ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

ΒΛΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ Π. ΧΡΥΣΟΥΛΑ

ΑΘΗΝΑ 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

ΒΛΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ Π. ΧΡΥΣΟΥΛΑ

ΑΘΗΝΑ 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

ΒΛΑΣΣΟΠΟΥΛΟΥ Π. ΧΡΥΣΟΥΛΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μπιλάλης Δημήτριος, Επιβλέπων Καθηγητής

Τραυλός Ηλίας

Παπαστυλιανού Παναγιώτα – Θηρεσία

ΑΘΗΝΑ 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην διατριβή αυτή διερευνήθηκε η επίδραση της οργανικής λίπανσης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής τομάτας. Έγινε καλλιέργεια τομάτας, προοριζόμενη για βιομηχανική χρήση, σε βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών την περίοδο 27/4 – 24/8/2018. Εφαρμόστηκαν τέσσερις διαφορετικές μέθοδοι λίπανσης, η βιολογική, η αιγοπρόβεια κομποστοποιημένη κοπριά, η NPK15-15-15+5S και ο μάρτυρας. Εκτελέστηκαν τρεις επαναλήψεις για κάθε μέθοδο λίπανσης τοποθετημένες σε τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες.

Μελετήθηκαν τέσσερα αγρονομικά χαρακτηριστικά, που είναι το ύψος του φυτού, οι καρποί ανά φυτό, το μέγεθος του και η απόδοση. Η μεγαλύτερη έμφαση δόθηκε ποιοτικά χαρακτηριστικά για τους χρωματικούς παράγοντες, την αντοχή στη διάτρηση, την περιεκτικότητα σε λυκοπένιο και ολικά διαλυτά στερεά, την ωρίμανση και την οξύτητα.

Η μελέτη των χαρακτηριστικών αυτών μας έδειξε πως η βιολογική λίπανση έχει τις καλύτερες αποδόσεις και πολύ σημαντικές επιδόσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τομάτας. Επίσης, η ανόργανη μέθοδος είχε κι αυτή αξιοσημείωτη επίδραση σε κάποιους χρωματικούς παράγοντες και την οξύτητα.

Λέξεις κλειδιά: τομάτα, βιολογική καλλιέργεια, ανόργανη λίπανση, οργανική λίπανση, κοπριά, αγρονομικά χαρακτηριστικά, ποιοτικά χαρακτηριστικά

Abstract

These experiments were carried out in order to study the effect of organic fertilization on the qualitative characteristics of industrial tomatoes. The cultivation of tomato was made in an organic field of the Agricultural Laboratory of the Agricultural University of Athens in the period 27/4 - 24/8/2018. Four different methods of fertilization were applied: the organic method, the sheep manure compost method, the NPK15-15-15+5S method and the control. Three replicates were performed for each method of fertilization. It was made a randomized complete blocks.

The height of the plant, the fruits per plant, the size and the yield were the four agronomic characteristics that we studied. The greatest emphasis was given to qualitative characteristics for color, resistance to penetration, lycopene and total soluble solids content, maturity and acidity.

The study of these characteristics has shown us that organic fertilization has the best yields and very important performance in the qualitative characteristics of tomato. Moreover, the inorganic method had a remarkable effect on color and acidity.

Key words: tomato, organic farming, inorganic fertilization, organic fertilization, manure, agronomic characteristics, qualitative characteristics

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τη συγγραφή της διατριβής μου θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα άτομα που με στήριξαν για τη φοίτηση και την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Πρώτοι υποστηρικτές στη προσπάθεια μου υπήρξαν οι γονείς μου, τους οποίους ευχαριστώ θερμά. Σημαντικό ρόλο παίξανε και οι συμφοιτητές μου με τους οποίους μοιραστήκαμε κοινές εμπειρίες και γνώσεις κατά τη φοίτηση.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους διδάσκοντες καθηγητές μου στο πρόγραμμα για την γνώση, που μου μεταλαμπαδεύσανε και ιδίως τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μπιλάλη Δημήτρη για τη βοήθεια και τη στήριξη του καθ΄ όλη τη διάρκεια εκπόνησης και συγγραφής της διατριβής μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΤΟΜΑΤΑ 1

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ & ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ 1

1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά & ποικιλίες 3

1.4 Διατροφική αξία καρπού τομάτας 7

1.5 Στατιστική ανασκόπηση 12

2. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΜΑΤΑ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ & ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ 22

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ 23

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ 28

3.2 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ 30

4. ΛΙΠΑΝΣΗ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΛΙΠΑΝΣΗ 32

4.2. ΛΙΠΑΝΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ 32

4.3. Οργανική λίπανση 33

5. ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ 38

6. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ 38

6.2 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ 39

6.3 Πειραματικό σχέδιο 39

6.4 Εδαφολογική ανάλυση αγρού 40

6.5 Εγκατάσταση πειραματικού αγρού 41

6.6 Καλλιεργητικές εργασίες 42

6.7 Λιπάσματα 42

6.8 Μετεωρολογικά δεδομένα 43

6.9 Αγρονομικά χαρακτηριστικά 44

6.9.1 Ύψος φυτού 44

6.9.2 Καρποί ανά φυτό 44

6.9.3 Μέγεθος καρπών 45
6.10 Ποιοτικά προσδιορισμοί 45
6.10.1 Σκληρότητα – αντοχή στη διάτρηση 45
6.10.2 Ολικά διαλυτά στερεά 46
6.10.3 Εκτίμηση χρώματος 46
6.10.4 Ολική οξύτητα 47
6.10.5 Απόδοση 48
6.11 Στατιστική Ανάλυση 49
7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
7.1 ΎΨΟΣ ΦΥΤΟΥ 49
7.1.1 Ύψος φυτού 50 μέρες μετά τη φύτευση 49
7.1.2 Ύψος φυτού 70 μέρες μετά τη φύτευση 54
7.2 ΚΑΡΠΟΙ ΑΝΑ ΦΥΤΟ
7.2.1 Οι καρποί ανά φυτό 80 μέρες Μ.Τ.Φ. 58
7.2.2 Οι καρποί ανά φυτό 94 μερές Μ.Τ.Φ. 64
7.3 Μέγεθος καρπού
7.3.1 Το μέγεθος του καρπού 80 μέρες Μ.Τ.Φ. 68
7.3.2 Το μέγεθος του καρπού 94 μέρες Μ.Τ.Φ. 73
7.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά 77
7.4.1 Περιεκτικότητα σε Λυκοπένιο 78
7.4.2 Αντοχή στη διάτρηση 80
7.4.3 Ολικά διαλυτά στερεά 81
7.4.4 Χρωματικοί παράγοντες 83
7.4.4.1 Χρωματικός παράγοντας L 83
7.4.4.2 Χρωματικός παράγοντας α 85
7.4.4.3 Χρωματικός παράγοντας b 86
7.4.4.4 Χρωματικός παράγοντας α/b 88
7.4.4.5 Χρωματικός παράγοντας colour index 90
7.4.4.6 Χρωματικός παράγοντας hue 91
7.4.4.7 Χρωματικός παράγοντας chroma 93
7.4.4.8 Χρωματικός παράγοντας DifWred 94
7.4.5 Ογκομετρούμενη Οξύτητα 96
7.4.6 Ωρίμανση 97

7.4.7 Αποδόσεις
7.4.7.1. Η απόδοση των καρπών 94 μέρες μετά τη φύτευση (30/7) 99
7.4.7.2. Η απόδοση των καρπών 119 μέρες μετά τη φύτευση (24/8) 104
7.5. Συζήτηση 108
7.5.1. Ύψος του Φυτού 108
7.5.2. Οι Καρποί ανά Φυτό 108
7.5.3. Το Μέγεθος του Καρπού 109
7.5.4. Η Απόδοση των Καρπών 109
7.5.5. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά 110

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 112

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1.1 Καρποί προς συγκομιδή. Παρατηρούνται μέρη του φυτού, όπως τα αδενώδη τριχίδια 4

Εικόνα 1.2 Ανθός τομάτας. Διακρίνεται η διάταξη των ανθών (τσαμπί) και τα μέρη του ανθού 5

Εικόνα 1.3 Καρπός τομάτας. Διακρίνονται όλα τα μέρη του καρπού. 6

Εικόνα 6.1 Σποριόφυτα τομάτας υβριδίου Heinz 3402 39

Εικόνες 6.2 Α-Γ. Προετοιμασία αγρού 41

Εικόνες 6.3. Α-Γ. Χάραξη αγρού 41

Εικόνες 6.4. Α-Γ. Μεταφύτευση σποριόφυτων 42

Εικόνες 6.5 Α-Β. Σύστημα άρδευσης 42

Εικόνες 6.6. Εφαρμογή λιπασμάτων 43

Εικόνα 6.7. Επιτραπέζιο πενετρόμετρο Chatillon DFIS 10 προσαρμοσμένο στη βάση Chatillon TCM 201 46

Εικόνα 6.8. Χρωματόμετρο Minolta μοντέλο CR 200 47

Σχήμα 6.1. Πειραματικό σχέδιο 40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1 Παγκόσμια έκταση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT) 12

Διάγραμμα 1.2 Παγκόσμια απόδοση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT) 13

Διάγραμμα 1.3 Παγκόσμια παραγωγή τομάτας (Πηγή: FAOSTAT) 13

Διάγραμμα 1.4 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT) 14

Διάγραμμα 1.5 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT) 14

Διάγραμμα 1.6 Παραγωγή τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT) 15

Διάγραμμα 1.7 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT) 15

Διάγραμμα 1.8 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT) 16

Διάγραμμα 1.9 Παραγωγή τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT) 16

Διάγραμμα 1.10 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT) 17

Διάγραμμα 1.11 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT) 17

Διάγραμμα 1.12 Παραγωγή τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT) 17

Διάγραμμα 1.13 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT) 18

Διάγραμμα 1.14 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT) 18

Διάγραμμα 1.15 Παραγωγή τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT) 18

Διάγραμμα 1.16 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT) 19

Διάγραμμα 1.17 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT) 19

Διάγραμμα 1.18 Παραγωγή τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT) 19

Διάγραμμα 1.19 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Έκταση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT) 20
Διάγραμμα 1.20 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Απόδοση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT) 21
Διάγραμμα 1.21 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Παραγωγή τομάτας (Πηγή: FAOSTAT) 21
Διάγραμμα 7.1 Διαγραμματική απεικόνιση για την μέση τιμή του ύψους 50
Διάγραμμα 7.2 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα 51
Διάγραμμα 7.3 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης 53
Διάγραμμα 7.4 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα 55
Διάγραμμα 7.5 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης 57
Διάγραμμα 7.6 Διαγραμματική απεικόνιση για την μέση τιμή του αριθμού των καρπών των φυτών 59
Διάγραμμα 7.7 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα 60
Διάγραμμα 7.8 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης 63
Διάγραμμα 7.9 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα 64
Διάγραμμα 7.10 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης 67
Διάγραμμα 7.11 Διαγραμματική απεικόνιση για την μέση τιμή του μεγέθους των καρπών των φυτών 69
Διάγραμμα 7.12 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα 70
Διάγραμμα 7.13 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης 72
Διάγραμμα 7.14 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα 74
Διάγραμμα 7.15 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης 76

Διάγραμμα 7.16 Διαγραμματική Απεικόνιση της Περιεκτικότητας σε Λυκοπένιο 79

Διάγραμμα 7.17 Διαγραμματική Απεικόνιση της Αντοχής στη Διάτρηση 81

Διάγραμμα 7.18 Διαγραμματική Απεικόνιση των ολικών διαλυτών στερεών - βαθμών Brix 83

