Η προσβολή γίνεται συνήθως στους καρπούς, αρχικά ο καρπός μαλακώνει στην συνέχεια παραμορφώνεται, παίρνει ένα σκούρο χρώμα και τέλος σαπίζει. Ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη της ασθένειας είναι η υψηλή υγρασία.



Εικόνα 6. Προσβολή του καρπού από Βοτρυτή (www.athanassa.gr)

Η μόλυνση συνηθίζεται στο σημείο όπου υπάρχει επαφή του καρπού με το έδαφος. Για την αντιμετώπιση της ασθένειας υπάρχουν κάποια προληπτικά μέτρα, όπως αραιή φύτευση, αποφυγή επαφής των καρπών με το έδαφος, η επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών και τέλος η αποφυγή υπερβολικής υγρασίας (Θανόπουλος, 2008).

1.2 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Κλίμα: Το φυτό της φράουλας χαρακτηρίζεται από την μεγάλη προσαρμοστικότητα της στις περιβαλλοντικές συνθήκες και με αυτόν τον τρόπο μπορεί να καλλιεργηθεί και σε υψηλότερα υψόμετρα των τροπικών περιοχών ενώ και σε βορειότερα γεωγραφικά πλάτη όπου επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες (Κανάκης, 2004).

Οι περισσότερες ποικιλίες για την έκπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών χρειάζονται

μέσου ή μικρού μήκους ημέρες. Σε βορειότερα πλάτη, η έκπτυξη των οφθαλμών γίνεται τον Σεπτέμβριο έως τις αρχές Οκτωβρίου και όλοι οι οφθαλμοί σχηματίζονται την ίδια εποχή. Σε νοτιότερα πλάτη ο σχηματισμός των ανθοφόρων οφθαλμών γίνεται τον Σεπτέμβριο, αλλά η ανάπτυξη μπορεί να ολοκληρωθεί επαρκώς στις αρχές της άνοιξης. Έτσι η παραγωγή ανθοφόρων οφθαλμών γίνεται το φθινόπωρο, ενώ μπορεί να γίνει μια ακόμη παραγωγή νωρίς την άνοιξη. Σχετικά με το κλίμα αναφέρεται καλλιέργεια σε ύψος 2800-3200 μέτρα κοντά στον ισημερινό όπου το κλίμα είναι ψυχρό και ξηρό. Όμως καλλιέργειες φράουλας συναντιούνται και σε υγρές ημιτροπικές περιοχές όπως είναι η Ιαπωνία και η Ινδία (Κανάκης, 2004).

Όπως όλα σχεδόν τα είδη, έτσι και η φράουλα πέφτει σε κατάσταση λήθαργου με τις χαμηλές θερμοκρασίες του Χειμώνα. Συνεπώς η βλάστηση ακολουθεί μετά την έξοδο από το λήθαργο και εφόσον οι συνθήκες είναι κατάλληλες. Η φράουλα για να βλαστήσει χρειάζεται θερμοκρασία από 8°C έως 15°C. Οι θερμοκρασίες της ατμόσφαιρας που απαιτούνται στις διάφορες φυσιολογικές ανάγκες της φράουλας είναι, ελάχιστη θερμοκρασία ατμόσφαιρας: 5°C με 6°C, φυσιολογική θερμοκρασία ανάπτυξης: 15°C με 22°C, μέγιστη θερμοκρασία ατμόσφαιρας: 30°C (Κανάκης, 2004).

Έδαφος: Ένας από τους πιο σπουδαίους παράγοντες για την επιτυχή καλλιέργεια φράουλας είναι η επιλογή της σωστής τοποθεσίας εγκατάστασης της φυτείας. Η φράουλα αναπτύσσεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών χωρίς να υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα. Το έδαφος πρέπει να είναι πλούσιο σε οργανική ουσία. Για να δημιουργηθούν κατάλληλες συνθήκες ανάπτυξης θα πρέπει να αποφεύγονται τα βαθιά αργιλώδη εδάφη και τα δύσκολα αποστραγγιζόμενα εδάφη, καθώς το φυτό δεν αναπτύσσεται σε υπερβολική υγρασία. Επομένως, για την καλλιέργεια της φράουλας τα προτιμώμενα εδάφη είναι τα ελαφρά αμμοπηλώδη (Βσιλακάκης, 1997). Οι τιμές του pH του εδάφους θα πρέπει να κυμαίνονται από 5.5 έως 6.5 ενώ η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (E.C.) στα 1-1,2 mS/cm.

1.3 Οργανικά/Ανόργανα Λιπάσματα και Θρέψη

Από τα πρώτα χρόνια, όταν οι πρώτοι άνθρωποι ανακάλυπταν ότι είναι εφικτό να ζήσουν καλλιεργώντας τη γη και χωρίς την αναζήτηση τροφής (μέσω του κυνηγιού και της συλλογής καρπών), διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν υλικά που αυξάνουν τη φυτική παραγωγή. Αυτά τα πρώτα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό ήταν φύλλα σε αποσύνθεση

και περιττώματα ζώων. Από τότε έως τον 17^ο αιώνα, οι άνθρωποι συνέχιζαν να καλλιεργούν χρησιμοποιώντας το φυσικό κόμποστ και την κοπριά ως λιπάσματα.

Κατά τη διάρκεια της αγροτικής επανάστασης, άρχισε σιγά σιγά η ανακάλυψη νέων φυσικών λιπασμάτων, που είχαν τη δυνατότητα να αυξάνουν την αγροτική παραγωγή πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά. Από τη βιομηχανική επανάσταση και μετά ξεκίνησε η μελέτη των χημικών στοιχείων που επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών με συνέπεια την παραγωγή και χρήση λιπασμάτων που παρασκευάζονται από τον άνθρωπο με χημικές μεθόδους.

Τα τελευταία χρόνια με τη πρόοδο και τις σπουδαίες ανακαλύψεις στο τομέα της βιολογίας έγινε αντιληπτός ο ρόλος των μικροοργανισμών στη θρέψη των φυτών καθώς και οι βιοχημικοί μηχανισμοί πρόσληψης και αφομοίωσης των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Παράλληλα, δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής νέων λιπασμάτων που συνδυάζουν οργανικές και ανόργανες ενώσεις μαζί με ωφέλιμους μικροοργανισμούς επεκτείνοντας τα διαθέσιμα προϊόντα λίπανσης που έχει σήμερα στη διάθεσή του ο άνθρωπος για να επιτύχει τη μεγιστοποίηση της φυτικής παραγωγής.

Σήμερα είναι γνωστό ότι όλα τα φυτά χρειάζονται απαραίτητως ορισμένα χημικά στοιχεία για να αναπτυχθούν. Αυτά είναι: το Υδρογόνο (H), το Οξυγόνο (O), ο Άνθρακας (C), το Άζωτο (N), ο Φώσφορος (P), το Κάλιο (K), το Μαγνήσιο (Mg), το Ασβέστιο (Ca), το Θείο (S), ο Σίδηρος (Fe), ο Χαλκός (Cu), ο Ψευδάργυρος (Zn), το Μαγγάνιο (Mn), το Βόριο (B), το Μολυβδαίνιο (Mo) και το Κοβάλτιο (Co).

Πέρα από τα πρώτα τρία προαναφερθέντα τα οποία είναι διαθέσιμα στα φυτά καθώς προσλαμβάνονται από το νερό και την ατμόσφαιρα, τα υπόλοιπα στοιχεία, τα οποία λαμβάνουν τα φυτά από το έδαφος μέσω του ριζικού τους συστήματος, δεν είναι πάντα διαθέσιμα διότι μπορεί να μην είναι σε αφομοιώσιμη μορφή ή ακόμη και να μην υπάρχουν, με αποτέλεσμα να μην είναι πάντοτε στη διάθεση των φυτών. Για να μην γίνεται λοιπόν αυτό παρέχονται στα φυτά τα λιπάσματα (δηλαδή η δυνατότητα παροχής των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων που έχουν ανάγκη τα φυτά και δεν είναι διαθέσιμα ή και να τα προσλάβουν από το έδαφος που βρίσκονται).

Τα λιπάσματα αποτελούνται από μια ή περισσότερες οργανικές ή ανόργανες χημικές ενώσεις μέσα στις οποίες περιέχονται τα θρεπτικά στοιχεία. Οι ανόργανες χημικές ενώσεις των λιπασμάτων διαλύονται αρχικά μέσα στο νερό του εδάφους και στη συνέχεια δεσμεύονται από το ριζικό σύστημα των φυτών (οι ρίζες δεσμεύουν τα θρεπτικά στοιχεία σε

μορφή ιόντων, τα οποία είναι διαλυμένα μέσα στο νερό), αν φυσικά δεν έχει προηγηθεί ξέπλυμα και απομάκρυνση αυτών από τα επιφανειακά ρέοντα ύδατα. Αυτό συμβαίνει όταν απουσιάζει η οργανική ουσία από το έδαφος ώστε να τα συγκρατήσει.

Αντίθετα, οι οργανικές χημικές ενώσεις των λιπασμάτων που είναι σύνθετες ενώσεις του άνθρακα, αρχικά διασπώνται από τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους σε απλούστερες χημικές ενώσεις, οι οποίες μπορούν να αφομοιωθούν από τα φυτά. Οι οργανικές ενώσεις αποτελούν τροφή για τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους, οι οποίοι τις αποικοδομούν προκειμένου να εξασφαλίσουν την απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό τους και με αυτόν τον τρόπο τις μετασχηματίζουν σε μορφές άμεσα αφομοιώσιμες από τα φυτά. Είναι φανερό ότι η οργανική ουσία είναι απαραίτητη στα καλλιεργήσιμα εδάφη καθώς αφενός μεν βελτιώνει τη δομή τους, αφετέρου δε ενεργοποιεί τις βιολογικές διεργασίες που συντελούνται σε αυτά.

Η ύπαρξη οργανικών ή ανόργανων ενώσεων σε ένα λίπασμα οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στις πρώτες ύλες από τις οποίες παρασκευάζεται. Μπορούμε να ταξινομήσουμε τα λιπάσματα με κριτήριο την πηγή προέλευσης των θρεπτικών στοιχείων που περιέχουν σε 3 κύριες κατηγορίες, α) Ανόργανα λιπάσματα, β) Οργανικά λιπάσματα, γ) Οργανοχημικά λιπάσματα.

Ως λίπασμα ορίζεται οποιαδήποτε ουσία φυσική ή τεχνητή η οποία περιέχει ένα ή περισσότερα θρεπτικά στοιχεία και συμβάλλει στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα των φυτών.

Ανόργανα λιπάσματα: Όταν όλα τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει ένα λίπασμα προέρχονται από ανόργανες χημικές ενώσεις τότε το λίπασμα κατατάσσεται στα ανόργανα λιπάσματα. Αν επιπλέον όλες οι χημικές ενώσεις από τις οποίες αποτελείται το λίπασμα παρασκευάζονται κατόπιν χημικής επεξεργασίας τότε το λίπασμα ονομάζεται χημικό λίπασμα ενώ αν οι πρώτες ύλες προέρχονται από ορυκτά πετρώματα που δεν έχουν υποστεί χημική επεξεργασία τότε το λίπασμα ονομάζεται φυσικό ανόργανο ή ορυκτό λίπασμα.

Το μεγάλο πλεονέκτημα των λιπασμάτων αυτής της κατηγορίας είναι ότι παρέχουν θρεπτικά στοιχεία σε υψηλή περιεκτικότητα. Επιπλέον παράγονται σε πολλούς τύπους κύριων και δευτερευόντων στοιχείων καλύπτοντας τις ανάγκες θρέψης όλων των καλλιεργειών. Το σημαντικότερο μειονέκτημα των ανόργανων λιπασμάτων είναι ότι με την απουσία οργανικής ουσίας στο έδαφος, τα θρεπτικά στοιχεία που διαθέτουν ξεπλένονται με τα επιφανειακά νερά, με αποτέλεσμα ένα μεγάλο μέρος τους να μη δεσμεύεται από τα φυτά,

αλλά να καταλήγει σε υδάτινους αποδεκτές. Έχει βρεθεί ότι μόνο το 1/3 των προστιθέμενων στο έδαφος ανόργανων λιπασμάτων δεσμεύεται τελικά από τα φυτά. Το γεγονός αυτό δημιουργεί την ανάγκη κατανάλωσης μεγάλων ποσοτήτων ανόργανων λιπασμάτων προκειμένου να καλυφθούν οι θρεπτικές ανάγκες των καλλιεργειών, οδηγώντας τελικά σε αύξηση του κόστους της καλλιέργειας, σε σταδιακή υποβάθμιση της δομής και της γονιμότητας του εδάφους, ρύπανση των υδάτων και κατάρρευση του περιβάλλοντος γενικότερα.

Η εφαρμογή οργανικών υλικών αρχίζει και αποκτά ιδιαίτερη σημασία στις μέρες μας (οργανική γεωργία, βιολογική γεωργία, ανακύκλωση οργανικών υπολειμμάτων κλπ). Η λίπανση με μεθόδους φιλικές προς το περιβάλλον αποκτά όλο και μεγαλύτερη σπουδαιότητα.

Οργανικά λιπάσματα: Είναι τα λιπάσματα των οποίων τα θρεπτικά στοιχεία περιέχονται μέσα σε σύνθετες οργανικές ενώσεις, συνήθως οργανικές πρώτες ύλες. Τα παραπροϊόντα της φυτικής και ζωικής παραγωγής, πολλά ανθρακούχα πετρώματα καθώς και αστικά ή γεωργικά απόβλητα αποτελούν τις συνηθέστερες πρώτες ύλες για την παραγωγή οργανικών λιπασμάτων. Το μεγάλο πλεονέκτημα των οργανικών λιπασμάτων είναι ότι εκτός από τα θρεπτικά στοιχεία, περιέχουν υψηλή συγκέντρωση οργανικής ουσίας με αποτέλεσμα να βελτιώνουν τη δομή, τη σύσταση και τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους (pH, ιοντοανταλλακτική ικανότητα, συγκράτηση θρεπτικών στοιχείων, κ.α.). Παράλληλα, αποτελούν τροφή για τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους, οι οποίοι διασπούν τις οργανικές ενώσεις του λιπάσματος και τις μετατρέπουν σε απλούστερες ανόργανες ενώσεις οι οποίες είναι άμεσα αφομοιώσιμες από τα φυτά. Τα περισσότερα οργανικά λιπάσματα μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις καλλιέργειες χωρίς περιορισμό που να οφείλεται στον τρόπο διαχείρισης της καλλιέργειας λόγω του γεγονότος ότι είναι στην πλειονότητά τους κατάλληλα για βιολογικές καλλιέργειες. Στα μειονεκτήματα των οργανικών λιπασμάτων πρέπει να αναφερθούν η χαμηλή συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με τα ανόργανα λιπάσματα και το υψηλότερο κόστος τους. Παρόλα αυτά τα οργανικά λιπάσματα κερδίζουν συνεχώς έδαφος καθώς έχουν υψηλή απόδοση, λειτουργούν ως ενεργοποιητές εδάφους και βιοδιεγέρτες και δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Οργανοχημικά λιπάσματα: Τα λιπάσματα των οποίων τα θρεπτικά στοιχεία προέρχονται τόσο από ανόργανες όσο και από οργανικές ενώσεις ονομάζονται οργανοχημικά ή οργανοανόργανα λιπάσματα. Παρασκευάζονται συνήθως με ανάμιξη οργανικών και ανόργανων πρώτων υλών επιτυγχάνοντας το πάντρεμα των ιδιοτήτων των δύο προηγούμενων

κατηγοριών λιπασμάτων. Επιπλέον παράγονται σε διάφορους τύπους, τόσο από πλευράς θρεπτικών στοιχείων, όσο και από πλευράς περιεκτικότητας οργανικής ουσίας προσφέροντας πολλαπλές επιλογές στους καλλιεργητές. Τα οργανοχημικά λιπάσματα προσφέρουν ολοκληρωμένη κάλυψη των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία, έχουν πολύ χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και εξασφαλίζουν υψηλές αποδόσεις και βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά στη συγκομιδή. Η συνύπαρξη οργανικής ουσίας και χημικών θρεπτικών στοιχείων μέσα στο ίδιο λίπασμα επιτυγχάνει την καλύτερη και γρηγορότερη αφομοίωση του λιπάσματος, βελτιώνει την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων γύρω από τους υποδοχείς πρόσληψης των ριζών και μειώνει το κόστος της καλλιέργειας αλλά και την καταπόνηση του καλλιεργητή. Με τα οργανοχημικά λιπάσματα το φυτό θρέφεται σωστά καθόλη τη διάρκεια της καλλιέργειας, χωρίς φυσικά να προκαλείται εξάντληση, υποβάθμιση ή και ρύπανση του εδάφους.

Θρέψη: Όλα τα θρεπτικά στοιχεία είναι απαραίτητα στις αναγκαίες ποσότητες για την απόκτηση της μέγιστης απόδοσης. Πιο ειδικά για τη φράουλα:

Όπως όλα τα φυτά έτσι και η φράουλα για να αναπτυχθούν σωστά και να αποφέρουν την ανάλογη ποσότητα σε καρπούς, απαιτούν μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία. Η καλύτερη και πιο ορθολογική όμως λίπανση πρέπει να στηρίζεται στα αποτελέσματα εδαφικής ανάλυσης. Στην φράουλα, στην αρχή της καλλιέργειας, πραγματοποιείται μια βασική λίπανση συνήθως χρησιμοποιούνται: οργανική ουσία, λίπασμα 20-20-20, σύνθετο λίπασμα 11 -15 -15, σε αναλογία 80 με 100 κιλά ανά στρέμμα • θεϊκή αμμωνία 21 -0-0 σε αναλογία 18 με 22 κιλά ανά στρέμμα. Αργότερα, και όσο η καλλιέργεια προχωρά, η λίπανση προσαρμόζεται στις ανάγκες του φυτού, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των εδαφολογικών αναλύσεων.

1.4 Η καλλιέργεια της φράουλας σε οργανικά υποστρώματα

Τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως οργανικά υποστρώματα είναι αρκετά. Ένας καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή υποστρώματος είναι η διάθεσή αυτού στην περιοχή ενδιαφέροντος, προκειμένου το κόστος της καλλιέργειας να μην αυξηθεί σημαντικά. Άλλοι καθοριστικοί παράγοντες για την επιλογή ενός συγκεκριμένου τύπου υποστρώματος είναι αρχικά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αυτού, το κόστος, καθώς και η

σχετική εμπειρία από τη χρήση του συγκεκριμένου τύπου από άλλους καλλιεργητές (Yanari, 2009).

Ακολούθως παρουσιάζονται διαφορετικοί τύποι οργανικών υποστρώματων (Μπαρδακλής, 2004).

1. **Οργανικά Υποστρώματα:** Τα κυριότερα οργανικά υποστρώματα είναι η τύρφη (ξανθιά και μαύρη), υπολείμματα ξύλου, υπολείμματα ελαιουργίας κ.α.

- **Τύρφη:** Ο όρος τύρφη, περικλείει μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων φυτικής προέλευσης, που φυσικά διαφέρουν μεταξύ τους ανάλογα από το φυτικό υλικό από το οποίο προέρχονται, το στάδιο αποσύνθεσης στο οποίο βρίσκονται και διάφορα άλλα χαρακτηριστικά τους. Η πιο καλή μορφή τύρφης για υποστρώματα είναι η ξανθιά τύρφη (ινώδης), που προέρχεται από σφάγνο και δεν βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο αποσύνθεσης. Η ξανθιά τύρφη είναι ελαφριά με βάρος 160Kg/m^3 , έχει πολύ καλό πορώδες που κυμαίνεται μεταξύ 90-95% και καλή ικανότητα συγκράτησης νερού που φτάνει το 50-70% του όγκου της. Ακόμα και στη μέγιστη κατακράτηση νερού, διατηρεί ένα ποσό 12-15% του ολικού πορώδους για τον αέρα. Ο βαθμός αποδόμησής της είναι πολύ χαμηλός. Ως μειονέκτημα αναφέρεται ότι έχει υψηλή εναλλακτική ικανότητα, παρουσιάζει δυσκολία στην απολύμανσή της και εάν ξηρανθεί επανυγραίνεται δύσκολα.

- **Υπολείμματα Ξύλου:** Τα υπολείμματα ξύλου προέρχονται από την βιομηχανία ξύλου και χαρτιού. Συνήθως περιέχουν ουσίες φυτοτοξικές που εμποδίζουν την ανάπτυξη των φυτών. Για να μειωθεί η φυτοτοξική δράση των υπολειμμάτων του ξύλου, απαιτείται χρονικό διάστημα περίπου 5 μηνών. Επίσης, επειδή η σχέση C/N είναι πολύ υψηλή, απαιτείται η προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων βραδείας απόδοσης για να μην παρατηρηθεί έλλειψη N στο υπόστρωμα. Από τα υπολείμματα του ξύλου τα μόνα που χρησιμοποιούνται με επιτυχία σαν υποστρώματα είναι τα πριονίδια, τα οποία χρησιμοποιούνται είτε μόνα τους (αμιγή) είτε σε μείγμα. Πριν την χρησιμοποίησή τους απαιτείται χρονικό διάστημα 6-12 μηνών για να δημιουργηθεί η κομπόστα. Είναι ελαφρύ υλικό, με pH 4,2-6 και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για 2-6 καλλιεργητικές περιόδους. Έχει όμως ετερογένεια, παρουσιάζει δυσκολίες στην απολύμανση, δεν αφήνει τις ρίζες να αερίζονται ικανοποιητικά με κίνδυνο να πάθουν ασφυξία

τα φυτά. Επιπλέον περιέχει ρητίνες που μπορούν να αποβούν τοξικές για τα φυτά και υπάρχει ο κίνδυνος έλλειψης N εάν δεν γίνει καλά η προετοιμασία.

- **Υπολείμματα Ελαιουργίας:** Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν υπόστρωμα μετά από περίοδο χουμοποίησης 4 μηνών. Έχουν ελαφρά υψηλό pH, αποδεκτή ηλεκτρική αγωγιμότητα και υψηλή περιεκτικότητα σε N όταν αναμιχθεί με άλλα υλικά, βελτιώνονται οι ιδιότητες του.

- Άλλα υλικά φυτικής προέλευσης που έχουν δώσει αξιολογικά αποτελέσματα ως υποστρώματα είναι το άχυρο, τα στέμφυλα του σταφυλιού, φλοιοί ριζιού κ.α..

Ωστόσο, η μέχρι σήμερα χρήση οργανικών λιπασμάτων ως μέρος του βασικού υποστρώματος στην καλλιέργεια φράουλας έχει ελάχιστα ερευνηθεί (Yavari, 2009).

1.5 Σκοπός πτυχιακής εργασίας

Κύριος στόχος της πτυχιακής εργασίας ήταν η επίδραση αλλά και η αξιολόγηση της ανάπτυξης της ποικιλίας Candonga φράουλας σε διαφορετικές επεμβάσεις χημικής, οργανικής και οργανοχημικής λίπανσης. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά έξι (6) διαφορετικές επεμβάσεις λίπανσης, χρησιμοποιώντας σε κάθε επέμβαση το ίδιο βασικό υπόστρωμα και εφαρμόζοντας διαφορετικά είδη λίπανσης. Πέρα από τη βασική λίπανση (εφαρμογή στο υπόστρωμα), πραγματοποιήθηκαν και υδρολίπανσεις σε εναλλαγή με την άρδευση (μια άρδευση, μια υδρολίπανση) και πάντα με βάση τις ανάγκες θρέψης της φράουλας. Πιο συγκεκριμένα, σε δυο επεμβάσεις εφαρμόστηκε χημική λίπανση, μια επέμβαση αποτέλεσε τον μάρτυρα, σε μια επέμβαση εφαρμόστηκε μόνο οργανική λίπανση ενώ στις 2 τελευταίες επεμβάσεις εφαρμόστηκε οργανοχημική λίπανση.

2 ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει παρουσίαση της πειραματικής διαδικασίας από την εγκατάσταση αυτής έως και την ολοκλήρωσή της, που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

2.1 Τόπος διεξαγωγής πειραματικής διαδικασίας

Η παρούσα πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το εργαστήριο Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής του ΤΕΙ Κρήτης. Όλες οι απαιτούμενες αναλύσεις που έγιναν στα πλαίσια του παρόντος πειράματος πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο αυτό, ενώ η εγκατάσταση της πειραματικής διάταξης έλαβε χώρα εντός θερμοκηπίου, του αγροκτήματος του ΤΕΙ Κρήτης. Η χρονική διάρκεια για την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας ήταν από τα μέσα Ιανουαρίου έως και τις αρχές Ιουλίου του 2016.

2.2 Επεμβάσεις

Πραγματοποιήθηκαν έξι (6) διαφορετικές επεμβάσεις. Σε κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν δέκα (10) φυτά φράουλας. Πιο αναλυτικά, οι έξι (6) επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν οι ακόλουθες:

1^η Επέμβαση F1: 100% χημικής ανόργανης λίπανσης. Στην επέμβαση αυτή, για τη βασική λίπανση, χρησιμοποιήθηκε η απαιτούμενη για την καλλιέργεια της φράουλας ανόργανη κοκκώδης χημική λίπανση στο βασικό υπόστρωμα, πριν τη φύτευση των φυτών.