Διάγραμμα 7.19 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα L 84

Διάγραμμα 7.20 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα α 86

Διάγραμμα 7.21 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα b 88

Διάγραμμα 7.22 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα α/b 89

Διάγραμμα 7.23 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα colour index 91

Διάγραμμα 7.24 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα hue 92

Διάγραμμα 7.25 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα chroma 94

Διάγραμμα 7.26 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα DifWred 95

Διάγραμμα 7.27 Διαγραμματική Απεικόνιση της ογκομετρούμενης οξύτητας 97

Διάγραμμα 7.28 Διαγραμματική Απεικόνιση της παραμέτρου maturity index brix / οξύτητα 99

Διάγραμμα 7.29 Διαγραμματική απεικόνιση για την μέση τιμή την απόδοση των καρπών των φυτών 100

Διάγραμμα 7.30 Διαγραμματική απεικόνιση με θήκογραμμα 101

Διάγραμμα 7.31 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης 103

Διάγραμμα 7.32 Διαγραμματική απεικόνιση με θήκογραμμα 105

Διάγραμμα 7.33 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης 107

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Σύσταση καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Rls. 27) 7

Πίνακας 1.2 Σύσταση σακχάρων καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for S tandard Reference) 8

Πίνακας 1.3 Σύσταση βιταμινών καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference) 8

Πίνακας 1.4 Σύσταση αμινοξέων (10 επικρατέστερα) καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference) 9

Πίνακας 1.5 Σύσταση οξέων καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference) 10

Πίνακας 1.6 Σύσταση ανόργανων αλάτων καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference) 11

Πίνακας 4.1 Σύσταση διαφόρων ειδών κοπριάς σε μικροστοιχεία (Σιδηράς, 1997) 36

Πίνακας 4.2 Κατηγορίες ποιότητας κομπόστ (Σιδηράς, 1997) 37

Πίνακας 4.3 Συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών κατά τη φάση της άνθισης σε φυτά κατάλληλα για χλωρή λίπανση (Σιδηράς, 1997) 37

Πίνακας 6.1 Χαρακτηριστικά υβριδίου τομάτας Heinz 3402 (Heinz Company, 2013) 39

Πίνακας 6.2. Ανάλυση εδάφους βιολογικού αγρού Γ.Π.Α. 40

Πίνακας 6.3. Λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν και η μέση σύσταση Αυτών 43

Πίνακας 6.4. Οι καιρικές συνθήκες την περίοδο της καλλιέργεια 44

Πίνακας 6.5. Η μέση βροχόπτωση την περίοδο της καλλιέργειας 44

Πίνακας 7.1 Δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση 49

Πίνακας 7.2 Οι τιμές για το ύψος του φυτού 50 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 50

Πίνακας 7.3 Στοιχεία Στατιστικής Ανάλυσης ANOVA 51

Πίνακας 7.4 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης 52

Πίνακας 7.5 LSD Test 52

Πίνακας 7.6 Tukey HSD Test 53

Πίνακας 7.7 Duncan Test 53

Πίνακας 7.8 Οι τιμές για το ύψος του φυτού 70 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 54

Πίνακας 7.9 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 55

Πίνακας 7.10 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης 56

Πίνακας 7.11 LSD Test 56

Πίνακας 7.12 Tukey HSD Test 56

Πίνακας 7.13 Duncan Test 57

Πίνακας 7.14 Δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση 58

Πίνακας 7.15 Οι τιμές για τον αριθμό των καρπών ανα φυτό 80 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 60

Πίνακας 7.16 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 61

Πίνακας 7.17 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης 61

Πίνακας 7.18 LSD Test 62

Πίνακας 7.19 Tukey HSD Test 62

Πίνακας 7.20 Duncan Test 62

Πίνακας 7.21 Οι τιμές για το ύψος του φυτού 94 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 64

Πίνακας 7.22 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 65

Πίνακας 7.23 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης 65

Πίνακας 7.24 LSD Test 66

Πίνακας 7.25 Tukey HSD Test 66

Πίνακας 7.26 Duncan Test 66

Πίνακας 7.27 Δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση 68

Πίνακας 7.28 Οι τιμές για το μέγεθος του φυτού 80 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 69
Πίνακας 7.29 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 70
Πίνακας 7.30 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης 71
Πίνακας 7.31 LSD Test 71
Πίνακας 7.32 Tukey HSD Test 71
Πίνακας 7.33 Duncan Test 72
Πίνακας 7.34 Οι τιμές για το μέγεθος του φυτού 94 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 73
Πίνακας 7.35 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 74
Πίνακας 7.36 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης 75
Πίνακας 7.37 LSD Test 75
Πίνακας 7.38 Tukey HSD Test 75
Πίνακας 7.39 Duncan Test 76
Πίνακας 7.40 Τα δεδομένα που καταγράφηκαν για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού για κάθε μέθοδο λίπανσης 77
Πίνακας 7.41 Κι άλλα δεδομένα που καταγράφηκαν για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού για κάθε μέθοδο λίπανσης (συνέχεια του προηγούμενου πίνακα) 77
Πίνακας 7.42 Οι τιμές για την περιεκτικότητα σε Λυκοπένιο με κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 78
Πίνακας 7.43 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 79
Πίνακας 7.44 Οι τιμές για την αντοχή στη διάτρηση των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 80
Πίνακας 7.45 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 80
Πίνακας 7.46 Οι τιμές για την περιεκτικότητα των φυτών σε διαλυτά στερεά με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 81
Πίνακας 7.47 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 82

Πίνακας 7.48 Οι τιμές για τον χρωματικό παράγοντα L των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 83
Πίνακας 7.49 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 84
Πίνακας 7.50 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα α στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 85
Πίνακας 7.51 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 85
Πίνακας 7.52 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα b στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 86
Πίνακας 7.53 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 87
Πίνακας 7.54 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα α/b στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 88
Πίνακας 7.55 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 89
Πίνακας 7.56 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα colour index στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 90
Πίνακας 7.57 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 90
Πίνακας 7.58 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα hue στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 91
Πίνακας 7.59 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 92
Πίνακας 7.60 Οι τιμές για τον παράγοντα chroma των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 93
Πίνακας 7.61 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 93
Πίνακας 7.62 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα DifWred στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 94
Πίνακας 7.63 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 95
Πίνακας 7.64 Οι τιμές για την ογκομετρούμενη οξύτητα των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 96
Πίνακας 7.65 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 96
Πίνακας 7.66 Οι τιμές για την ωρίμανση (brix / οξύτητα) των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης 97

Πίνακας 7.67 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 98

Πίνακας 7.68 Δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση 99

Πίνακας 7.69 Οι τιμές για το μέγεθος του φυτού 94 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 101

Πίνακας 7.70 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 102

Πίνακας 7.71 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης 102

Πίνακας 7.72 LSD Test 102

Πίνακας 7.73 Tukey HSD Test 103

Πίνακας 7.74 Duncan Test 103

Πίνακας 7.75 Οι τιμές για την απόδοση των φυτών 119 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε 104

Πίνακας 7.76 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA 105

Πίνακας 7.77 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης 106

Πίνακας 7.78 LSD Test 106

Πίνακας 7.79 Tukey HSD Test 106

Πίνακας 7.80 Duncan Test 107

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΤΟΜΑΤΑ

1.1. Ιστορία και εξάπλωση της τομάτας

Η τομάτα αποτελεί φυτό εγγενές στη δυτική Νότια Αμερική και η άγρια εκδοχή της είχε μικρό μέγεθος, περίπου όπως οι σημερινές τομάτες-κεράσι (τοματίνια), και είχαν περισσότερο κίτρινο, παρά κόκκινο χρώμα. Στην Ευρώπη εισήχθησαν κυρίως από τους Ισπανούς κατακτητές της Νότιας Αμερικής, για αυτό και χρησιμοποιήθηκαν πρωτίστως στην Ισπανική και Ιταλική κουζίνα, ενώ οι περισσότεροι βορειοευρωπαίοι τις θεωρούσαν αρχικά δηλητηριώδεις, μια εσφαλμένη αντίληψη που βασίζονταν στο ότι οι τομάτες ανήκουν στην οικογένεια των νυχτοδάτων και προήρθε εν πολλοίς από την παρατήρηση της αλληλεπίδρασης του όξινου χυμού της ντομάτας με πλάκες κασσίτερου.

Στις περιοχές προέλευσής της χρονολογείται πως καλλιεργούνταν ήδη από το 500 π.Χ. τομάτες και οι Αζτέκοι, όπως και άλλοι λαοί στην Κεντρική και Νότια Αμερική, τη χρησιμοποιούσαν στο μαγείρεμα. Μάλιστα, η σύγχρονη τομάτα φέρεται να προέρχεται από μια παραπλήσια ποικιλία (κόκκινη, ευμεγέθης και με εξογκώματα) που είχαν αυτοί οι λαοί δημιουργήσει από την αρχική άγρια εκδοχή της. (Smith, 1994)

Στην Ευρώπη, όπως έχει ειπωθεί, την έφεραν οι πρώτοι εξερευνητές της Αμερικανικής ηπείρου, με πρώτον να θεωρείται ο Ισπανός «κονκισταδόρος» Hernán Cortés (αν και υπάρχουν εκδοχές που αποδίδουν την έλευση της τομάτας στον Χριστόφορο Κολόμβο νωρίτερα), ο οποίος έφερε την αρχική, μικρή και κίτρινη, εκδοχή της τομάτας στην Ευρώπη, μετά την κατάκτηση της πόλης του Τζονοτιτλάν, σημερινή Πόλη του Μεξικό, το 1521. Η πρώτη καταγραφή της τομάτας στη βοτανική βιβλιογραφία ανήκει στον Pietro Andrea Mattioli, Ιταλό γιατρό και βοτανολόγο, ο οποίος σε κείμενό του το 1544 αναφέρθηκε στο νέο φυτό ως μια νέα ποικιλία μελιτζάνας, καθώς μπορούσε να καταναλωθεί με τον ίδιο τρόπο. Χρειάστηκαν δέκα επιπλέον χρόνια, πριν ο ίδιος αναγνωρίσει το νέο φυτό και του αποδώσει το όνομα «χρυσά μήλα» ή "*pomi d' oro*" στα ιταλικά. Στην Ευρώπη, και ειδικά στα εύκρατα μεσογειακά κλίματα, η τομάτα εξαπλώθηκε και καλλιεργήθηκε εύκολα, ήδη από τη δεκαετία του 1540 και σίγουρα χρησιμοποιούνταν στο μαγείρεμα από τους

Ευρωπαίους από τις αρχές του 17ου αιώνα. Οι Ισπανοί την διέδωσαν και σε άλλες αποικίες τους, όπως την Καραϊβική και τις Φιλιππίνες, από όπου εξαπλώθηκε και σε όλη την Ασιατική ήπειρο. (Smith, 1994)

Πέραν των Ισπανών, οι οποίοι ουσιαστικά διέδωσαν τη τομάτα παγκοσμίως, οι Ιταλοί ήταν αυτοί οι οποίοι καθιέρωσαν περαιτέρω την τομάτα και τη γαστρονομική της χρήση. Στην αρχή οι τομάτες αποτελούσαν κυρίως διακοσμητικό αντικείμενο, καθώς η δυνατότητα της τομάτας να δημιουργούνται πολλαπλές ποικιλίες εύκολα σήμαινε πως εμφανίζονταν και αρκετές μη βρώσιμες έως τοξικές ποικιλίες, που αποθάρρυναν την εξάπλωσή τους. Με το πέρασμα των χρόνων όμως δημιουργήθηκαν συγκεκριμένες τοπικές ποικιλίες, με συγκεκριμένη χρήση στην εκάστοτε τοπική κουζίνα. Πάντως, η πρώτη καταγραφή συνταγών με τομάτα στην Ιταλία, προέρχεται από την Νάπολη του 1692. Οι διάφορες ποικιλίες χρησιμοποιήθηκαν για αποξήρανση, σάλτσες και χρήση σε παραδοσιακά πιάτα, όπως η πίτσα. Είναι γνωστές, δε, συνήθως με το όνομα της κάθε περιοχής της ποικιλίας, όπως η *Pomodorino del Piennolo del Vesuvio ή η Pomodorino di Manduria*. (Gentilcore, 2010)