2^η Επέμβαση F2: 50% χημικής ανόργανης λίπανσης. Στην επέμβαση αυτή χρησιμοποιήθηκε η μισή απαιτούμενη για την καλλιέργεια της φράουλας ανόργανη κοκκώδης χημική λίπανση στο βασικό υπόστρωμα, πριν τη φύτευση των φυτών.

3^η Επέμβαση F3: Μάρτυρας. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκε μόνο το βασικό υπόστρωμα χωρίς καμία επέμβαση προσθήκης θρεπτικών.

4^η Επέμβαση F4: $K_4=K_1$ ($N_4<N_1$ & $P_4<P_1$). Στην τέταρτη επέμβαση έγινε προσπάθεια εξίσωσης της συγκέντρωσης του καλίου του οργανικού λιπάσματος (K_4) με αυτό του καλίου της χημικής λίπανσης της 1^{ης} επέμβασης (K_1). Χρησιμοποιήθηκε δηλαδή τόση ποσότητα οργανικού λιπάσματος, ώστε το κάλιο που προστέθηκε στην επέμβαση αυτή να είναι ίσο με αυτό της 1^{ης} επέμβασης. Στην περίπτωση αυτή οι συγκεντρώσεις του αζώτου και του φωσφόρου ήταν χαμηλότερες σε σχέση με την 1^η επέμβαση.

5^η Επέμβαση F5: $K_5=K_1$ ($N_5=N_1$ & $P_5=P_1$). Στην επέμβαση αυτή έγινε προσπάθεια εξίσωσης των συγκεντρώσεων και των τριών θρεπτικών στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η ίδια ποσότητα οργανικού λιπάσματος, όπως στην περίπτωση της 4^{ης}

επέμβασης), ώστε το κάλιο που προστέθηκε στην επέμβαση (K_5) αυτή να είναι ίσο με αυτό της 1^{ης} επέμβασης (K_1). Για την εξίσωση των άλλων δυο θρεπτικών με την περίπτωση της 1^{ης} επέμβασης ($N_5=N_1$ & $P_5=P_1$), προστέθηκε αντίστοιχη ποσότητα νιτρικής αμμωνίας (NH_4NO_3) και πεντοξείδιο του φωσφόρου (P_2O_5).

6^η Επέμβαση F6: $K_6=K_1$ ($N_6>N_1$ & $P_6>P_1$). Στην περίπτωση αυτή προστέθηκε η ίδια ποσότητα οργανικού λιπάσματος, όπως στην περίπτωση της 4^{ης} και 5^{ης} επέμβασης, ώστε το κάλιο που προστέθηκε στην επέμβαση (K_6) αυτή να είναι ίσο με αυτό της 1^{ης} επέμβασης (K_1). Ωστόσο, στην επέμβαση αυτή αγνοήθηκε η ποσότητα σε άζωτο και φώσφορο (N & P) που ήδη υπήρχε στο οργανικό λίπασμα και προστέθηκε τόση ποσότητα NH_4NO_3 και P_2O_5 , ώστε οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών αυτών να εξισωθούν με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των θρεπτικών στην επέμβαση 1. Συνεπώς, στην περίπτωση αυτή οι συγκεντρώσεις του αζώτου και του φωσφόρου είναι υψηλότερες από την περίπτωση εφαρμογής της πλήρους χημικής λίπανσης.

2.3 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν

Για την υλοποίηση του συγκεκριμένου πειράματος χρησιμοποιήθηκαν εξήντα (60) μοσχεύματα φράουλας, ποικιλίας Candonga. Για το υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε άμμος, ξανθιά τύρφη και μαύρη τύρφη. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε χημικό ανόργανο λίπασμα τύπου 20-20-20, καθώς και οργανικό λίπασμα το οποίο είχε παραχθεί από το εργαστήριο Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής. Το οργανικό και χημικό λίπασμα χρησιμοποιήθηκαν, τόσο στην προετοιμασία των υποστρωμάτων των επεμβάσεων, όσο και στην προετοιμασία του θρεπτικού διαλύματος που χρησιμοποιήθηκε για την υδρολίπανση των φυτών. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης 60 γλάστρες των 7 λίτρων, με πιατάκι η κάθε μια, για το σύνολο των επεμβάσεων. Η πειραματική διεργασία εξελίχθηκε εντός θερμοκηπίου.

2.4 Προετοιμασία υποστρωμάτων & Εγκατάσταση πειράματος

Η εγκατάσταση των φυτών έγινε σε γλάστρες των 7 λίτρων η κάθε μια. Έγιναν έξι διαφορετικές επεμβάσεις, με 10 επαναλήψεις η κάθε επέμβαση. Σε κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκε το ίδιο βασικό υπόστρωμα, το οποίο αποτελούνταν από άμμο, ξανθιά τύρφη και μαύρη τύρφη σε αναλογίες 20%, 70% και 10% αντίστοιχα. Η συνολική ποσότητα

του βασικού υποστρώματος που δημιουργήθηκε για κάθε επέμβαση ήταν 80 lt.

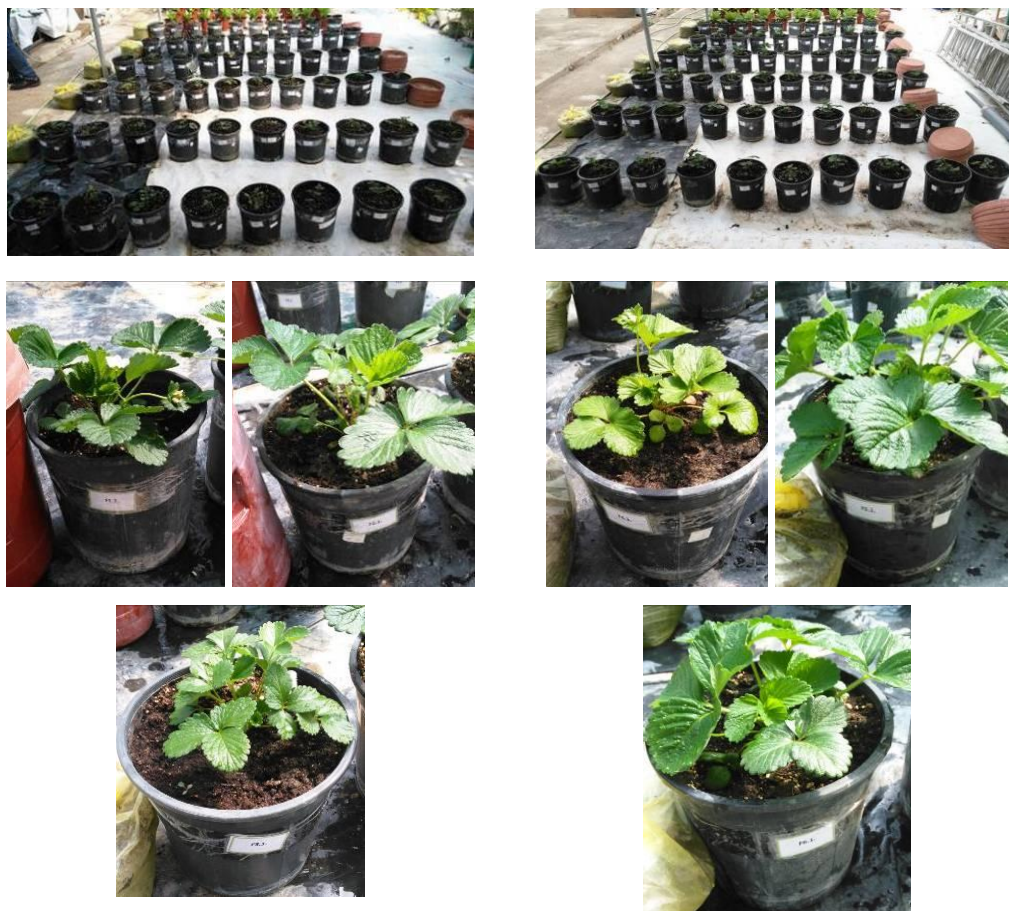
Στο βασικό υπόστρωμα των επεμβάσεων όπου αξιολογήθηκε η χημική λίπανση, προστέθηκαν 120gr χημικού λιπάσματος, τύπου 20-20-20, στην πρώτη επέμβαση και 60gr του ίδιου λιπάσματος, στη δεύτερη επέμβαση.

Αντίστοιχα, στις επεμβάσεις όπου αξιολογήθηκε η οργανική λίπανση, προστέθηκαν 310gr οργανικού λιπάσματος στην 4^η, 5^η και 6^η επέμβαση. Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ αυτών των επεμβάσεων είναι ότι στην 5^η επέμβαση προστέθηκαν επιπλέον 41gr νιτρικής αμμωνίας και 18gr πεντοξειδίου του φωσφόρου και στην 6^η επέμβαση προστέθηκαν 72 και 24 gr αντίστοιχα. Συγκεντρωτικά στοιχεία των ποσοτήτων των λιπασμάτων που προστέθηκαν ανά επέμβαση παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1. Ποσότητες χημικής και οργανικής λίπανσης ανά επέμβαση, για την προετοιμασία του υποστρώματος.

Αγρονομική αξιολόγηση οργανικού λιπάσματος σε καλλιέργεια φράουλας							
1,5 gr λιπάσματος (20-20-20)/ lt υποστρώματος							
120 gr χημική λίπανση / για τα 80lt υποστρώματος σε κάθε επέμβαση							
80 lt υποστρώματος σε κάθε επέμβαση							
10 γλάστρες των 7lt							
Απαιτούμενες ποσότητες θρεπτικών σε κάθε επέμβαση							
	1 ^η Επέμβαση F1	2 ^η Επέμβαση F2	3 ^η Επέμβαση F3	4 ^η Επέμβαση F4	5 ^η Επέμβαση F5	6 ^η Επέμβαση F6	
Θρεπτικά (gr)	100% χημική λίπανση	50% χημική λίπανση	Μάρτυρας	K ₄ =K ₁ [*] (P ₄ <P ₁) ^{**} (N ₄ <N ₁) ^{***}	K ₅ =K ₁ [*] (P ₅ =P ₁) ^{**} (N ₅ =N ₁) ^{***}	K ₆ =K ₁ [*] (P ₆ >P ₁) ^{**} (N ₆ >N ₁) ^{***}	
Στοιχειακό Ολικό Άζωτο - TN (gr)		24	12	0	10,85	24	34,85
Στοιχειακό Ολικό Κάλιο TK (gr)		20	10	0	20	20	20
Στοιχειακό Ολικό Φώσφορο (gr)		10,4	5,2	0	2,8	10,4	13,2
Ποσότητες λιπασμάτων που προστέθηκαν σε κάθε επέμβαση							
	1 ^η Επέμβαση F1	2 ^η Επέμβαση F2	3 ^η Επέμβαση F3	4 ^η Επέμβαση F4	5 ^η Επέμβαση F5	6 ^η Επέμβαση F6	
	100% χημική λίπανση	50% χημική λίπανση	Μάρτυρας	K=K [*] (P ₄ <P ₁) ^{**} (N ₄ <N ₁) ^{***}	K=K [*] (P ₅ =P ₁) ^{**} (N ₅ =N ₁) ^{***}	K=K [*] (P ₆ >P ₁) ^{**} (N ₆ >N ₁) ^{***}	
Χημική & Οργανική λίπανση (gr)		120	60	0	310	310	310
Νιτρική Αμμωνία [NH ₄ NO ₃ (34,5%)]						41	72
Πεντοξείδιο του Φωσφόρου [P ₂ O ₅]						18	24
*K = ποσότητα στοιχειακού καλίου							
**P = ποσότητα στοιχειακού φωσφόρου							
***N = ποσότητα στοιχειακού αζώτου							

Αμέσως μετά από την προετοιμασία όλων των υλικών και υποστρωμάτων, έγινε η εγκατάσταση του πειράματος. Τα μοσχεύματα της φράουλας, μεταφυτευτήκαν στις γλάστρες, και χωρίστηκαν σε έξι σειρές (μια για κάθε επέμβαση) όπως φαίνεται και στην εικόνα (Εικ.7) που ακολουθεί.



Εικόνα 7. Εγκατάσταση φυτών φράουλας στις γλάστρες

Ως βάση για κάθε γλάστρα χρησιμοποιήθηκαν τα κατάλληλα πιατάκια (Εικ.8) έτσι ώστε να μη χάνεται το νερό που στραγγίζει από κάθε γλάστρα, αμέσως μετά από κάθε άρδευση. Το νερό αυτό ήταν εμπλουτισμένο με θρεπτικά συστατικά, οπότε και επαναχρησιμοποιούνταν και πάλι στην ίδια γλάστρα, προκειμένου τα θρεπτικά αυτά να μη χαθούν. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ήταν η αξιοποίηση των συστατικών αυτών στο υπόστρωμα και κατά συνέπεια στα φυτά.



Εικόνα 8. Ανάπτυξη φυτών κατά τη διάρκεια του πειράματος στις γλάστρες με τα πιατάκια

2.5 Προετοιμασία Οργανικής λίπανσης

Το παραγόμενο οργανικό λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα της παρούσας εργασίας έχει προκύψει από ηλιακή ξήρανση νωπής κοπριάς βοοειδών σε τσιμεντένια δεξαμενή εντός θερμοκηπίου ξήρανσης που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του αγροκτήματος του ΤΕΙ Κρήτης. Κατά τη διάρκεια της ξήρανσης πραγματοποιήθηκε προσθήκη σημαντικών ποσοτήτων υγρών αποβλήτων ελαιουργείων. Πιο συγκεκριμένα, σε καθημερινή βάση πραγματοποιούνταν ανάδευση του υλικού με σκοπό την επιτάχυνση της εξάτμισης της υγρασίας αυτού. Σταδιακά και σε διάστημα περίπου έξι (6) μηνών προστέθηκαν περίπου 2,9tn υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων (κατσίγαρος) σε 400 lt νωπής κοπριάς βοοειδών. Απώτερος στόχος της διαδικασίας ήταν η συμπύκνωση των θρεπτικών (κυρίως καλίου, αλλά και φωσφόρου και αζώτου) στη νωπή κοπριά που χρησιμοποιήθηκε ως βάση, προκειμένου να προκύψει ένα οργανικό προϊόν, εμπλουτισμένο στα τρία (3) αυτά θρεπτικά.

Στις φωτογραφίες ακολούθως παρουσιάζεται η πορεία υλοποίησης της ηλιακής ξήρανσης από την αρχή, με την τοποθέτηση της νωπής κοπριάς εντός της δεξαμενής και την προσθήκη κατσίγαρου, μέχρι και την τελική μορφή που είχε το παραγόμενο από τη

διαδικασία της ξήρανσης προϊόν.



Εικόνα 9: Πορεία ηλιακής ξήρανσης κοπριάς βοοειδών με προσθήκη υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου



Εικόνα 10: Ανάδευση υλικού κατά την ηλιακή ξήρανση

Στους Πίνακες 2 και 3 παρουσιάζονται αναλυτικά οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων, τόσο των υγρών αποβλήτων των ελαιοτριβείων, όσο και του τελικού παραγόμενου προϊόντος από τη διαδικασία της ηλιακής ξήρανσης.

Πίνακας 2: Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου που χρησιμοποιήθηκαν στην ηλιακή ξήρανση.

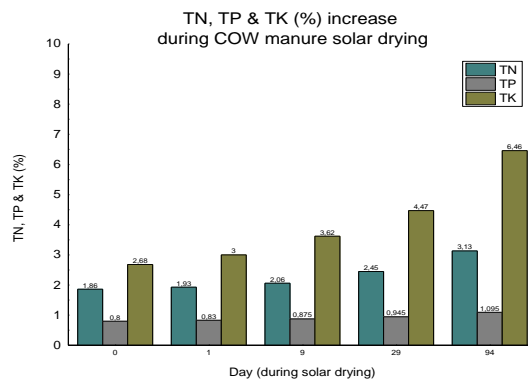
Παράμετροι	Τιμές
pH	4,8
EC (mS/cm)	3,4
TN (mg/l)	331,95
TK (mg/l)	2.345,08
TP (mg/l)	152,36
TOC (%)	23
Φαινόλες (g gallic acid/ kg)	5,1

Πίνακας 3: Συγκεντρωτικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νωπού υλικού και του τελικού παραγόμενου προϊόντος της ηλιακής ξήρανσης της κοπριάς των βοοειδών με υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων

Παράμετροι	Τιμές νωπής κοπριάς βοοειδών	Τιμές τελικού προϊόντος
pH	9,17	5,73
EC (mS/cm)	5,3	4,71
TN (%)	1,86	3,13
TK (%)	2,68	6,46
TP (%)	0,8	1,10
TOC (%)	49,23	68,45
Φαινόλες (g gallic acid/ kg)	1,8	9,27

Από τα στοιχεία του Πίνακα 3 προκύπτει ότι όσον αφορά στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών, πριν και μετά την ολοκλήρωση της ξήρανσης, το άζωτο αυξήθηκε κατά 40%, το κάλιο κατά 59% και ο φώσφορος κατά 27%, σε όλη τη διάρκεια της ηλιακής ξήρανσης της κοπριάς, στην οποία γινόταν εμπλουτισμός με υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων. Προκύπτει λοιπόν από τη διαδικασία ένα προϊόν ιδιαίτερα εμπλουτισμένο σε θρεπτικά.

Στο Διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται και διαγραμματικά η πορεία αύξησης των θρεπτικών κατά τη διάρκεια της ηλιακής ξήρανσης, όπως έχει παρουσιαστεί και στον παραπάνω Πίνακα 3.



απόβλητα ελαιοτριβείων

Διάγραμμα 1. Πορεία θρεπτικών (TN, TK, TP) κατά την ηλιακή ξήρανση νοπής κοπριάς βοοειδών με υγρά απόβλητα ελαιοτριβείων

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της ηλιακής ξήρανσης, το παραγόμενο προϊόν κομποστοποιήθηκε σε κομποστοποιητή με δακτυλίους, εντός των τσιμεντένιων δεξαμενών, προκειμένου να περιοριστούν στο ελάχιστο οι απορροές από το σύστημα της κομποστοποίησης. Από την κομποστοποίηση προέκυψε ένα σταθεροποιημένο και εμπλουτισμένο σε θρεπτικά και οργανική ουσία προϊόν, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς. Στις φωτογραφίες ακολούθως παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η πορεία της κομποστοποίησης του υλικού.



Εικόνα 11: Αναδέυσεις κατά την κομποστοποίηση



Εικόνα 12: Γέμισμα κομποστοποιητή μετά την ανάδευση



Εικόνα 13: Μέτρηση θερμοκρασίας κατά την κομποστοποίηση



Εικόνα 14: Λίγο πριν την ολοκλήρωση της διαδικασίας της κομποστοποίησης

Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων της κοπριάς των βοοειδών, μετά από ηλιακή ξήρανση και κομποστοποίηση.

Πίνακας 4: Συγκεντρωτικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τελικού προϊόντος από την κομποστοποίηση

Παράμετροι	Τιμές
pH	6,45
EC (mS/cm)	5,19
TN (%)	3,78
TK (%)	9,77
TP (%)	1,87
TOC (%)	59
Φαινόλες (g gallic acid/ kg)	2,9

Το τελικό παραγόμενο προϊόν, της κοπριάς των βοοειδών, μετά από εμπλουτισμό με υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου και ηλιακή ξήρανση και στη συνέχεια κομποστοποίηση αυτού,

έχει τη μορφή, όπως παρουσιάζεται στην ακόλουθη φωτογραφία. Έχει κοκκώδη μορφή, ωστόσο, για καλύτερη εφαρμογή και γρηγορότερη αποδέσμευση των θρεπτικών αφέθεται σε μύλο άλεσης, με αρκετά λεπτόκοκκη υφή.



Εικόνα 15: Εικόνα του τελικού παραγόμενου προϊόντος που χρησιμοποιήθηκε στην οργανική λίπανση

Το τελικό παραγόμενο προϊόν [(νωπή κοπριά βοοειδών (COW MANURE – CW), μετά από ηλιακή ξήρανση (DRYING – D) με ταυτόχρονη προσθήκη υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων και στη συνέχεια κομποστοποίηση (COMPOSTING - C)] που στο εξής στην παρούσα εργασία θα αναφέρεται ως CW-D-C είχε στοιχειακές συγκεντρώσεις (%) σε ολικό άζωτο (TN), ολικό φώσφορο (TP) και ολικό κάλιο (TK) της τάξης του 4% - 2% - 10%, αντίστοιχα. Το προϊόν αυτό χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εναλλακτικά της χημικής λίπανσης, ως οργανικό λίπασμα, το οποίο εμπλουτίστηκε με ανόργανο άζωτο και φώσφορο, προκειμένου να διερευνηθεί η ανταγωνιστικότητά του σε σχέση με την πλήρη χημική λίπανση.

2.6 Προετοιμασία θρεπτικών διαλυμάτων υδρολίπανσης

Πέρα από τη χρήση χημικής και οργανικής λίπανσης στο βασικό υπόστρωμα, χρησιμοποιήθηκε αντίστοιχα θρεπτικό διάλυμα κατά την πειραματική διαδικασία για την επιπρόσθετη συμπλήρωση θρεπτικών στο φυτό της φράουλας, σύμφωνα με τις απαιτούμενες ανάγκες της καλλιέργειας.

2.6.1 Θρεπτικό διάλυμα χημικής λίπανσης

Για τις ανάγκες των δυο πρώτων επεμβάσεων, σε πλαστική δεξαμενή των 500Lt προστέθηκαν τα απαιτούμενα θρεπτικά και ιχνοστοιχεία, σε ποσότητες όπως αναφέρεται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Προετοιμασία χημικού θρεπτικού διαλύματος για την υδρολίπανση στις επεμβάσεις F1 και F2.

Τα θρεπτικά συστατικά που προστέθηκαν στην επέμβαση F1 Χημικό Λίπασμα	Πλαστική Δεξαμενή 500lt
Νιτρικό Ασβέστιο 15,5-0-0 + 26,5 CaO ₃ (14,4 NO ₃ + 1,1 NH ₄)	352gr
Νιτρικό Κάλιο 13,5-0-46,2 (13,5 NO ₃)	354gr
Νιτρικό Αμμώνιο 34,5-0-0 + 0,5 MgO	62gr
Χειλικός Σίδηρος 3-0-15 + 17% Cl + 5,5% NAFE (min)	18gr
Θειικό Μαγνήσιο 16% MgO, 13% S, 9,8% Mg, 32% SO ₃	144gr
Φωσφορικό κάλιο 0-52-34	10gr
Μικροθρεπτικών συστατικών 0,02% B, 0,01% Cu, 0,03% Fe, 0,02% Mn, 0,02% Zn	10gr
HNO ₃	146gr

Από το θρεπτικό διάλυμα της δεξαμενής για τις ανάγκες της υδρολίπανσης της δεύτερης επέμβασης (F2) γινόταν αραιώση του διαλύματος 1:1, προκειμένου να εφαρμοστεί η μισή ποσότητα θρεπτικών της απαιτούμενης (σε σχέση με την πρώτη – F1 – επέμβαση) χημικής λίπανσης.

2.6.2 Θρεπτικό διάλυμα οργανικής λίπανσης

Στην περίπτωση των τριών τελευταίων επεμβάσεων, για την εφαρμογή υδρολίπανσης στις καλλιέργειες της φράουλας χρησιμοποιήθηκε εκχύλισμα του οργανικού λιπάσματος. Για την προετοιμασία του εκχυλίσματος αυτού σε 10 λίτρα νερού προστέθηκαν 100gr οργανικού προϊόντος. Το μίγμα αυτό για 24 ώρες αναδεύονταν και στη συνέχεια γινόταν διήθηση αυτού. Στο εκχύλισμα αυτό, μετά από αραιώση 1:1 γινόταν μέτρηση των θρεπτικών, του pH και της EC, πριν την εφαρμογή του στα φυτά. Σημειώνεται ότι, 10lt του εκχυλίσματος αυτού αραιώνονταν σε αναλογία 1:1 με νερό, προκειμένου η αγωγιμότητα αυτού να είναι < 2mS/cm.

Στο εκχύλισμα αυτό προστέθηκαν σε κάθε επέμβαση επιπλέον θρεπτικά (N & P),

καθώς και ιχνοστοιχεία, απαραίτητα για την καλλιέργεια της φράουλας, σε ποσότητες τέτοιες, ανάλογα σε κάθε επέμβαση. Η προετοιμασία αυτών των θρεπτικών και ιχνοστοιχείων φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 16. Θρεπτικά στοιχεία που προστίθονταν στο εκχύλισμα της οργανικής υδρολίπανσης

Πιο συγκεκριμένα, σε ένα χημικό λίπασμα, πέρα από τα απαραίτητα θρεπτικά, προστίθενται και κάποια ιχνοστοιχεία. Έτσι, σε κάθε επέμβαση προστέθηκαν τα αντίστοιχα ιχνοστοιχεία, προκειμένου να μην επηρεαστεί ο βασικός στόχος κάθε επέμβασης.

Στον πίνακα ακολούθως παρουσιάζονται οι ποσότητες θρεπτικών και των ιχνοστοιχείων που προστέθηκαν για τις 3 τελευταίες επεμβάσεις.

Πίνακας 6. Προετοιμασία θρεπτικού διαλύματος (εκχύλισμα οργανικού λιπάσματος) για την υδρολίπανση στις επεμβάσεις F4, F5, και F6.