Αντιστοίχως και στη Βρετανία οι τομάτες άργησαν να υιοθετηθούν ως προϊόν προς βρώση, λόγω της αντίληψης ότι επρόκειτο για δηλητηριώδη καρπό. Μεγάλη επιρροή άσκησε ο ιατρός John Gerard, σε κείμενα του οποίου για πρώτη φορά συζητήθηκε η χρήση της τομάτας στη Βρετανία, ο οποίος όμως θεωρούσε την τομάτα μη κατάλληλη προς βρώση. Αυτό το γεγονός καθυστέρησε την επέκταση της χρήσης της τομάτας στη Βρετανία και τις αποικίες της μέχρι τα μέσα του 18ου αιώνα, οπότε και αναγνωρίστηκε η ευρεία χρήση της και από την Encyclopædia Britannica. (Smith, 1994)

Πράγματι, οι Αμερικανικές αποικίες των Βρετανών άργησαν επίσης να υιοθετήσουν τη τομάτα. Η παλαιότερη αναφορά σε καλλιέργειες τομάτας στις βρετανικές κτήσεις στη Βόρεια Αμερική ανήκει στο βοτανολόγο William Salmon, το 1710, οπότε και κατέγραψε την παρουσία καλλιεργειών τομάτας στη σημερινή Νότια Καρολίνα. Οι πρώτες τομάτες εικάζεται πως ήρθαν από την Καραϊβική, ενώ ήταν ο Τόμας Τζέφερσον που έστειλε από τη Γαλλία σπόρους, αφού είχε δοκιμάσει εκεί τον καρπό όπως χρησιμοποιούνταν στην εκεί κουζίνα.

Πρωτοπόρος στην Αμερικανική καλλιέργεια της τομάτας θεωρήθηκε ο Αλεξάντερ Λίβινγκστον[1], ο οποίος δημιούργησε μερικές από τις γνωστότερες ποικιλίες τομάτας, πάνω στις οποίες θεωρείται ότι βασίζονται οι περισσότερες σημερινές ποικιλίες τομάτας. Γενικά στις ΗΠΑ η έρευνα πάνω στην τομάτα και τις ποικιλίες της υπήρξε σημαντική, με το Πανεπιστήμιο Davis της Καλιφόρνια να έχει ολόκληρη εργαστήριο πάνω στο αντικείμενο, το Rick Tomato Genetics Resource Center[2], προς τιμήν του Δρ. Τσαρλς Ρικ, πρωτοπόρο ερευνητή στη γενετική της τομάτας. Εν γένει, οι πολιτείες στη λεγόμενη Sun Belt, ζώνη με υψηλές θερμοκρασίες, έχουν αναπτύξει ιδιαίτερα την καλλιέργεια της τομάτας, η οποία γενικά χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες.

Μετά την Ευρώπη και τις αποικίες των Ευρωπαίων σε Ασία και Αμερική, η τελευταία περιοχή στην οποία η τομάτα εξαπλώθηκε μέσω των Ευρωπαίων ήταν η Μέση Ανατολή και η Βόρεια Αφρική. Ο Βρετανός πρόξενος στο Χαλέπι John Barker[3] στο τέλος του 18ου με αρχές του 19ου αιώνα φέρεται ως ο άνθρωπος που εισήγαγε την τομάτα στις περιοχές αυτές, με την τομάτα να αποτελεί βασικό στοιχείο στις τοπικές κουζίνες μέχρι το τέλος του 19ου αιώνα.

1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Η τομάτα (*Solanum lycopersicum L.* ή *Lycopersicon lycopersicum* ή *Lycopersicon esculentum Mill.*) είναι φυτό της οικογένειας *Solanaceae*, ποώδες και με βιολογικό κύκλο ανάλογο με την περιοχή καλλιέργειας: 5 έως 7 μήνες στην Ευρώπη (όπου η καλλιέργεια είναι μονοετής), ενώ σε τροπικά κλίματα η καλλιέργειά της είναι πολυετής (Αγγίδης, 1996).

Εάν το φυτό προέρχεται από σπορά στη μόνιμη θέση, το ριζικό σύστημα που διαθέτει χαρακτηρίζεται ως πασσαλώδες και δύναται να φθάσει βάθος 60 εκατοστών. Εάν όμως το φυτό μεταφυτευθεί, τότε η κεντρική ρίζα καταστρέφεται και στη θέση της δημιουργούνται δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες, οι οποίες μπορούν να ξεκινούν ακόμα και από το λαιμό του φυτού, το οποίο θεωρείται πλεονέκτημα κατά τη μεταφύτευση (Ολύμπιος, 2001).

[1]Περισσότερα στο βιβλίο του ίδιου, όπως έχει κατατεθεί στο Αμερικανικό Κογκρέσο το 1893, εδώ: https://www.biodiversitylibrary.org/item/79606#page/11/mode/1up
[2] https://tgrc.ucdavis.edu/
[3]Από το "Syria under the last five Turkish Sultans" στοAppletons' Journal (1876), Vol. 1, p. 519

Τα φύλλα φέρονται στον κεντρικό βλαστό και στις μασχάλες του υπάρχουν οφθαλμοί από τους οποίους προκύπτουν πλευρικοί βλαστοί. Ο κεντρικός βλαστός είναι κυλινδρικός και εσωτερικά πλήρης. Ενώ στην αρχή είναι τρυφερός, εύθραυστος και χυμώδης, σταδιακά σκληραίνει, αποκτώντας μηχανική αντοχή μεν, χωρίς να ξυλοποιείται δε. Γενετικοί παράγοντες καθορίζουν την ανάπτυξη του βλαστού, διαφοροποιώντας τις ποικιλίες της τομάτας σε αυτές που έχουν απεριόριστη ανάπτυξη του βλαστού ή καθορισμένη (Ολύμπιος, 2001).

Εικόνα 1.1 Καρποί προς συγκομιδή. Παρατηρούνται μέρη του φυτού, όπως τα αδενώδη τριχίδια (Πηγή:plantpro.gr)

Το φύλλωμα της τομάτας χαρακτηρίζεται ως σύνθετο, δηλαδή κάθε φύλλο αποτελείται από αριθμό ζευγών φυλλαρίων και παραφύλλων, με ένα ακραίο φυλλάριο. Η ποικιλία του φυτού, αλλά και η θέση κάθε φύλλου, επηρεάζει τον αριθμό των ζευγών φυλλαρίων ανά φύλλο και το μέγεθός τους. Η διάταξη των φύλλων πάνω στο βλαστό είναι ελικοειδής. Το χρώμα του πάνω μέρους του φύλλου είναι λαμπερό βαθύ πράσινο, ενώ το χρώμα του κάτω μέρους είναι ελαιώδες ανοιχτό πράσινο (Ολύμπιος, 2001). Αδενώδη τριχίδια βρίσκονται σε όλα τα πράσινα μέρη του φυτού, από τα οποία προέρχεται η χαρακτηριστική οσμή του φυτού, όταν αυτά σπάσουν (Αγγίδης, 1996).

Εικόνα 1.2 Ανθός τομάτας. Διακρίνεται η διάταξη των ανθών (τσαμπί) και τα μέρη του ανθού.

Σε ότι αφορά τα άνθη του φυτού, αυτά εμφανίζονται σε ταξιανθίες με από 2-3 έως και 20 ή και παραπάνω άνθη ανά ταξιανθία. Κατά μέσο όρο, ο επιθυμητός αριθμός ανθέων για περαιτέρω ανάπτυξη σε καρπούς είναι 6 έως 8. Ανάλογα με την ποικιλία, οι ταξιανθίες διακλαδίζονται συμμετρικά ή ασύμμετρα επάνω στο βλαστό. Το άνθος φέρει πράσινο δερματώδη κάλυκα, ο οποίος αποτελείται από πέντε ή περισσότερα σέπαλα, κίτρινη στεφάνη με πέντε ή περισσότερα ενωμένα πέταλα και πέντε ή περισσότερους στήμονες, οι οποίοι ενώνονται με τη στεφάνη στη βάση τους και μεταξύ τους κατά μήκος, σχηματίζοντας κώνο ο οποίος περιβάλει το στύλο.

Τα άνθη διαθέτουν πολύχωρη ωοθήκη, με 2 έως 7 ή και περισσότερους χώρους γεμάτους με ωάρια (Ολύμπιος, 2001), ενώ είναι τέλεια (ερμαφρόδιτα) και αυτογονιμοποιούνται. Η άνθηση είναι σύγχρονη μόνο σε ορισμένες ποικιλίες που έχουν αναπτυχθεί για μηχανική συγκομιδή. Η γύρη έχει βραδεία βλάστηση, γεγονός στο οποίο οφείλεται το ότι η γονιμοποίηση ολοκληρώνεται περίπου δύο ημέρες αφού γίνει η επικονίαση. Τη γονιμοποίηση επηρεάζουν οι καιρικές συνθήκες (βροχόπτωση, θερμοκρασία κλπ.) και μετά την ολοκλήρωσή της ο καρπός αναπτύσσεται εντός 45 ως 60 ημερών, πάντα ανάλογα με τις συνθήκες της καλλιέργειας, αλλά και την ποικιλίατηςτομάτας(Δημητράκης,1998)

Εικόνα 1.3 Καρπός τομάτας. Διακρίνονται όλα τα μέρη του καρπού

Ο καρπός του φυτού της τομάτας είναι ράγα και αποτελείται από 2 έως 10 χώρους, ενώ έχει χρώμα κόκκινο, ρόδινο ή κίτρινο και το βάρος του είναι συνήθως 50 έως 200 γραμμάρια. Το (κόκκινο) χρώμα των καρπών του φυτού της τομάτας οφείλεται κυρίως στο λυκοπένιο και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα επιρροής, με την ιδανικότερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη κόκκινου χρώματος να είναι οι 18 έως 25ºC (Δημητράκης, 1998). Τα μέρη από τα οποία αποτελείται είναι ο φλοιός (εξωκάρπιο), το περικάρπιο (σάρκα), ο πλακούντας, ο ζελατινώδης παρεγχυματικός ιστός και οι σπόροι. Κατά το πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του καρπού, ο φλοιός αυξάνει σε πάχος, ενώ κατόπιν, στο στάδιο ωρίμασης ου καρπού, μειώνεται σε πάχος και απλώνει. Η σάρκα του καρπού, έχει λιγότερη ή περισσότερη ποσότητα (όγκο) και περιεκτικότητα σε χυμό, ανάλογα με την ποικιλία. Στην σάρκα διαμορφώνονται οι χώροι ή κελιά μέσα στα οποία βρίσκονται οι σπόροι, περιβεβλημένοι με ζελατινώδη παρεγχυματικό ιστό και με αριθμό ανάλογα με την ποικιλία. Το τελευταίο μέρος του καρπού, ο πλακούντας, αποτελεί την περιοχή εκείνη της ωοθήκης από την οποία εκφύονται οι σπερματικές βλάστες. Ο καρπός αποτελείται κατά 96 έως 97% από τη σάρκα, κατά 2 έως 3% από τους σπόρους και κατά 1έως 2% από το φλοιό.

Οι σπόροι της τομάτας έχουν πεπλατυσμένο και ωοειδές σχήμα και είναι διαμέτρου 3 έως 5mm, με καφέ προς κίτρινο χρώμα και τριχοειδείς αποφύσεις στην επιφάνειά τους. Η βλαστικότητά του σπόρου παραμένει, υπό κανονικές συνθήκες, για τουλάχιστον 4 χρόνια από το στάδιο της συγκομιδής, αλλά εάν αποθηκευτεί σε κατάλληλες συνθήκες (περιβάλλον με χαμηλή θερμοκρασία και περιεκτικότητα σε

υγρασία) η βλαστικότητα του σπόρου μπορεί εύκολα να ξεπεράσει τα 10 χρόνια. (Ολύμπιος, 2001).

1.3. Διατροφική αξία καρπού τομάτας

Βασικό συστατικό της τομάτας είναι το νερό, από το οποίο αποτελείται κατά 94 έως 95 % κ.β.. Το υπόλοιπο της τομάτας αποτελούν τα υπόλοιπα διατροφικά συστατικά, σάκχαρα, πρωτεΐνες, βιταμίνες, οξέα, ίνες και ιχνοστοιχεία. Από άποψη θερμιδικής αξίας, μία μέτρια τομάτα (~150g) έχει 35 θερμίδες, ενώ περιέχει σειρά σημαντικών ιχνοστοιχείων (μαγνήσιο, κάλιο, ασβέστιο, φώσφορο), βιταμινών και αντιοξειδωτικών ουσιών. Η θρεπτική αξία της τομάτας μπορεί να αυξηθεί κατά τη μεταποίησή της, τόσο λόγω της υψηλότερης συγκέντρωσης (αφού η επεξεργασία της τομάτας αφορά συνήθως την συμπύκνωση του χυμού της), όσο και λόγω χημικών διαφοροποιήσεων στο κατεργασμένο προϊόν σε σχέση με το νωπό. Από το 5% περίπου των ολικών στερεών της τομάτας, το 1 % αντιστοιχεί στο φλοιό και στους σπόρους (Gould, 1992).

Πίνακας 1.1 Σύσταση καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Rls. 27)

Σύσταση τομάτας (μ.μ. / 100g)		
ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Νερό (g)	94,5	87,88
Ενέργεια (kcal)	18	38
Πρωτεΐνες (g)	0,88	1,65
Λίπος (g)	0,20	0,21
Τέφρα (g)	0,50	1,28
Υδατάνθρακες (g)	3,89	8,98
Διαιτητικές ίνες (g)	1,20	1,90
Σάκχαρα (g)	2,63	4,83

Οι υδατάνθρακες, υπό τη μορφή σακχάρων, αποτελούν την επικρατέστερη κατηγορία συστατικών στα στερεά της τομάτας, καθώς τα αναγωγικά σάκχαρα (στα οποία κυρίως ανήκουν τα σάκχαρα της τομάτας) αποτελούν 50 έως 65% των διαλυτών

στερεών του καρπού της τομάτας. Η γλυκόζη και η φρουκτόζη βρίσκονται σε περίπου ίσες ποσότητες, ενώ μια άλλη κατηγορία σακχάρων, οι πολυσακχαρίτες, αποτελούν το 0,7 % του χυμού της τομάτας. Τους πολυσακχαρίτες της τομάτας αποτελούν κατά 50% οι πηκτίνες και οι αραβινογαλακτάνες, κατά 25% οι ξυλάνες και οι αραβινοξυλάνες και κατά 25% η κυτταρίνη (Miladi et al., 1969).

Οι πηκτίνες ευθύνονται για την σαρκώδη υφή του καρπού της τομάτας και παίζουν σημαντικό ρόλο στην τελική υφή του προϊόντος της τομάτας. Στην αρχή, το αδιάλυτο συστατικό πρωτοπηκτίνη, συνδετικό των κυττάρων του καρπού, σχηματίζεται, πριν, με την πάροδο του χρόνου ωρίμασης, ωριμάσει σε πηκτίνη, η οποία, με τη σειρά της, αποδομείται περαιτέρω σε διαλυτά συστατικά, εξαιτίας ενζύμων που εμπεριέχονται στον καρπό και παραμένουν ενεργά ακόμα και μετά τη συγκομιδή και κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Ο χρόνος μετατροπής της πρωτοπηκτίνης σε πηκτίνη συντελείται κατά τα τελευταία στάδια ωρίμασης της τομάτας, για αυτό και η βιομηχανία επεξεργασίας τομάτας προτιμάει τις καλά ωριμασμένες, κόκκινες τομάτες (Gould, 1992).

Πίνακας 1.2 Σύσταση σακχάρων καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε σάκχαρα (g/100g)		
ΣΑΚΧΑΡΟ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Γλυκόζη	1,25	2,45
Φρουκτόζη	1,37	2,38

Ο καρπός της τομάτας, όπως και τα προϊόντα αυτού, αποτελούν πλούσια πηγή βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ), από τις σημαντικότερες για τον άνθρωπο.

Πίνακας 1.3 Σύσταση βιταμινών καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε βιταμίνες (μ.μ./100g)			
ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	μ.μ.	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Ασκορβικό οξύ, C	mg	23	10,6

Θειαμίνη, B1	mg	0,037	0,025
Ριβοφλαβίνη, B2	mg	0,019	0,08
Νιασίνη, B3	mg	0,594	1,466
Παντοθενικό οξύ, B5	mg	0,089	0,44
Πυριδοξίνη, B6	mg	0,08	0,126
Φολικό ολικό, B9	mg	15	11
Βιταμίνη A (RAE)	mg	42	26
Λυκοπένιο	mg	2,57	21,75
Λουτεΐνη & Ζεαξανθίνη	mg	123	0
α-τοκοφερόλη, E	mg	0,54	1,97
Βιταμίνη K, φυλλοκινόνη	mg	7,9	3,4

Σε έναν καρπό τομάτας η μέση περιεκτικότητα ασκορβικού οξέος είναι περίπου 23 mg / 100g καρπού (νωπό βάρος). Επίσης, σημαντικές για την ανθρώπινη διατροφή ποσότητες βιταμίνης A βρίσκονται στον καρπό της τομάτας, κυρίως με τη μορφή καροτενίου και βιταμινών συμπλέγματος B (Gould, 1992).

Το γλουταμινικό οξύ και αμέσως μετά το ασπαρτικό οξύ αποτελούν τα πιο σημαντικά από τα 19 διαλυτά αμινοξέα που απαντώνται στο φρέσκο χυμό τομάτας (Miladi et al., 1969). Η αποικοδόμηση και μερική υδρόλυση που υφίστανται οι πρωτεΐνες κατά την επεξεργασία του χυμού της τομάτας επηρεάζουν την περιεκτικότητα αυτού σε ελεύθερα αμινοξέα. Συγκεκριμένα, αυξάνονται περισσότερο το γλουταμινικό και το ασπαρτικό οξύ, ενώ ακολουθούν η θρεονίνη, η αλανίνη και η φαινυλαλανίνη. Λόγω της απαμίνωσης που λαμβάνει χώρα κατά την επεξεργασία, το ασπαραγινικό οξύ και η γλουταμίνη χάνονται καθώς μετασχηματίζονται σε γλουταμινικό και ασπαρτικό οξύ ή και σε καρβοξυλικό οξύ της πυρρολιδόνης (Gould, 1992).

Πίνακας 1.4 Σύσταση αμινοξέων (10 επικρατέστερα) καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε αμινοξέα (g/100g)		
ΑΜΙΝΟΞΥ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Γλουταμινικό οξύ	0,431	0,658
Ασπαρτικό οξύ	0,135	0,206

Θρεονίνη	0,027	0,037
Λυσίνη	0,027	0,048
Φαινυλαλανίνη	0,027	0,034
Αλανίνη	0,027	0,052
Σερίνη	0,026	0,039
Λευκίνη	0,025	0,046
Αργινίνη	0,021	0,032
Γλυκίνη	0,019	0,027

Στον καρπό της τομάτας συναντάται ως επικρατέστερο το κιτρικό οξύ, ακολουθούμενο από το μηλικό οξύ (Belitz et al., 2006). Κατά το στάδιο αλλαγής του χρώματος έχει παρατηρηθεί η μέγιστη συγκέντρωση οργανικών οξέων, ενώ κατά την επεξεργασία του τοματοχυμού έχει παρατηρηθεί αύξηση της ολικής οξύτητας. Συγκεκριμένα, έχει καταγραφεί αύξηση της περιεκτικότητας σε οξικό οξύ κατά 32%, κυρίως λόγω οξείδωσης αλδεϋδών και αλκοολών, καθώς και απαμίνωσης αμινοξέων (Crean, 1966). Στα οξέα αποδίδεται μεγάλο μέρος της γεύσης της τομάτας, ενώ και η ολική οξύτητα του τελικού προϊόντος λαμβάνεται ως δείκτης ικανοποιητικής επεξεργασίας (Lambeth et al., 1964). Τέλος, η αναλογία των οξέων προς τα σάκχαρα συγκαταλέγεται στους σημαντικούς παράγοντες αξιολόγησης του προϊόντος.

Πίνακας 1.5 Σύσταση οξέων καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε οξέα (g/100g)		
ΟΞΥ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Κιτρικό	60,92	66,92
Μηλικό	3,72	5,39
Γαλακτικό	1,37	1,46
α-κετογλουταρικό	1,10	0,53
Οξικό	1,06	1,56
Καρβοξυλικό της πυρρολιδόνης	0,81	8,10
Ηλεκτρικό	0,60	0,49

Από τα λιπόφιλα καροτενοειδή συστατικά της τομάτας, κυρίαρχο είναι το λυκοπένιο. Πρόκειται για πολυακόρεστο υδρογονάνθρακα που, όπως προαναφέρθηκε, αποδίδει το βαθύ κόκκινο χρώμα στη τομάτα και αποτελεί ένα από τα πιο ισχυρά αντιοξειδωτικά φυτικής προέλευσης. Βιοσυντίθεται μόνο σε φυτικούς οργανισμούς και η λήψη του από τους ανθρώπους γίνεται αποκλειστικά με την τροφή και ειδικότερα με την κατανάλωση τομάτας και επεξεργασμένων υποπροϊόντων της. Αποτελεί, δε, πρόδρομη ένωση όλων των καροτενοειδών.

Ο καρπός της τομάτας περιέχει μεταλλικά στοιχεία σε ποσοστό 0,3 έως 0,6%, με τα κυριότερα από αυτά να είναι το κάλιο, το μαγνήσιο, ο φώσφορος, το ασβέστιο και το νάτριο (Belitz et al., 2006).