F4. K=K (P<P& N<N)	F5 . K=K (P=P&N=N)	F6. K=K(P>P&N>N)
Ποσότητα εκχυλίσματος		
Ανάμιξη 10L νερό με 10Lεκχύλισμα CW-D-C	Ανάμιξη 10L νερό με 10Lεκχύλισμα CW-D-C	Ανάμιξη 10L νερό με 10Lεκχύλισμα CW-D-C
Θρεπτικά Συστατικά και Ιχνοστοιχεία που προστέθηκαν ανά επέμβαση		
Χειλικός Σίδηρος 1g	Χειλικός Σίδηρος 1g	Χειλικός Σίδηρος 1g
Θευκό Μαγνήσιο 6g	Θευκό Μαγνήσιο 6g	Θευκό Μαγνήσιο 6g
Polyplant Ιχνοστοιχεία 0,5g	Polyplant Ιχνοστοιχεία 0,5g	Polyplant Ιχνοστοιχεία 0,5g
	Νιτρικό Ασβέστιο 14,1gr	Νιτρικό Ασβέστιο 14,1gr
	Νιτρικό Αμμώνιο 2,5gr	Νιτρικό Αμμώνιο 2,5gr
	6ml HNO-3	6ml HNO-3
		Φωσφορικό μονοκάλι 10g

2.6.3 Θρεπτικό διάλυμα οργανικής λίπανσης

Για τη μέτρηση των θρεπτικών σε όλες τις παραπάνω διαδικασίες ακολουθήθηκαν οι παρακάτω τεχνικές προσδιορισμού αυτών.

Για την προετοιμασία του υλικού για ανάλυση: προστίθενται τα δείγματα σε δισκάκια και τοποθετούνται σε φούρνο ξήρανσης στους 75⁰C για 48h για να γίνει απομάκρυνση της υγρασίας. Αφού ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία το δείγμα αλέθεται σε μύλο άλεσης και είναι έτοιμο για χρήση.

Προσδιορισμός Αζώτου κατά Kjeldahl: Η συσκευή αποτελείται από δύο τμήματα α) το μηχάνημα της πέψης (Kjeldahl Digestion Instrument Εικόνα 17) και β) το σύστημα απόσταξης (Varodest). τα δείγματα που χρησιμοποιούνται είναι προετοιμασμένα με τη διαδικασία προετοιμασίας που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο δείγματος (χώμα, φυτικός ιστός, κόμποστ κ.α). Σε αναλυτική ζυγαριά ζυγίζεται, σε χαρτί ζυγίσματος 1-2g του δείγματος και τοποθετείται στην ειδική κυλινδρική φιάλη της συσκευής, (χωρητικότητας 250ml περίπου). Στην συνέχεια τοποθετούνται τα αντιδραστήρια: 20ml H₂SO₄ (θειικό οξύ) και 2 Kjeltabs. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται 7 φορές με χρήση δείγματος και 1 χωρίς (δηλ. αποτελεί το «τυφλό»)την τοποθέτηση δείγματος. Έπειτα τοποθετούνται στη συσκευή όπου γίνεται η πέψη. Ρυθμίζεται η θερμοκρασία αρχικά στους 120⁰C για 30min έπειτα 170⁰C για 30min, 280⁰C για 45min και 400⁰C για 90min. Στη συνέχεια αφού έχουν κρυώσει τα δείγματα μεταφέρονται στο σύστημα απόσταξης όπου παγιδεύεται το άζωτο με τη μορφή αμμωνίας μέσα σε βορικό οξύ.



Εικόνα 17. Μηχάνημα της πέψης Kjeldahl Digestion Instrument

Τίθεται σε λειτουργία η συσκευή, εντωμεταξύ, σε ποτήρι ζέσεως τον 250ml προθέτονται 50ml από το διάλυμα του βορικού οξέος και 3-4 σταγόνες δείκτη Kjeldahl και τοποθετείται στη συσκευή. τέλος το ποτήρι τιτλοδοτείται με διάλυμα H₂SO₄ 0,05N και

καταγράφεται ο όγκος που καταναλώθηκε και γίνεται υπολογισμός του αποτελέσματος (Clesceri et al, 1999, Τσικαλάς, 1992).

Εκχύλιση φυτικού ιστού για P & K: Μετά το άλεσμα μέρος του δείγματος τοποθετείται σε φούρνο στους 90-105⁰C για 2h τουλάχιστον προκειμένου να απομακρυνθεί η υγρασία. Αμέσως μετά, ζυγίζεται σε κάψα πορσελάνης περίπου 1g από το δείγμα και καταγράφεται η ακριβής μέτρηση. Στην συνέχεια η κάψα τοποθετείται στο φούρνο αποτέφρωσης στους 55⁰C για περίπου 2,5h μέχρι το δείγμα να ασπρίσει. Αφού τελειώσει η καύση, η κάψα τοποθετείται σε θερμαινόμενη πλάκα και προστίθενται 5ml διαλύματος HCl 1M. Ακολουθεί θέρμανση μέχρι να αρχίσουν να βγαίνουν ατμοί από την κάψα (αυτό βοηθά στο να διαλυθούν ευκολότερα τα διάφορα άλατα). Σε ογκομετρική φιάλη των 50ml τοποθετείται ένα μικρό χωνί και πάνω του ένα φίλτρο Whatman N⁰4 (Εικόνα 18). Το περιεχόμενο της κάψας τοποθετείται μέσα στο φίλτρο καθώς και 3 εκπλύσεις της κάψας με απιονισμένο νερό.



Εικόνα 18. Ογκομετρικές φιάλες των 50ml ένα μικρό χωνί και πάνω τους ένα φίλτρο Whatman N⁰4 στις έξι επεμβάσεις

Αφού περάσουν μέσα από το φίλτρο ξεπλένεται 3 φορές. Απομακρύνεται το χωνί και η ογκομετρική φιάλη συμπληρώνεται με νερό μέχρι τη χαραγή. Τέλος ακολουθούν μετρήσεις P & K (Ασημακόπουλος, 2005).

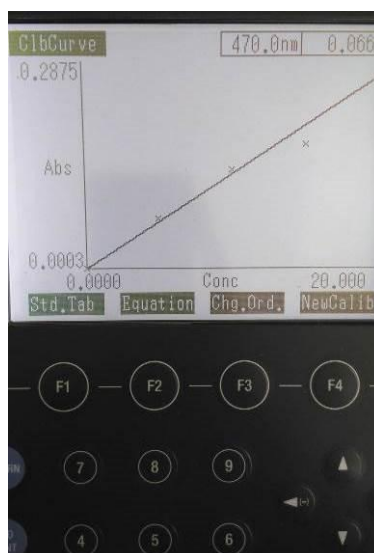
Προσδιορισμός ολικού Φωσφόρου: Χρησιμοποιούνται τα δείγματα του φυτικού ιστού μετά την εκχύλιση όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο. Το δείγμα του φυτικού ιστού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει ή να γίνει αραιώση, συνήθως 1:10 οπότε να είναι αυτό το νέο διάλυμα stock. Έτσι: σε ογκομετρική φιάλη των 50ml προστίθενται 10ml από το stock διάλυμα και 10ml από το αντιδραστήριο του βαναδομολυβδαινικού αμμωνίου και ανακατεύονται. Η φιάλη συμπληρώνεται με νερό μέχρι τη χαραγή καλύπτεται με parafilm και ανακατεύεται καλά (Εικόνα 19). Μετά από 30min μετρείται η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 470nm.



Εικόνα 19. Ογκομετρικές φιάλες των 50ml, 10ml από το stock διάλυμα και 10ml από το αντιδραστήριο του βαναδομολυβδαινικού αμμωνίου στις έξι επεμβάσεις

Στη συνέχεια παρασκευάζονται τα πρότυπα διαλύματα: σε ογκομετρικές φιάλες των 50ml προστίθενται 0,5,10,15,20ml. Έπειτα σε κάθε μία προστίθενται 10ml βαναδομολυβδαινικού αμμωνίου και ανακατεύονται, προστίθεται νερό μέχρι τη χαραγή και ανακατεύονται καλά (Charman and Pratt, 1961, Clesceri et al, 1999, Ασημακόπουλος, 2005).

Μετά από την προετοιμασία, με τη βοήθεια του φασματοφωτόμετρου γίνονται οι μετρήσεις (Εικόνα 20) αρχικά των πρότυπων διαλυμάτων και έπειτα των έξι επεμβάσεων.



Εικόνα 20. Ένδειξη φασματοφωτόμετρου

Προσδιορισμός Καλίου: Χρησιμοποιούνται τα δείγματα του φυτικού ιστού μετά την εκχύλιση όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Στην συνέχεια γίνεται αραιώση 1:10 και σε μικρό

γυάλινο φιαλίδιο προστίθεται 1ml από το δείγμα και 9ml νερό. Για να γίνει ο προσδιορισμός της συγκεντρώσεως του καλίου στο δείγμα είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας σχέσης που να συνδέει την ένδειξη του φλογοφωτόμετρου με τη συγκέντρωση που μετράτε κάθε φορά. Έτσι χρησιμοποιούνται διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης και καταγράφονται οι τιμές τους στο φλογοφωτόμετρο. Αφού γίνει η μέτρηση των πρότυπων διαλυμάτων στην συνέχεια γίνεται και η μέτρηση των δειγμάτων και καταγράφονται τα αποτελέσματα (Chapman and Pratt, 1961, Clesceri et al, 1999, Ασημακόπουλος, 2005).

2.7 Πειραματική διαδικασία

Αμέσως μετά την εγκατάσταση των επεμβάσεων ξεκίνησε και η άρδευση των φυτών. Πιο συγκεκριμένα, από τα μέσα Ιανουαρίου μέχρι τα μέσα Απριλίου, η άρδευση των φυτών πραγματοποιούνταν κάθε μέρα με προσθήκη 0,5 lt νερού σε κάθε γλάστρα. Η απαιτούμενη ποσότητα σε νερό διπλασιάστηκε μετά τον Απρίλιο σε 1lt για κάθε γλάστρα και μέχρι την ολοκλήρωση του πειράματος, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, καθώς οι ανάγκες των φυτών σε νερό ήταν πολύ μεγαλύτερες. Συνολικά, η ποσότητα του νερού που προστέθηκε σε κάθε επέμβαση ήταν 440 lt.

Στα μέσα Απριλίου, παράλληλα με την άρδευση ξεκίνησε και η υδρολίπανση των φυτών των επεμβάσεων, πέρα αυτής του μάρτυρα. Η υδρολίπανση γινόταν εναλλάξ με την άρδευση, δηλαδή τη μια μέρα γινόταν άρδευση και την επομένη υδρολίπανση. Στο τέλος του πειράματος σε κάθε μια επέμβαση είχαν προστεθεί 69lt θρεπτικού διαλύματος. Στην περίπτωση του μάρτυρα, τις ημέρες που γινόταν υδρολίπανση στις άλλες επεμβάσεις, στον μάρτυρα προστίθονταν νερό, στις ίδιες ποσότητες, όπως στην υδρολίπανση, δηλαδή 0,5lt και όχι 1lt, όπως γινόταν την ημέρα της άρδευσης.

Στο Παράρτημα I της παρούσας, παρουσιάζεται ο αναλυτικός πίνακας των αρδεύσεων και των λιπάνσεων.

Μέτρηση pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας: Σημειώνεται ότι, κατά τη διάρκεια του πειράματος, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του pH και της EC (ενδεικτικά, στις 9/03/2016 και στις 23/03/2016) στο εκχύλισμα (Εικόνα 21) από τα πιατάκια κάθε γλάστρας, για κάθε μια από τις επεμβάσεις. Σκοπός των μετρήσεων αυτών ήταν ο έλεγχος των τιμών των παραμέτρων αυτών, προκειμένου το εκχύλισμα αυτό σε κάθε περίπτωση να μπορέσει να

ξαναχρησιμοποιηθεί στις αντίστοιχες γλάστρες. Οι τιμές του pH θα πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ $6,5 < \text{pH} < 7,5$ και η μέτρηση της E.C να είναι κάτω από 2.0ms/cm , ώστε να αποφευχθούν οποιαδήποτε φυτοτοξικά φαινόμενα λόγω των υψηλών επιπέδων των δύο αυτών παραμέτρων. Κατά την πορεία του πειράματος παρατηρήθηκε ότι, με αυτήν την πρακτική, τόσο το pH, όσο και η αγωγιμότητα αυξάνονταν σταδιακά, με αποτέλεσμα, να σταματήσει η επαναφορά των στραγγισμάτων των γλαστρών στα φυτά. Τόσο το πεχάμετρο όσο και το αγωγιμόμετρο του εργαστηρίου παρουσιάζονται στις Εικόνες 22 και 23.



Εικόνα 21. Απορροή θρεπτικού διαλύματος από τις γλάστρες (συλλογή στα πιατάκια μετά το πότισμά) για τη μέτρηση του pH και της E.C.