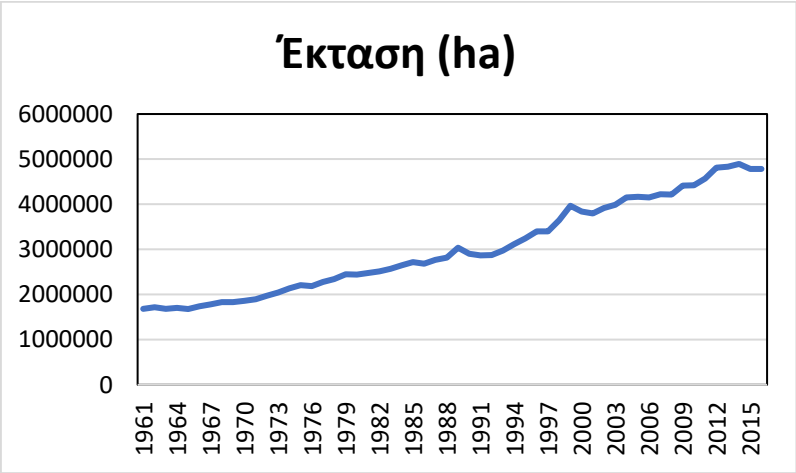
Πίνακας 1.6 Σύσταση ανόργανων αλάτων καρπού τομάτας (Πηγή: USDA National Nutrient Database for Standard Reference)

Σύσταση τομάτας σε ανόργανα άλατα (g/100g)		
ΑΝΟΡΓΑΝΟ ΑΛΑΣ	ΝΩΠΗ	ΠΟΛΤΟΣ
Ασβέστιο, Ca	10	18
Σίδηρος, Fe	0,27	1,78
Μαγνήσιο, Mg	11	23
Φωσφόρος, P	24	40
Κάλιο, K	237	439
Νάτριο, Na	5	28
Ψευδάργυρος, Zn	0,17	0,36
Χαλκός, Cu	0,059	0,287
Μαγγάνιο, Mn	0,114	0,169
Φθόριο, F	0,002	0
Σελήνιο, Se	0	0,7

1.4. Στατιστική ανασκόπηση

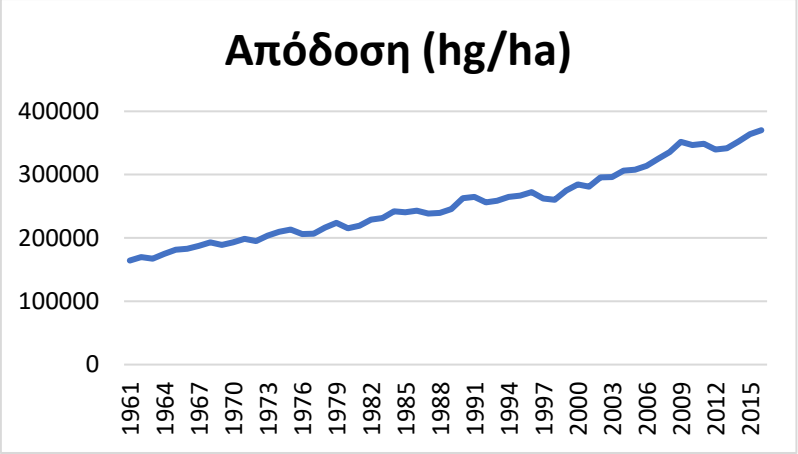
Στην παρούσα ενότητα θα γίνει παρουσίαση ορισμένων ουσιαστικών στατιστικών δεδομένων σχετικά με την καλλιέργεια και την παραγωγή της τομάτας. Η ανάλυση θα αφορά διαφορετικές περιοχές ανά τον πλανήτη και τα χαρακτηριστικά της α) καλλιεργούμενης έκτασης σε εκτάρια (ha), β) απόδοσης της καλλιέργειας σε εκατόγραμμα ανά εκτάριο (hg/ha) και γ) παραγωγής σε τόνους. Τα δεδομένα αντλούνται από τον διαδικτυακό χώρο Faostat[4], τον ιστότοπο απόθεσης στατιστικών δεδομένων της FAO (Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας, η εξειδικευμένη διεύθυνση του ΟΗΕ για την πρωτογενή παραγωγή στον τομέα της γεωργίας).

Πριν εξειδικευτεί η παρουσίαση των στατιστικών δεδομένων ανά περιοχή, θα παρατεθούν τα στοιχεία αναφορικά με την παγκόσμια παραγωγή τομάτας. Όπως γίνεται φανερό από τα διαγράμματα που ακολουθούν, η παραγωγή της τομάτας έχει αυξηθεί ιδιαιτέρως την τελευταία 50ετία, καθώς, τόσο η καλλιεργούμενη έκταση, όσο και η απόδοση των καλλιεργειών, έχουν υπερδιπλασιαστεί από τη δεκαετία του ’60, με αποτέλεσμα η παραγόμενη ποσότητα τομάτας να έχει αυξηθεί εκθετικά.

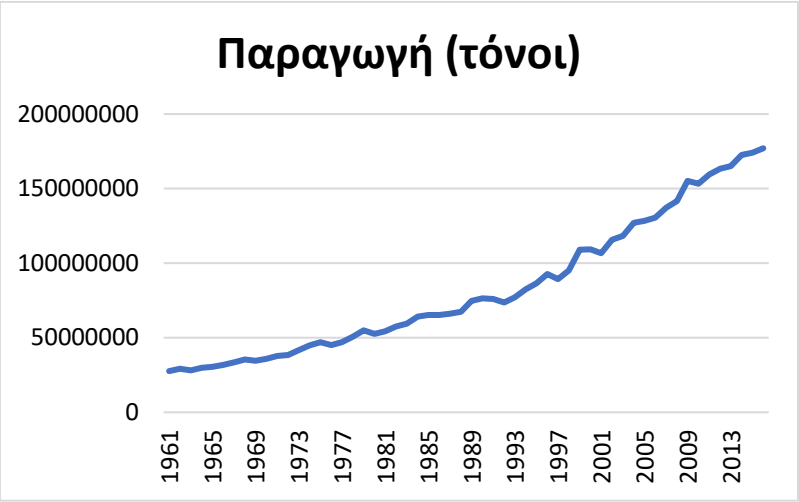


Διάγραμμα 1.1 Παγκόσμια έκταση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)

[4]FAOSTAT: http://www.fao.org/faostat/en/#home



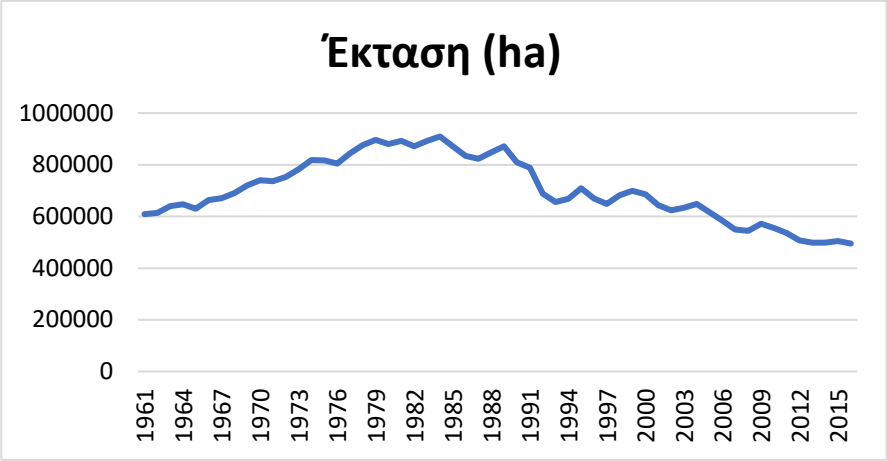
Διάγραμμα 1.2 Παγκόσμια απόδοση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)



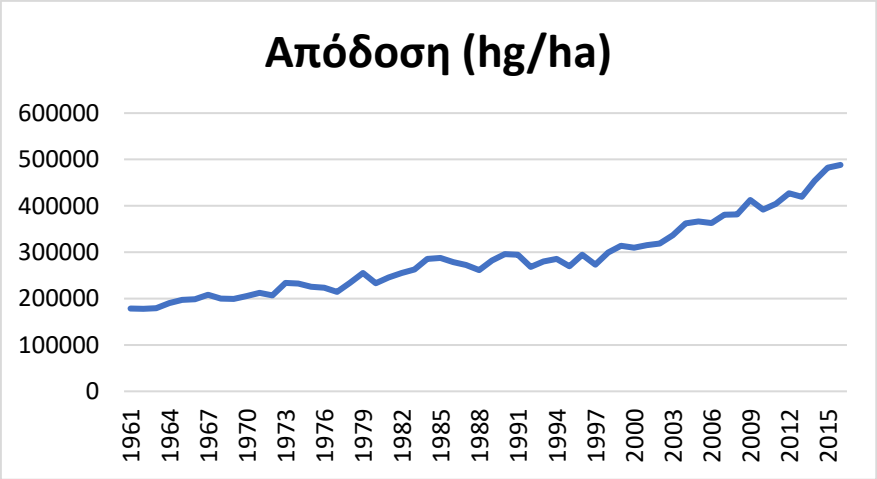
Διάγραμμα 1.3Παγκόσμια παραγωγή τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)

Συνεχίζοντας με πρώτη περιοχή αυτήν την Ευρώπης, στην οποία και ανήκει η Ελλάδα, τα διαγράμματα που απεικονίζουν τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά της παραγωγής τομάτας δείχνουν μια διαφορετική πορεία από το παγκόσμιο γίγνεσθαι. Συγκεκριμένα, στα μέσα της δεκαετίας του ’80, η παραγωγή τομάτας στην Ευρώπη έδειξε μια σχετική επιβράδυνση στην ανάπτυξη, σε σχέση τουλάχιστον με την παγκόσμια παραγωγή. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις ξεκίνησαν μια εξαιρετικά πτωτική πορεία κατά τη δεκαετία του ’80, εποχή που τα προγράμματα επιδοτήσεων από την τότε Ε.Ο.Κ. οδήγησαν σε μια γενική ανακατάταξη των καλλιεργειών στις χώρες της ένωσης τουλάχιστον. Επιπροσθέτως, η καλλιέργεια σε θερμοκήπια και άλλες ειδικές εγκαταστάσεις (π.χ. υδροπονική) έχει συμβάλλει στην αύξηση της

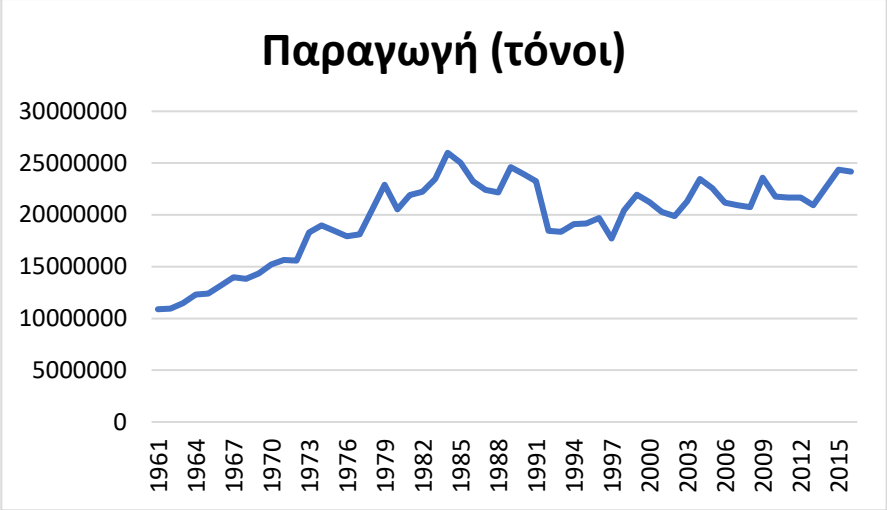
αποδοτικότητας των καλλιεργειών, όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα, γεγονός που πιθανώς να αποδέσμευσε εκτάσεις καλλιέργειας τομάτας για άλλες χρήσεις.



Διάγραμμα 1.4 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT)



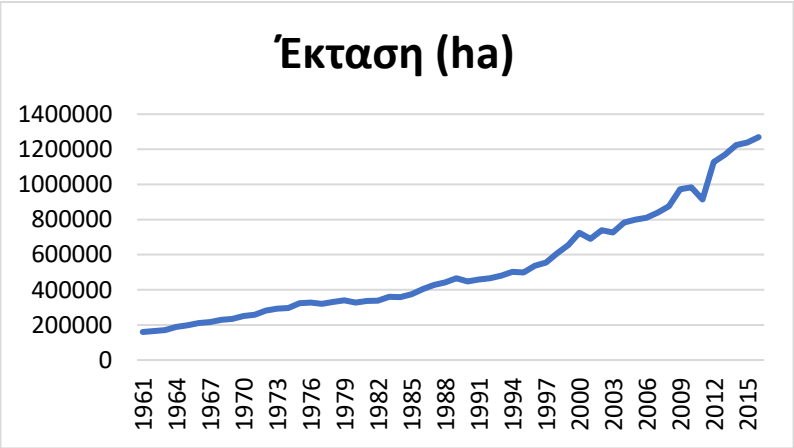
Διάγραμμα 1.4 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT)



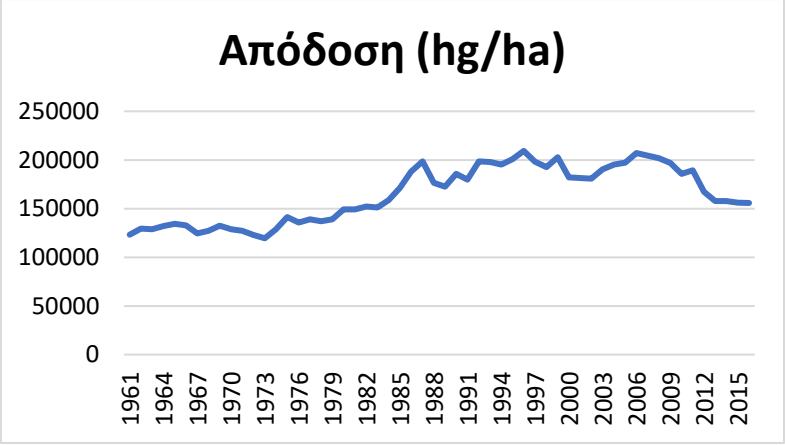
Διάγραμμα 1.5 Παραγωγή τομάτας στην Ευρώπη (Πηγή: FAOSTAT)

Η ταυτόχρονα μειωτική πορεία των καλλιεργούμενων εκτάσεων και αυξητική πορεία της αποδοτικότητας της καλλιέργειας τομάτας έχουν οδηγήσει σε μια σχετικά σταθερή τάση της παραγόμενης ποιότητας τομάτας τις τελευταίες 3 δεκαετίες.

Περνώντας νοτιότερα και στην Αφρικανική ήπειρο, οι δείκτες είναι μάλλον αντίστροφοι από την κατάσταση στην Ευρώπη. Εδώ και μισό αιώνα, οι εκτάσεις στις οποίες καλλιεργείται η τομάτα αυξάνονται, σχεδόν με ελαφρά εκθετικό ρυθμό, βάση του σχήματος του αντίστοιχου διαγράμματος, όμως η αποδοτικότητα των καλλιεργειών αυτών όχι μόνο δεν ακολουθούν αντίστοιχη ανάπτυξη, αλλά πέρα από ένα «σκαλοπάτι» προς τα πάνω τη δεκαετία του ’80, οι τάσεις είναι προς την κάμψη της.

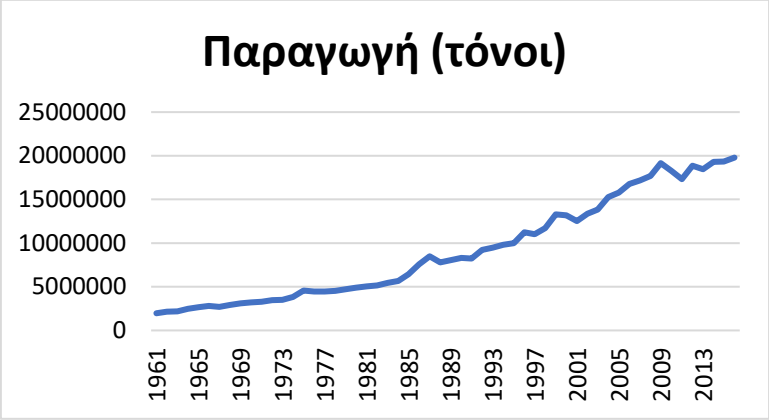


Διάγραμμα 1.7 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT)



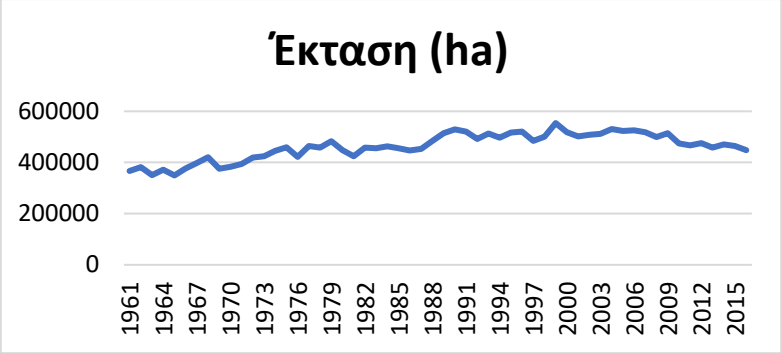
Διάγραμμα 1.6 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT)

Παρ' όλα αυτά, η παραγωγή ακολουθεί σαφώς αυξητική πορεία, κυρίως λόγω της ραγδαίας αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων.



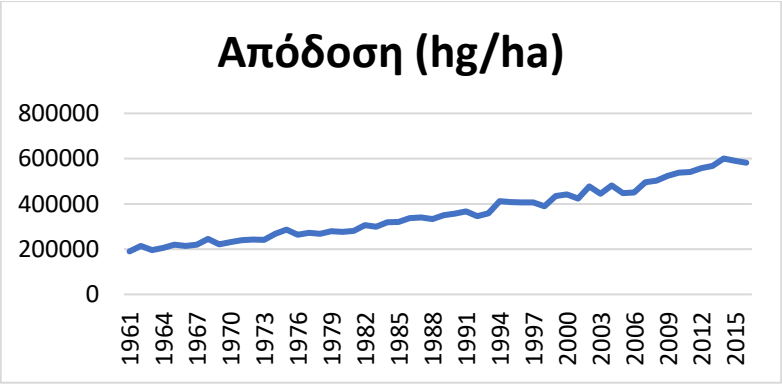
Διάγραμμα 1.7 Παραγωγή τομάτας στην Αφρική (Πηγή: FAOSTAT)

Σε ότι αφορά την Αμερικανική ήπειρο, την «πατρίδα» της τομάτας, τα στοιχεία δείχνουν μια παραπλήσια με την Ευρώπη πορεία, χωρίς, βέβαια, την απότομη κάμψη της δεκαετίας του 1980.

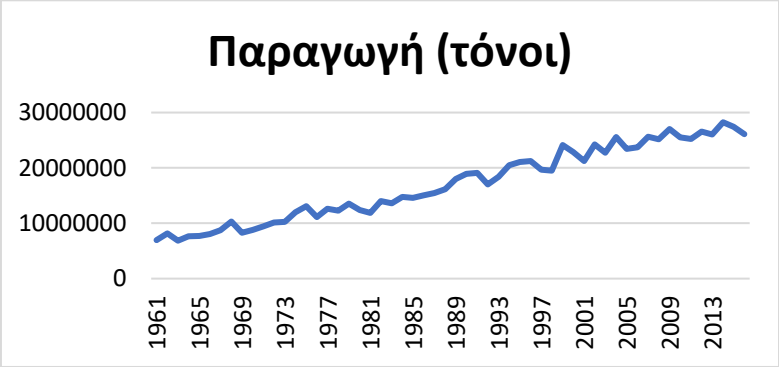


Διάγραμμα 1.8 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT)

Κι εδώ έχουμε μια ελαφρά κάμψη των καλλιεργούμενων εκτάσεων, όμως η σαφής αύξηση της αποδοτικότητας των καλλιεργειών έχει οδηγήσει σε αντίστοιχη μεγάλη αύξηση στην παραγωγή.



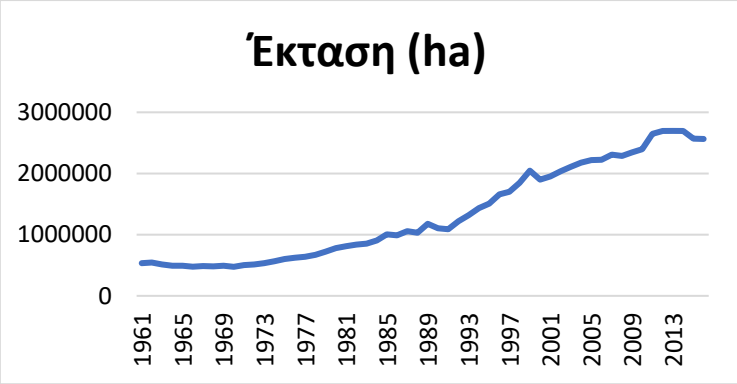
Διάγραμμα 1.9 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT)



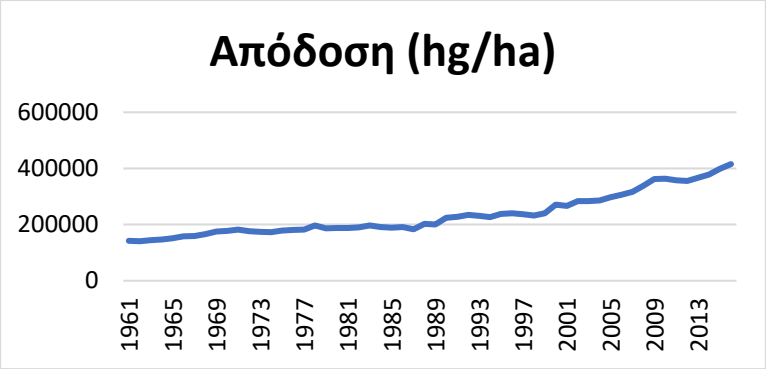
Διάγραμμα 1.10 Παραγωγή τομάτας στην Αμερική (Πηγή: FAOSTAT)

Σε ότι αφορά την Ασιατική ήπειρο, τα δεδομένα είναι τα πιο θετικά από όλες τις περιοχές του κόσμου, καθώς τόσο οι καλλιεργούμενες εκτάσεις, όσο και η απόδοση

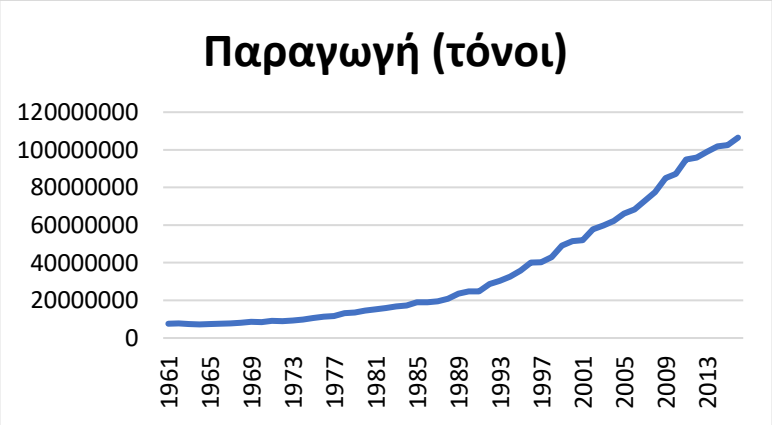
των καλλιεργειών αυτών έχουν σημαντικά αυξητική πορεία, ειδικά από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 (με μια ελαφρά κάμψη, βέβαια, στις εκτάσεις μετά το 2014, η οποία δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν είναι δομική και θα επιμείνει).