Εικόνα 22. Μέτρηση του pH στο υγρό απορροής



Εικόνα 23. Μέτρηση της E.C. στο υγρό απορροής

Η πορεία της πειραματικής διαδικασίας παρουσιάζεται σε φωτογραφίες ακολούθως, καθώς και η εξέλιξη των επεμβάσεων δηλαδή πως αναπτύχθηκαν τα φυτά κατά την διάρκεια των μηνών.



Εικόνα 24. Γενική εικόνα από τις 10 γλάστρες από τις έξι διαφορετικές επεμβάσεις στα μέσα του Απρίλη



Εικόνα 25. Γενική εικόνα από τις 10 γλάστρες από τις έξι διαφορετικές επεμβάσεις (αριστερά είναι η F1 επέμβαση και δεξιά η F6) στις αρχές του Μάιου



Εικόνα 26. Γενική εικόνα από τις 10 γλάστρες από τις έξι διαφορετικές επεμβάσεις (αριστερά είναι η F1 επέμβαση και δεξιά η F6) στο τέλος του Μάιου



Εικόνα 27. Γενική εικόνα από τις 10 γλάστρες από τις έξι διαφορετικές επεμβάσεις (αριστερά είναι η F1 επέμβαση και δεξιά η F6) πριν από την τελευταία συγκομιδή

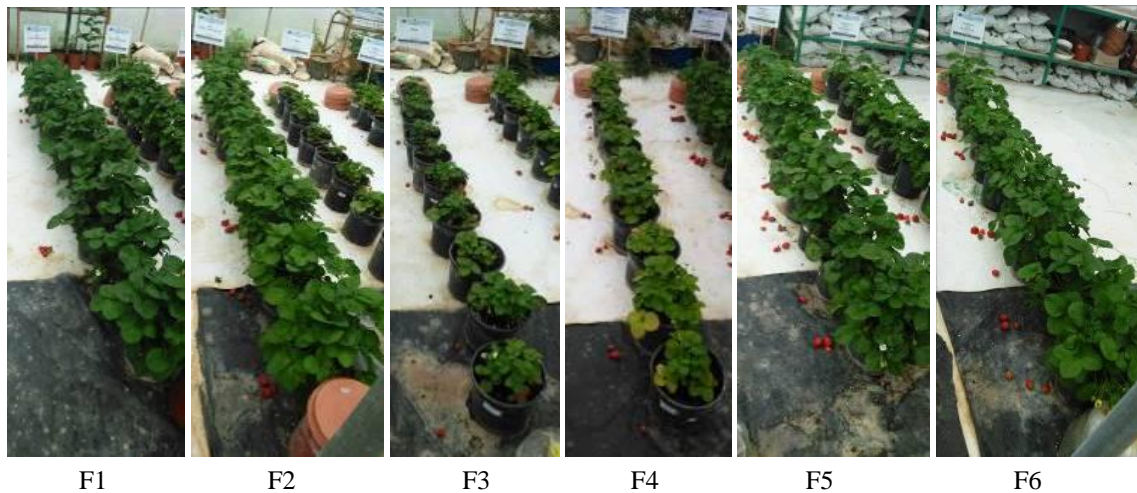
Καλλιεργητικές φροντίδες: Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των μοσχευμάτων φράουλας στις γλάστρες, πέρα από τους ελέγχους του pH και της E.C, τις υδρολιπάνσεις και την άρδευση (όπως έχει προ αναφερθεί και σε προηγούμενες παραγράφους) γινόντουσαν και παρατηρήσεις της ανάπτυξης των φυτών (όπως φάνηκε και από τις παραπάνω εικόνες), όπως επίσης και έλεγχος για ύπαρξη ασθενειών στα φυτά. Παρατηρήθηκε ότι, οι έντονες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας και της υγρασίας την περίοδο αυτή εντός του θερμοκηπίου, αλλά και η παρουσία υγρασίας στα παλιά φύλλα είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση συμπτωμάτων (σε αρχικό στάδιο) της ασθένειας Τεφράς Σήψης (*Botrytis cinerea*) στους καρπούς των φυτών και σε πάρα πολύ μικρό ποσοστό σε κάποια παλαιά φύλλα, σε όλες τις επεμβάσεις. Ωστόσο, το γεγονός αυτό δεν δημιούργησε ουσιαστικό πρόβλημα στην καλλιέργεια, διότι το ποσοστό προσβολής ήταν πολύ μικρό και σε αρχικό στάδιο και πέραν τούτου, γινόταν συνεχής έλεγχος της καλλιέργειας και οι προσβεβλημένοι καρποί αφαιρούνταν άμεσα από το φυτό προκειμένου να μην υπάρξει πιθανότητα ανάπτυξης της ασθένειας.

Με το πέρασμα των εβδομάδων και με σταδιακή και ομαλή αύξηση της θερμοκρασίας άρχισε η πρώτη εμφάνιση των στολώνων. Κατόπιν, γινόταν αφαίρεση αυτών λόγω του ότι πέρα από την ενέργεια που έπαιρναν από τα φυτά, η έκπτυξη τους επηρέαζε αρνητικά την ανθοφορία, με αποτέλεσμα τη μείωση αυτής, κάτι που είναι ανεπιθύμητο σε κάθε περίπτωση, καθώς η μείωση της ανθοφορίας θα προκαλούσε παράλληλα μείωση των καρπών, συνεπώς και μείωση της παραγωγής.

Συγκομιδές: Συνολικά πραγματοποιήθηκαν έξι (6) συγκομιδές κατά τη διάρκεια του πειράματος. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε στις 26/4/16, η δεύτερη 4/5/16, η τρίτη 13/5/16, η

τέταρτη 20/5/16, η πέμπτη 1/6/16 και η έκτη 10/6/16.

Αριθμός καρπών: Για κάθε συγκομιδή αρχικά μετρίοταν ο αριθμός των καρπών κάθε γλάστρας, χωριστά για κάθε επέμβαση (Εικ.28).



Εικόνα 28. Γενική άποψη επεμβάσεων κατά την τελική συγκομιδή

Νωπό και ξηρό βάρος καρπών: Αμέσως μετά από κάθε συγκομιδή γινόταν μέτρηση του νωπού βάρους (Εικόνες 29 και 30) όλων των καρπών ανά επέμβαση σε ζυγαριά ακριβείας. Μετά τη ζύγιση, οι καρποί τοποθετούνταν σε δισκάκια και έπειτα σε φούρνο ξήρανσης για την απομάκρυνση της υγρασίας και τη μέτρηση του τελικού ξηρού βάρους της παραγωγής.



Εικόνα 29. Αριστερά μέτρηση νωπού βάρους καρπών, στο κέντρο τοποθέτηση τους σε φούρνο ξήρανσης και δεξιά μέτρηση του ξηρού βάρους των καρπών



Εικόνα 30. 1^η συγκομιδή (26/04/2016), 4^η συγκομιδή στα τέλη Μαΐου & 5^η συγκομιδή την 1^η Ιουνίου 2016

Στις Εικόνες 31 και 32 ακολούθως παρουσιάζεται για τις επεμβάσεις F5 και F6 αντίστοιχα τα φυτά, αμέσως μετά την απεγκατάσταση του πειράματος (ξεπάτωμα).

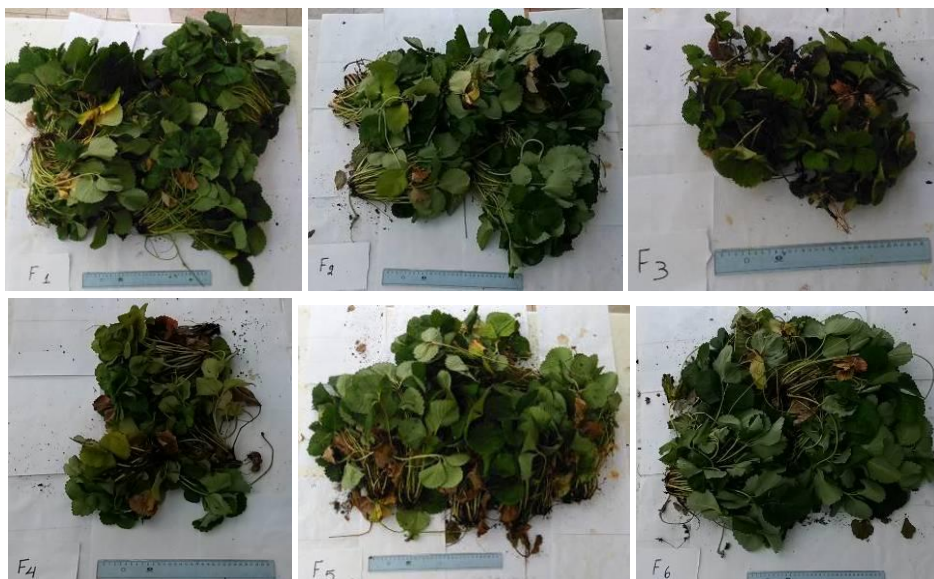


Εικόνα 31. Συνολική εικόνα φυτών 5^{ης} επέμβασης μετά την ολοκλήρωση του πειράματος (F5)



Εικόνα 32. Συνολική εικόνα φυτών 6^{ης} επέμβασης μετά την ολοκλήρωση του πειράματος (F6)

Στην Εικόνα 33 παρουσιάζεται το σύνολο των βλαστών (μετά από καθαρισμό τους) για κάθε επέμβαση ξεχωριστά.



Εικόνα 33. Βλαστοί κάθε επέμβασης μετά την ολοκλήρωση του πειράματος

Στην Εικόνα 34 παρουσιάζεται μια γενική άποψη των ριζικών συστημάτων των φυτών, επίσης για κάθε επέμβαση.



Εικόνα 34. Ρίζες κάθε επέμβασης μετά την ολοκλήρωση του πειράματος

Νωπό και ξηρό βάρος βλαστού και καρπών: Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος, ζυγίστηκαν συνολικά το νωπό και το ξηρό βάρος, τόσο των βλαστών κάθε επέμβασης, όσο και του ριζικού συστήματος αυτών.

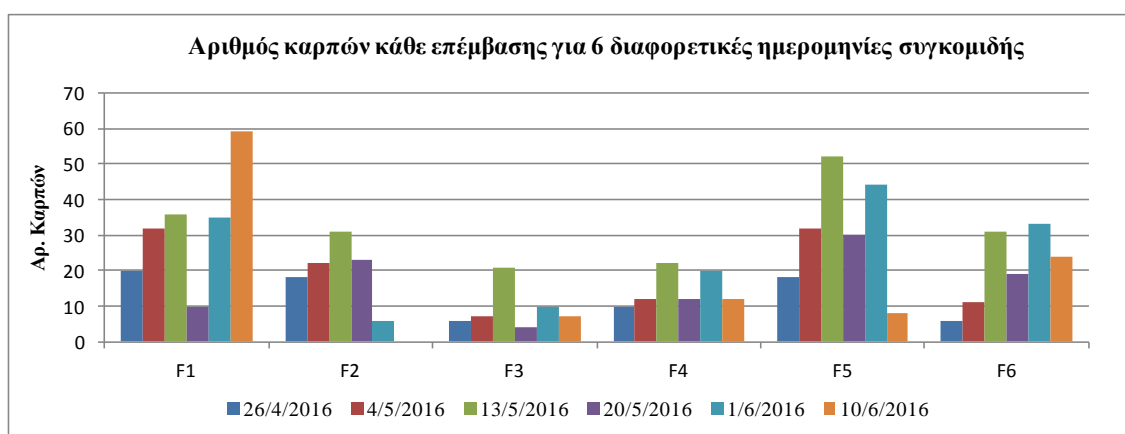
3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο

κεφάλαιο, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία αφορούσαν στη μέτρηση του αριθμού των καρπών, του νωπού και ξηρού βάρους αυτών και της συνολικής παραγωγής, και με την ολοκλήρωση του πειράματος μετρήθηκαν το νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών και του ριζικού συστήματος των φυτών. Σκοπός ήταν η συγκριτική αξιολόγηση των παραμέτρων αυτών μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων.

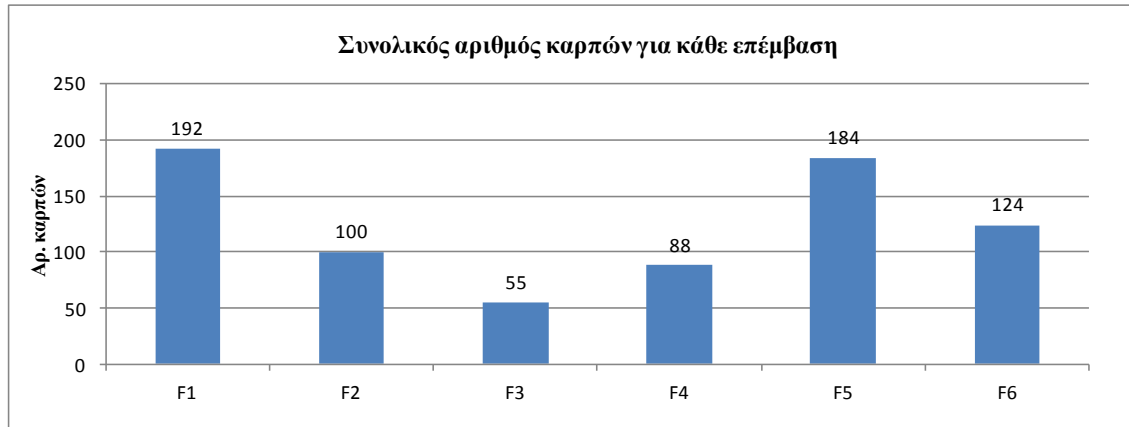
Παρακάτω, παρουσιάζονται πιο αναλυτικά οι παράμετροι των επεμβάσεων, όπως αξιολογήθηκαν καθ' όλη την πορεία της πειραματικής διαδικασίας.

Αριθμός καρπών: Όσον αφορά στον αριθμό των καρπών ανά επέμβαση, για την F1 συνολικά 192 καρποί συγκομίστηκαν, για την F2 συνολικά 100 καρποί, για την F3 συνολικά 55, για την F4 συνολικά 88, για την F5 συνολικά 184 και για την F6 συνολικά 124 καρποί συγκομίστηκαν. Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και οι έξι συγκομιδές κάθε επέμβασης. Το σύνολο των καρπών κάθε επέμβασης παρουσιάζεται συγκεντρωτικά στο Διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 2. Αριθμός καρπών κάθε επέμβασης για 6 διαφορετικές ημερομηνίες συγκομιδής

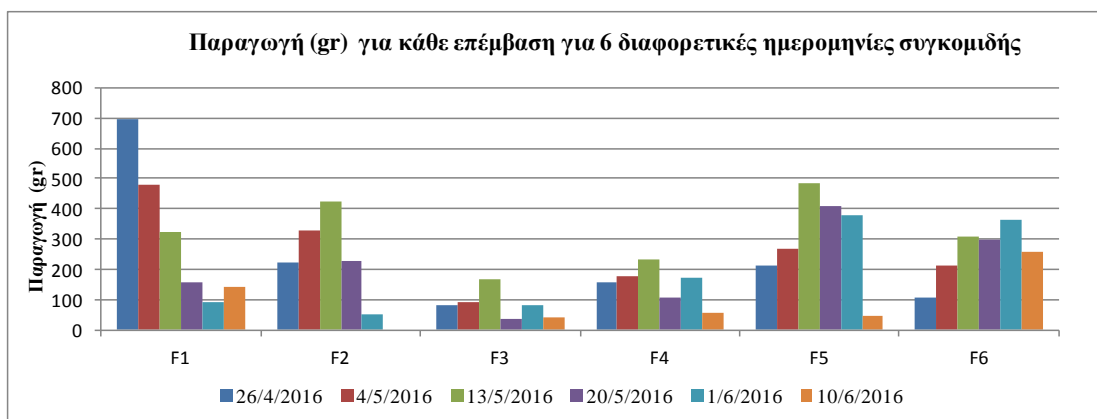
Το σύνολο των καρπών για κάθε μια από τις επεμβάσεις παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 3. Συνολικό αριθμός καρπών κάθε επέμβασης

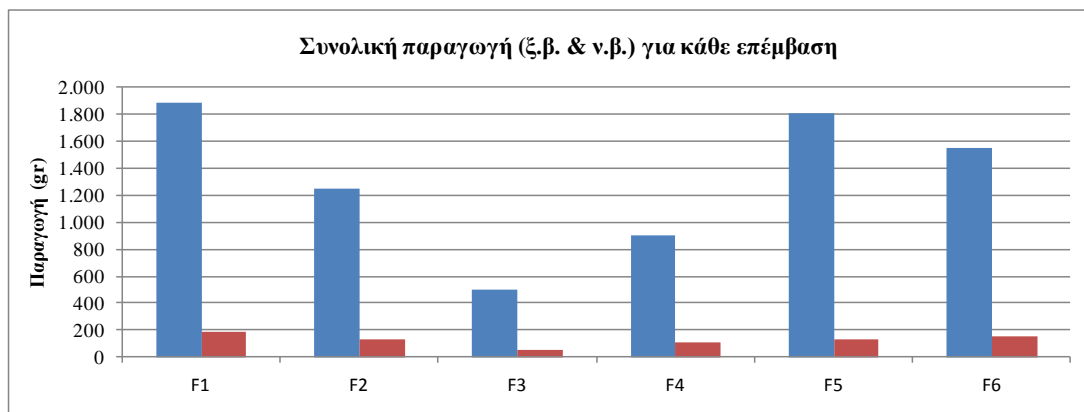
Προκύπτει ότι, η επέμβαση F1 (με 192 καρπούς) υπερέρχει των άλλων επεμβάσεων, ωστόσο, η επέμβαση F5 (με 184 καρπούς) θα μπορούσε να θεωρηθεί ανταγωνιστική της 1^{ης}, όχι μόνο στον αριθμό των καρπών, αλλά και στο χρώμα και στο μέγεθος αυτών.

Νωπό και ξηρό βάρος καρπών: Πέρα από τον αριθμό των καρπών, στις ίδιες ημερομηνίες καταγράφηκε και το νωπό αλλά και το ξηρό βάρος της παραγωγής όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Στο Διάγραμμα 4 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συνολική εικόνα της παραγωγής της κάθε συγκομιδής για κάθε μια από τις έξι επεμβάσεις.



Διάγραμμα 4. Παραγωγή κάθε επέμβασης για 6 διαφορετικές ημερομηνίες συγκομιδής

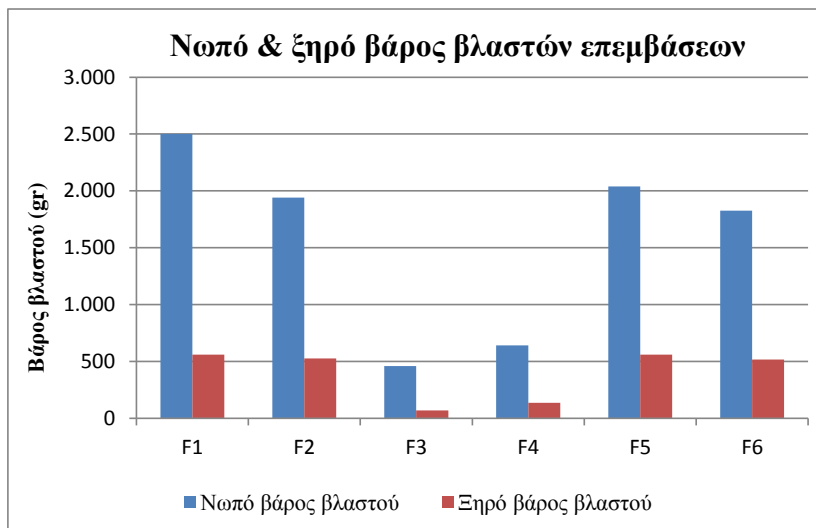
Το σύνολο της παραγωγής για κάθε μια από τις έξι επεμβάσεις παρουσιάζεται στο ακόλουθο Διάγραμμα 5.



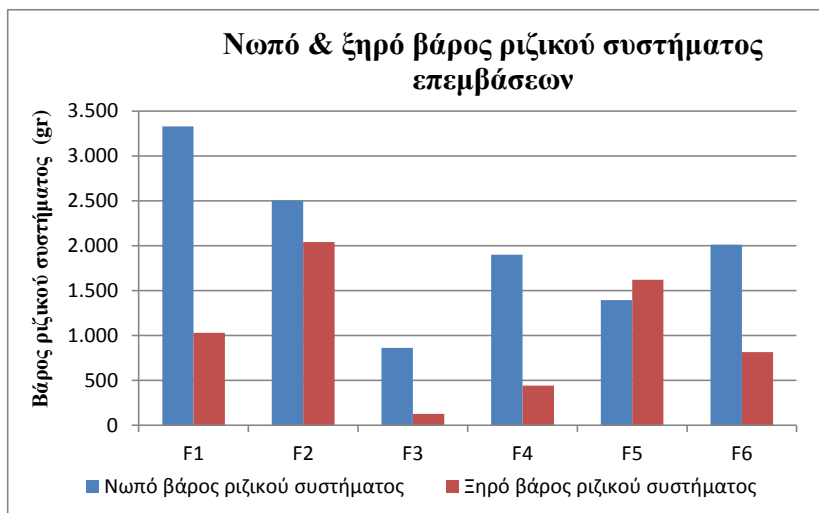
Διάγραμμα 5. Συνολική παραγωγή κάθε επέμβασης (νωπό και ξηρό βάρος)

Στην περίπτωση της επέμβασης F1, το συνολικό νωπό βάρος της παραγωγής ήταν 1.890gr, στην επέμβαση F2 το συνολικό νωπό βάρος της παραγωγής ήταν 1.250gr, στην επέμβαση F3 το συνολικό νωπό βάρος της παραγωγής ήταν 500gr, στην επέμβαση F4 το συνολικό νωπό βάρος της παραγωγής ήταν 900gr, στην επέμβαση F5 το συνολικό νωπό βάρος της παραγωγής ήταν 1.800gr και τέλος, στην επέμβαση F6 το συνολικό νωπό βάρος της παραγωγής ήταν 1.550gr. Προέκυψε συνεπώς και στην περίπτωση αυτή ότι, ως προς τη συνολική παραγωγή, η πρώτη (1^η) και πέμπτη (5^η) επέμβαση ήταν ανταγωνιστικές, με συνολικό νωπό βάρος 1.800gr.

Νωπό & Ξηρό βάρος βλαστών και ριζικού συστήματος: Όσον αφορά στο συνολικό νωπό βάρος των βλαστών και των ριζών (Διάγραμμα 6 και 7), στην επέμβαση F1 αυτό ήταν 2.500gr και 3.300gr αντίστοιχα, στην επέμβαση F2 αυτό ήταν 1.940gr και 2.503gr αντίστοιχα, στην επέμβαση F3 αυτό ήταν 460gr και 860gr αντίστοιχα, στην επέμβαση F4 αυτό ήταν 640gr και 1.900gr αντίστοιχα, στην επέμβαση F5 αυτό ήταν 2.040gr και 1.394gr αντίστοιχα. Τέλος, στην επέμβαση F6 αυτό ήταν 1.825gr και 2.010gr αντίστοιχα.



Διάγραμμα 6. Συνολικό νωπό και ξηρό βάρος βλαστών κάθε επέμβασης



Διάγραμμα 7. Συνολικό νωπό και ξηρό βάρος ριζικού συστήματος φυτών κάθε επέμβασης

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προέκυψε, ως προς το συνολικό βάρος του βλαστού ότι, η πρώτη (1^η) και πέμπτη (5^η) επέμβαση ήταν επίσης ανταγωνιστικές, όπως προέκυψε και στις προηγούμενες παραμέτρους. Σημειώνεται στο σημείο αυτό ότι ακολουθούσαν στην κατάταξη η 2^η και 6^η επέμβαση, με μικρή διαφορά στο βάρος, συγκριτικά με τις 2 πρώτες (F1, F5). Ωστόσο, ως προς το συνολικό βάρος του ριζικού συστήματος προέκυψε ότι, αμέσως μετά από την F1 επέμβαση, ακολουθεί η F2, με τις επεμβάσεις που δέχθηκαν την οργανική λίπανση (F4, F5 και F6) να έρχονται σε χαμηλότερες θέσεις στην κατάταξη. Το μικρότερο βάρος του ριζικού συστήματος παρατηρήθηκε στην επέμβαση του μάρτυρα.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας κατά την οποία διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής παραγόμενου οργανικού λιπάσματος ως προς τα χημικά λιπάσματα, σε έξι διαφορετικές επεμβάσεις, προέκυψαν συγκεντρωτικά τα ακόλουθα συμπεράσματα.

Ως προς τον αριθμό των καρπών (σε συνολικά έξι διαφορετικές ημερομηνίες συγκομιδής) προέκυψε ότι, η επέμβαση F1 (με 192 καρπούς), κατά την οποία εφαρμόστηκε πλήρης χημική λίπανση υπερείχε όλων των επεμβάσεων. Ωστόσο, η επέμβαση F5 (με 184 καρπούς), στην οποία εφαρμόστηκε το οργανικό λίπασμα και προστέθηκε χημική λίπανση (NH_4NO_3 & P_2O_5), προκειμένου να ισοσκελιστούν οι ποσότητες των θρεπτικών με την F1, προέκυψε ότι αυτή αντέδρασε ανταγωνιστικά της 1^{ης}, όχι μόνο στον αριθμό των καρπών, αλλά και στο χρώμα και στο μέγεθος αυτών. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι, διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν στις συγκομιδές λόγω του ότι υπήρχαν μερικές απώλειες καρπών που είχαν να κάνουν με το διάστημα που γινόντουσαν οι συγκομιδές, από τις υψηλές θερμοκρασίες με αποτέλεσμα να σαπίζουν οι καρποί με αυτές τις δύο παραμέτρους. Όσον αφορά τη συνολική παραγωγή των έξι (6) επεμβάσεων σε νωπό βάρος όπως, φάνηκε και στην Εικόνα 18 οι επεμβάσεις F1 με 2.500gr και F5 με 1.800gr είναι πολύ κοντά μεταξύ τους. Η επέμβαση F3 (Μάρτυρας) είχε την μικρότερη παραγωγή. Συνεπώς, ως προς τη συνολική παραγωγή, η πρώτη (1^η) και πέμπτη (5^η) επέμβαση ήταν ανταγωνιστικές.