Διάγραμμα 1.13 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT)

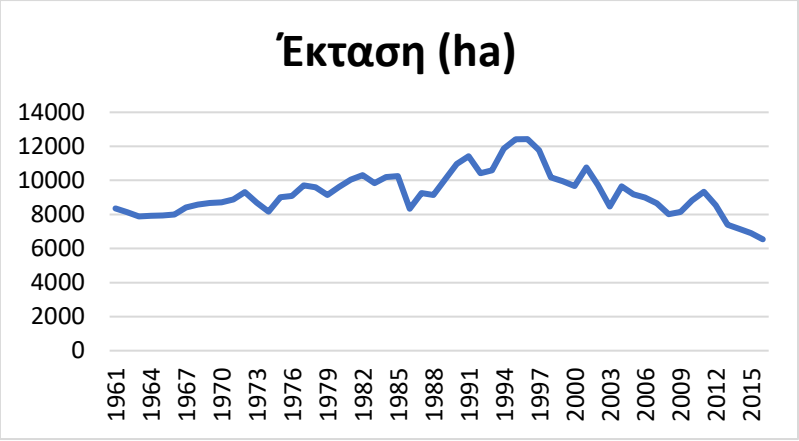


Διάγραμμα 1.11 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT)

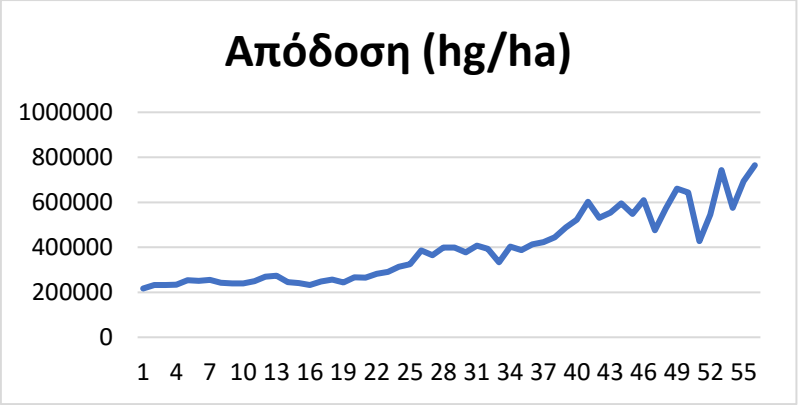


Διάγραμμα 1.12 Παραγωγή τομάτας στην Ασία (Πηγή: FAOSTAT)

Τέλος, στην Ωκεανία έχουμε και πάλι μια κατάσταση που ομοιάζει με την Αμερικανική και Ευρωπαϊκή ήπειρο, αν και εδώ η παραγωγή δείχνει μια σταθεροποιητική προς μειωτική τάση τις τελευταίες δύο δεκαετίες.



Διάγραμμα 1.13 Έκταση καλλιέργειας τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT)



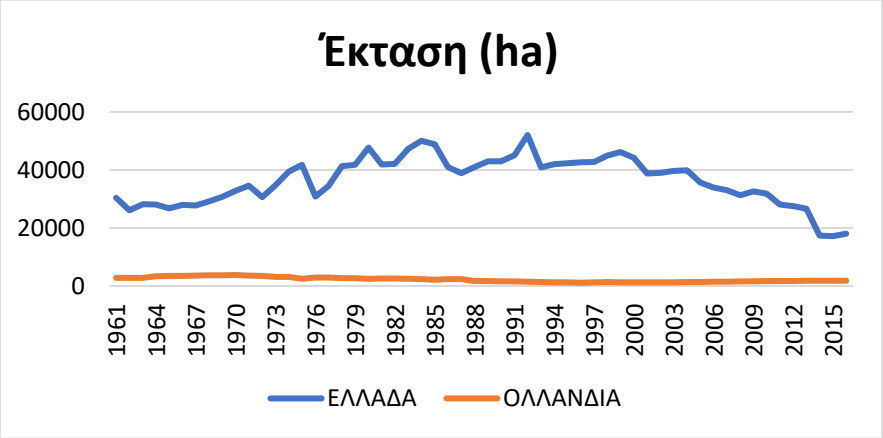
Διάγραμμα 1.14 Απόδοση καλλιέργειας τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT)

Διάγραμμα 1.15 Παραγωγή τομάτας στην Ωκεανία (Πηγή: FAOSTAT)

Κλείνοντας την παρουσίαση των στατιστικών δεδομένων για την καλλιέργεια της τομάτας, είναι σημαντική η αναφορά στα στοιχεία της Ελληνικής πραγματικότητας. Μάλιστα θα γίνει αντιπαράθεση με την αντίστοιχη κατάσταση στην Ολλανδία, μία από τις κορυφαίες χώρες αγροτικούς παραγωγούς στην Ευρώπη[5]. Η τομάτα στην Ελληνική γεωργία έχει πάρει, δυστυχώς (με βάση τη δυναμική που παρουσιάστηκε προηγουμένως), μια αρνητική πορεία. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις μειώνονται με ταχύτητα, ενώ η αποδοτικότητα δεν ακολουθεί την αυξητική πορεία άλλων σύγχρονων περιοχών του «δυτικού» κόσμου. Αποτέλεσμα είναι και η παραγωγή της τομάτας να έχει πέσει δραματικά, υποχρεώνοντας την Ελληνική οικονομία σε αθρόες εισαγωγές[6].

Αντιθέτως, στην Ολλανδία, με υποπολλαπλάσιες καλλιεργούμενες εκτάσεις και έχοντας καταφέρει να εκτινάξουν την απόδοση ανά στρέμμα, έχουν καταφέρει να έχουν την ίδια σχεδόν παραγωγή με την Ελλάδα, αλλά με σημαντικά χαμηλότερα κόστη.

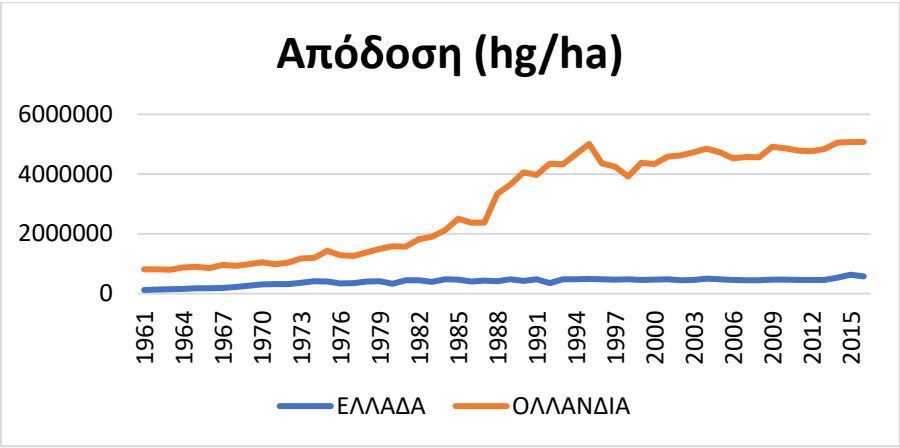
Αυτή η ειδοποιός διαφορά καθιστά απαραίτητη την έρευνα στην Ελλάδα πάνω στους τρόπους αύξησης της απόδοσης της καλλιέργειας τομάτας.



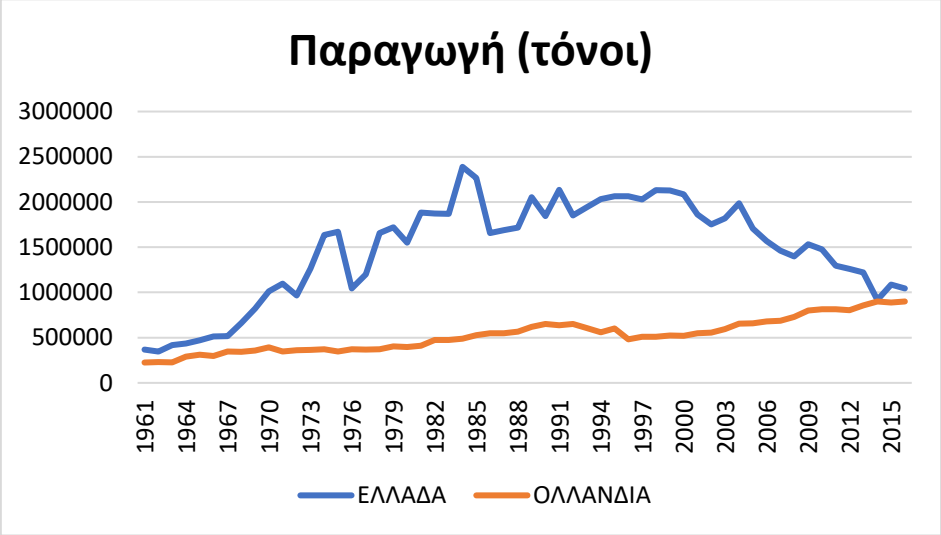
Διάγραμμα 1.19 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Έκταση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)

[5]Protagon: Η μικρή Ολλανδία με το μεγάλο (αγροτικό) θαύμα, στο https://www.protagon.gr/themata/i-mikri-ollandia-trofodotria-tis-anthrwpotitas-44341479471

[6] Καθημερινή: Το ελληνικό παράδοξο με την ντομάτα, στο http://www.kathimerini.gr/452794/article/epikairothta/ellada/to-ellhniko-parado3o-me-thn-ntomata



Διάγραμμα 1.20 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Απόδοση καλλιέργειας τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)



Διάγραμμα 1.21 Σύγκριση Ελλάδα - Ολλανδίας: Παραγωγή τομάτας (Πηγή: FAOSTAT)

2. Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΜΑΤΑ

2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Ως βιομηχανική τομάτα χαρακτηρίζεται κάθε καλλιέργεια της οποίας οι καρποί προορίζονται για χρήση σε βιομηχανική επεξεργασία και παραγωγή αντίστοιχων βιομηχανικών υποπροϊόντων. Η βιομηχανική εκμετάλλευση της τομάτας έχει τις ρίζες της στη δεκαετία του 1920 στις ανεπτυγμένες χώρες της Ευρώπης και τις ΗΠΑ, ενώ και στην Ελλάδα έχει ιδιαίτερη σημασία ως βιομηχανικός κλάδος.

Κατά Gould (1992) τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει μια ποικιλία τομάτας για να χρησιμοποιηθεί ως βιομηχανική είναι τα εξής:

- Ταυτόχρονη καρπόδεση των φυτών και ωρίμαση των καρπών.
- Δυνατότητα καρπόδεσης σε ευρύ φάσμα κλιματικών συνθηκών.
- Ανθεκτικότητα στις ασθένειες και τους εχθρούς της τομάτας.
- Υψηλή παραγωγικότητα και υψηλό ποσοστό καρπών ανώτερης κατηγορίας.
- Καταλληλότητα για μηχανική συγκομιδή και μαζική μεταφορά.
- Κατά την συγκομιδή πρέπει ο κάλυκας να παραμένει στο φυτό.
- Ομοιόμορφο μέγεθος καρπών και βάρος μεταξύ 50 και 90 g.
- Ολικά στερεά από 5,5 έως 8,5 %.
- Διαλυτά στερεά από 4,5 έως 7,5 %.
- Οξύτητα από 0,35 έως 0,55 %.
- Χαμηλό pH (μέγιστο 4,4)
- Περιεκτικότητα σε βιταμίνη C πάνω από 20 mg / 100 g.
- Εάν πρόκειται για τομάτες κονσερβοποίησης, εύκολη αποφλοίωση και καλή μηχανική αντοχή κατά την επεξεργασία.
- Εάν πρόκειται για τομάτες για χυμό, μεγάλη συνεκτικότητα μετά την επεξεργασία.
- Γενικά καρποί με έντονο κόκκινο χρώμα, σαρκώδεις και σφιχτούς ιστούς χωρίς λευκές ίνες στο κεντρικό μέρος, εύκολη αποφλοίωση και τη χαρακτηριστική γεύση της τομάτας αναλλοίωτη πριν και μετά την επεξεργασία.