Όσον αφορά στο συνολικό νωπό βάρος των βλαστών και των ριζών, με βάση τα δεδομένα που αναφέρθηκαν παραπάνω προκύπτει ότι, ως προς το συνολικό βάρος του βλαστού, η πρώτη (1^η) και πέμπτη (5^η) επέμβαση ήταν επίσης ανταγωνιστικές. Ωστόσο, ως προς το συνολικό βάρος του ριζικού συστήματος προέκυψε ότι, αμέσως μετά από την F1 επέμβαση, ακολουθεί η F2, με τις επεμβάσεις που δέχθηκαν την οργανική λίπανση (F4, F5 και F6) να έρχονται σε χαμηλότερες θέσεις στην κατάταξη.

Συμπερασματικά, όταν το τελικό προϊόν χρησιμοποιείται ως οργανικό καλιούχο λίπασμα με επιπλέον προσθήκη ποσότητας ανόργανου αζώτου και φωσφόρου στο υπόστρωμα και επιπλέον, εκχύλισμα αυτού του προϊόντος χρησιμοποιείται για την υδρολίπανση της καλλιέργειας, η συνολική παραγωγή, ο αριθμός των καρπών, το μέγεθος και το χρώμα των καρπών, ο όγκος και το βάρος της ρίζας, είναι σχεδόν ίδια με την πλήρη χημική (F1) καλλιέργεια φράουλας.

Συνεπώς, προκύπτει ότι το παραγόμενο οργανικό λίπασμα, όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ανόργανη λίπανση (προσθήκη NH_4NO_3 & P_2O_5) μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά της χημικής λίπανσης στην καλλιέργεια της φράουλας, συμβάλλοντας στην αντικατάσταση σημαντικής ποσότητας χημικών λιπασμάτων και στην ταυτόχρονη προσθήκη οργανικής ουσίας στα εδάφη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας 7. Αναλυτικός πίνακας των αρδεύσεων και των λιπάνσεων.

	1 ^η Εφαρμογή 100% χημ. λίπανση	2 ^η Εφαρμογή 50% χημ. λίπανση	3 ^η Εφαρμογή Μάρτυρας	4 ^η Εφαρμογή Κ=Κ (Ρ<Ρ & Ν<Ν)	5 ^η Εφαρμογή Κ=Κ (Ρ=Ρ & Ν=Ν)	6 ^η Εφαρμογή Κ=Κ (Ρ>Ρ & Ν>Ν)
Ημερομηνίες Αρδεύσεων	F1	F2	F3	F4	F5	F6
7/3/2016	5	5	5	5	5	5
8/3/2016	5	5	5	5	5	5
9/3/2016	5	5	5	5	5	5
10/3/2016	5	5	5	5	5	5
11/3/2016	5	5	5	5	5	5
12/3/2016	5	5	5	5	5	5
13/3/2016	5	5	5	5	5	5
14/3/2016	5	5	5	5	5	5
15/3/2016	5	5	5	5	5	5
16/3/2016	5	5	5	5	5	5
17/3/2016	5	5	5	5	5	5
18/3/2016	5	5	5	5	5	5
19/3/2016	5	5	5	5	5	5
20/3/2016	5	5	5	5	5	5
21/3/2016	5	5	5	5	5	5
22/3/2016	5	5	5	5	5	5
23/3/2016	5	5	5	5	5	5
24/3/2016	10	10	10	10	10	10
30/3/2016	5	5	5	5	5	5
31/3/2016	5	5	5	5	5	5
5/4/2016	5	5	5	5	5	5
6/4/2016	5	5	5	5	5	5
7/4/2016	5	5	5	5	5	5
8/4/2016	5	5	5	5	5	5
11/4/2016	5	5	5	5	5	5
13/4/2016	5	5	5	5	5	5
18/4/2016	5	5	5	5	5	5
20/4/2016	10	10	10	10	10	10
22/4/2016	10	10	10	10	10	10
23/4/2016	10	10	10	10	10	10
26/4/2016	10	10	10	10	10	10
28/4/2016	10	10	10	10	10	10
3/5/2016	10	10	10	10	10	10
4/5/2016	10	10	10	10	10	10
6/5/2016	10	10	10	10	10	10
7/5/2016	10	10	10	10	10	10
9/5/2016	10	10	10	10	10	10
10/5/2016	10	10	10	10	10	10
11/5/2016	10	10	10	10	10	10
17/5/2016	10	10	10	10	10	10
19/5/2016	10	10	10	10	10	10
24/5/2016	10	10	10	10	10	10
26/5/2016	10	10	10	10	10	10
31/5/2016	10	10	10	10	10	10
1/6/2016	10	10	10	10	10	10
6/6/2016	10	10	10	10	10	10
8/6/2016	10	10	10	10	10	10
10/6/2016	10	10	10	10	10	10
13/6/2016	10	10	10	10	10	10
15/6/2016	10	10	10	10	10	10
17/6/2016	10	10	10	10	10	10
20/6/2016	10	10	10	10	10	10
22/6/2016	10	10	10	10	10	10
24/6/2016	10	10	10	10	10	10
26/6/2016	10	10	10	10	10	10
28/6/2016	10	10	10	10	10	10
30/6/2016	10	10	10	10	10	10
	440	440	440	440	440	440

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anttonen M. J., Hoppula K. I., Nestby R., Verheul M. L. J., and Karjalainen R. O., (2006). "Influence of Fertilization, Mulch Color, Early Forcing, Fruit Order, Planting Date, Shading, Growing Environment, and Genotype on the Contents of Selected Phenolics in Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) Fruits." *J. Agric. Food Chem.*, 54, 2614-2620
- Bibi S., Mulk Khan S., Rehman A., Inayat-ur-Rahman¹, Ijaz F., Sohail, Afzal A. and Khan R., (2016). "The Effect of Potassium on Growth and Yield of Strawberry (*Fragaria Ananassa* (Duchesne ex weston) duchesne ex rozier)." *Pak. J. Bot.*, 48(4): 1407-1413
- Bielinski M. Santos & Craig K. Chandler, (2009) Influence of Nitrogen Fertilization Rates on the Performance of Strawberry Cultivars, *International Journal of Fruit Science*, 9:2, 126-135. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/15538360902991337>
- Chapman H., Pratt P., (1961). "Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters." Division of Agricultural Sciences, University of California.
- Clesceri L.S., Greenberg A.E., Trussell R.R.,(1999). "Standard method for the examination of water and wastewater." APHA, AWWA, WPCF 20th edition.
- D'Urso G., Aquino L., Pizza C., Montoro P., (2015). "Integrated mass spectrometric and multivariate data analysis approaches for the discrimination of organic and conventional strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) crops." *Food Research International* 77 264–272. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.028>
- Hummer K. E. and Hancock J., (2009). "Strawberry Genomics: Botanical History, Cultivation, Traditional Breeding, and New Technologies." K.M. Folta, S.E. Gardiner (eds.), *Genetics and Genomics of Rosaceae, Plant Genetics and Genomics: Crops and Models* 6, DOI 10.1007/978-0-387-77491-6 20, C Springer Science+Business Media, LLC
- Kumar Yadav S., Khokhar U. U., Sharma S. D. & Kumar P., (2016). "Response of strawberry to organic versus inorganic fertilizers." *Journal of Plant Nutrition*,39:2, 194-203. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2015.1109115>
- Operating Manual for Gerhart 's Kjeldahl system.
- Palenciaa P., Bordonabab J. G., Martínezd F., Terry L. A., (2016). "Investigating the effect of different soilless substrates on strawberry productivity and fruit composition." *Scientia Horticulturae* 203 12–19. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.005>
- Pesakovic M., Karaklajic-Stajic Z., Milenkovic S., Mitrovic O., (2013). "Biofertilizer affecting

- yield related characteristics of strawberry (*Fragaria ×ananassa* Duch.) and soil micro-organisms.” *Scientia Horticulturae* 150 (2013) 238–243. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.11.016>
- Sønsteby A., Opstad N. and Heideb O. M., (2013). “Environmental manipulation for establishing high yield potential of strawberry forcing plants.” *Scientia Horticulturae* 157 65–73 Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2013.04.014>
- Trejo-Téllez¹ L.I., and Gómez-Merino F.C., (2014). “Nutrient Management in Strawberry: Effects on Yield, Quality and Plant Health.” Nova Science Publishers, Inc. ISBN: 978-1-63321-524-5
- Yavari S. , Eshghi S., Tafazoli E. & N. Karimian N., (2009). “Mineral Elements Uptake and Growth of Strawberry as Influenced by Organic Substrates.” *Journal of Plant Nutrition*, 32:9, 1498-1512. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/01904160903092697>
- Ασημακόπουλος Ι.,(2005). “Εργαστηριακές Ασκήσεις των Μαθημάτων: Γονιμότητα Εδάφους, Αναλύσεις Φυτών και Εδαφών –Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων, Λιπάσματα –Λιπάνσεις.” Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων & Γεωργικής Μηχανικής, Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας και Εδαφολογίας. Αθήνα.
- Βασιλακάκης Μ., (1997). “Μικρά Οπωροφόρα.” Εκδόσεις Δεδούση Γ, Θεσσαλονίκη. Σελ. 303
- Θανόπουλος Χ., (2008). “Τεχνικές Βιολογικής Καλλιέργειας Πολυετών Λαχανικών. 3.Φράουλα.” Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Σελ. 5-18
- Κανάκης Α., (2004). “Καλλιέργεια Λαχανικών στο Θερμοκήπιο.” Β’ Τόμος .Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα Α.Δ, ISBN: 960-351-517-5, Σελ. 262-348
- Μπαρδακλής Κ., (2004). “Υδροπονικές Καλλιέργειες Κατακόρυφη Καλλιέργεια Φράουλας.” Πτυχιακή εργασία
- Μπουρνέλης Π.,(2013).“ Συγκριτική μελέτη της ανάπτυξης της φράουλας σε υδροπονικό σύστημα επιπέδωσης και σε περλίτη.” Πτυχιακή Εργασία.
- Νάνος Γ.Δ.,(2017). “Διδακτικές Σημειώσεις για το Μάθημα Ειδική Δενδροκομία Εργαστήριο Δενδροκομίας.” Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σελ. 29-33
- Πεδιαδιτάκης Γ.,(2009). “Σημειώσεις Ειδικής Λαχανοκομίας 1.” Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα ΘΕΚΑ, Ηράκλειο.
- Σάββας Δ., (2011). “Καλλιέργειες εκτός Εδάφους Υδροπονία, Υποστρώματα.” Αθήνα, Εκδόσεις, Αροτύπος, Κεφ. 7.10 Σελ.475-477.

Τσικαλάς Π., (1992). “Σημειώσεις Εργαστηρίων Φυλλοδαγνωστικής.”ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Γεωπονίας, Ηράκλειο.

<http://cn.depositphotos.com/4838675/stockphotostrawberrygrowthisolatedonwhite.html>

<http://florence-dellerie.overblog.com/archive/201502/>

<http://lesbeauxjardins.com/jardinons/fruitiers/petitsfruits/fraises.htm>

<http://www.ager-sa.gr/CB8FFD66.el.aspx>

http://www.athanassa.gr/ellhnika/arthra/arthra_athanassa.aspx?id=134

http://www.athanassa.gr/ellhnika/arthra/arthra_athanassa.aspx?id=134

<http://www.gardenguide.gr/%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE>

[%B1%CF%87%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%](http://www.gardenguide.gr/%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE)

[CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CF%80%CE%BF%CE%](http://www.gardenguide.gr/%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE)

[B9%CE%BA%CE%B9%CE%BB%CE%AF%CE%B5%CF%82/](http://www.gardenguide.gr/%CF%86%CF%81%CE%AC%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE)

<https://fr.dreamstime.com/photostocktapesdecroissancedefraisierimage73660867>

<https://www.dreamstime.com/stockillustrationgrowthstagesstrawberryplantwhitebackgroundimag>

[e73660985](https://www.dreamstime.com/stockillustrationgrowthstagesstrawberryplantwhitebackgroundimag)

www.athanassa.gr.