2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Στην παρούσα υποενότητα θα παρατεθούν τα βασικά χαρακτηριστικά μια καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας, χωρισμένα σε τρεις επιμέρους κατηγορίες: περιοχή εγκατάστασης καλλιέργειας, ποικιλία τομάτας και εργασίες προετοιμασίας για καλλιέργεια. Θα πρέπει να επισημανθεί πως όλα τα παρακάτω χαρακτηριστικά αφορούν τις βέλτιστες επιλογές για μια βιολογική (περισσότερες λεπτομέρειες σε επόμενο κεφάλαιο) καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας.

Το χωράφι στο οποίο θα εγκατασταθεί η καλλιέργεια αποτελεί βασικό παράγοντα για τη δυνατότητα η καλλιέργεια αυτή να χαρακτηριστεί ως βιολογική. Για να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή επιλογή εξετάζονται τρεις βασικοί παράγοντες, το κλίμα, το έδαφος και το ιστορικό του αγρού (Δεδέ, 2015)

Ξεκινώντας με το κλίμα, βασικό χαρακτηριστικό του φυτού της τομάτας είναι η ανάγκη του για υψηλές θερμοκρασίας. Για αυτό καλλιεργείται κατά τη θερμότερη περίοδο του έτους στην ύπαιθρο, ενώ απαιτείται χρονική περίοδο διάρκειας τουλάχιστον 3 έως 4 μηνών από την έναρξη της σποράς μέχρι την δυνατότητα να ξεκινήσει η συγκομιδή (Τσαπικούνης, 1997). Η θερμοκρασία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για πολλά στάδια της ανάπτυξης της τομάτας, από το φύτρωμα των σπόρων και την ανάπτυξη των νέων φυτών, έως τη γονιμοποίηση των ανθών και, τελικά, την σωστή ωρίμαση των καρπών (Αγγίδης, 1996).

Ιδανικότερες θερμοκρασίες θεωρούνται για το φύτρωμα των σπόρων θερμοκρασίες εδάφους 18 έως 24°C (Αγγίδης, 1996), για την ανάπτυξη των φυτών θερμοκρασίες 18 έως 26°C την ημέρα και ~15°C τη νύχτα (Δημητράκης, 1998), με τη βλαστική ανάπτυξη να επιταχύνεται όταν υπάρχουν διαφορές θερμοκρασίας 4 έως 5°C ανάμεσα σε μέρα και νύχτα (Τσαπικούνης, 1997). Οι αντοχές της τομάτας, με κάποιες, φυσικά, επιπτώσεις στην ανάπτυξη του φυτού, σε θερμοκρασίες επεκτείνονται στις χαμηλές θερμοκρασίες έως 10°C και στις υψηλές θερμοκρασίες έως 38°C (Αγγίδης, 1996). Η καρπόδεση της τομάτας επιτυγχάνεται καλύτερα σε 16 έως 22°C, αλλά σίγουρα όχι σε θερμοκρασίες άνω των 32°C και κάτω των 12°C, οπότε και παρατηρείται ανθόρροια (Τσαπικούνης, 1997). Τέλος, οι βέλτιστες θερμοκρασίες για να προκύψουν κατά την ωρίμαση καρποί με έντονο και υγιές

κόκκινο χρώμα είναι 18°C κατά τη νύχτα και 27°C κατά την ημέρα, με διαφοροποίηση στις θερμοκρασίες να επιφέρει επιβράδυνση της ωρίμασης (Αγγίδης, 1996).

Σε ότι αφορά την υγρασία, το ευνοϊκότερο εύρος υγρασίας είναι 50 έως 70% (Δημητράκης, 1998), καθώς με υψηλότερη υγρασία, σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες ευνοείται η εμφάνιση ασθενειών του φυλλώματος, ενώ με μικρότερη υγρασία, όπως και ένταση του φωτός, παρατηρείται ανθόρροια (Τσαπικούνης, 1997).

Περνώντας από τις κλιματολογικές συνθήκες στο έδαφος και τη σύστασή του, αυτό θα πρέπει να βαθύ, να αερίζεται καλά και να έχει καλή διαπερατότητα. Επίσης πρέπει να είναι πλούσιο σε μικροοργανισμούς και οργανικές ουσίες. Η καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και των απαραίτητων εδαφικών μικροοργανισμών αποκλείει το συμπαγές έδαφος. Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι απαραίτητοι σε μια βιολογική καλλιέργεια, αφού σε αυτούς βασίζεται η διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, καθώς ευθύνονται για τις βιολογικές διεργασίας διάσπασης της οργανικής ύλης και κατ' επέκταση την παραγωγή ανόργανων στοιχείων. Σε γενικές γραμμές, η τομάτα δεν θεωρείται ότι έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις αναφορικά με το έδαφος, αλλά εκτός από τα προηγούμενα χαρακτηριστικά, ιδανικότερα προτιμώνται αρδευόμενα εδάφη με καλή αποστράγγιση (Δημητράκης, 1998). Εάν ενδιαφέρει η πρωιμότητα στην καλλιέργεια, τότε πρέπει να προτιμηθούν τα ελαφρά και αμμοαργιλώδη εδάφη, εάν προτεραιότητα είναι οι υψηλές αποδόσεις, τότε πρέπει να προτιμώνται τα αργιλοαμμώδη εδάφη, ενώ γενικά αποφεύγονται τα βαριά αργιλώδη εδάφη (Αγγίδης, 1996).

Σε ότι αφορά το δείκτη pH του εδάφους, τις καλύτερες αποδόσεις έχουν ουδέτερα ή ελαφρώς όξινα εδάφη, με pH από 5,8 έως 7,0. Επειδή το pH επιδρά στις ικανότητες του φυτού να προσλαμβάνει τα διάφορα θρεπτικά συστατικά, μικρότερο pH οδηγεί σε τροφοπενίες ασβεστίου, μαγνησίου και καλίου, ενώ υψηλότερο pH οδηγεί σε έλλειψη σιδήρου και μαγγανίου (Αγγίδης, 1996).

Τέλος, το έδαφος που προορίζεται για καλλιέργεια θα πρέπει να είναι σχετικά επίπεδο, ενώ το μέγεθος και το σχήμα του θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να δύναται η χρήση των διαφόρων γεωργικών μηχανημάτων. Προτιμάται να μην υπάρχουν πέτρες ή μεγάλα συσσωματώματα χώματος (Gould, 1992).

Αναφορικά με το ιστορικό του χωραφιού, θα πρέπει να αποφεύγονται αγροί στους οποίους (Gould, 1992):

- Έχει καλλιεργηθεί τομάτα τα τρία τελευταία χρόνια.
- Έχουν πρόσφατα καλλιεργηθεί φυτά της οικογένειας των Σολανωδών, όπως πιπεριές, πατάτες και μελιτζάνες.
- Έχουν εκδηλωθεί ασθένειες όπως το βακτηριακό έλκος, η αλτερναρίωση, ο κηλιδωτός μαρασμός και ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς
- Βρίσκονται παρακείμενες καλλιέργειες κολοκυνθοειδών λαχανικών και καλλωπιστικών φυτών.
- Φύονται πολλά ζιζάνια, ιδιαίτερα πολυετή.

Ήδη έχει γίνει εκτενής αναφορά στα χαρακτηριστικά των ποικιλιών που μπορούν να επιλεχθούν για την καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας. Επιπροσθέτως, όμως, υπάρχουν ορισμένοι ακόμα κανόνες για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως βιολογική μια καλλιέργεια τομάτας.

Πρωτίστως, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ως άνω κλιματολογικοί και εδαφολογικοί παράγοντες κατά την επιλογή της ποικιλίας, ενώ θα πρέπει να προτιμώνται ποικιλίες ανθεκτικές σε ασθένειες και εχθρούς, ειδικότερα που απαντώνται συχνότερα στην περιοχή εγκατάστασης της καλλιέργειας. Επειδή η βιολογική γεωργία βασίζεται στην αποκλειστική χρήση τόσο σπόρων, όσο και πολλαπλασιαστικού υλικού παραγμένα με μεθόδους βιολογικής μεθόδου, και επειδή στην Ελλάδα συνηθίζεται η καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας να εγκαθίσταται μέσω φύτευσης σποροφύτων, θα πρέπει τα σπορόφυτα να έχουν παραχθεί υπό συνθήκες βιολογικής γεωργίας. Επιπροσθέτως, πρέπει να επιλεγούν υγιή και εύρωστα σπορόφυτα με ελαστικό βλαστό και σκούρο πράσινο φύλλωμα.

Πρωταρχική εργασία προετοιμασίας του χώρου εγκατάστασης της καλλιέργειας είναι το όργωμα. Αυτό καλό είναι να λαμβάνει χώρα κατά τους φθινοπωρινούς μήνες και μάλιστα σχετικά βαθύ (ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους), καθώς έτσι δημιουργούνται καλύτερες συνθήκες υγρασίας και αερισμού του εδάφους και προωθείται η ανάπτυξη μικροοργανισμών, ώστε εν τέλει να προχωρήσει η αποσύνθεση οργανικής ύλης στο έδαφος. Το χωράφι αφήνεται είτε ανοιχτό, είτε σπέρνεται με κάποια εδαφοκαλυπτική καλλιέργεια μέχρι το τέλος του χειμώνα. Σε

περίπτωση μη κάλυψης ή κάλυψης με μη ψυχανθές φυτό, τότε είναι προτιμότερο να απλωθεί μια μέτρια ποσότητα αζωτούχου λιπάσματος στο χωράφι (Gould, 1992). Όταν έρθει η άνοιξη τότε α) εάν δεν έχει σπαρθεί το χωράφι με φυτό εδαφοκάλυψης, τότε πραγματοποιούνται ένα ή δύο περάσματα με φρέζα προς ψιλοχωματισμό του εδάφους και πραγματοποιείται η βασική λίπναση, ενώ β) εάν έχει καλλιεργηθεί φυτό εδαφοκάλυψης, τότε τα φυτά κόβονται και ενσωματώνονται στο έδαφος προς αποσύνθεσή. Γενικά εφαρμόζεται συχνά η χρήση κοπριάς η οποία αν είναι καλά χωνεμένη και ψιλοχωματισμένη μπορεί να ενσωματωθεί σε ποσότητες 1,5 έως 2 τόνων ανά στρέμμα (2,5 έως 3 σε φτωχά εδάφη. Η ποσότητα της κοπριάς πρέπει να επιλέγεται με προσοχή, καθώς υπερβολική ποσότητα οδηγεί σε μεγάλη ανάπτυξη φυτομάζας αντί για καρπούς, ενώ εάν η εφαρμογή γίνει και σχετικά αργά (άνοιξη) οι μικροοργανισμοί που δρουν για τη διάσπασή της θα δρουν ανταγωνιστικά ως προς την τομάτα σε ότι αφορά το άζωτο. (Gould, 1992)

Σημαντικό στοιχείο της καλλιέργειας της βιομηχανικής τομάτας είναι η αμειψισπορά, καθώς πρέπει να αποφεύγεται να επανέρχεται στο ίδιο αγροτεμάχιο σε λιγότερο από τρία χρόνια ή να καλλιεργείται παραπάνω από δύο φορές μέσα σε μια πενταετία, ώστε να αποτρέπεται η εγκατάσταση φυτοπαθογόνων. Για την αμειψισπορά θεωρούνται ως κατάλληλα φυτά το καλαμπόκι, η μηδική, το ετήσιο τριφύλλι, τα χειμερινά σιτηρά και τα ζαχαρότευτλα.

Μετά την προετοιμασία του χωραφιού, ακολουθεί η φύτευση ή σπορά, η οποία πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασίες εδάφους πάνω από 10°C, καθώς πάνω από τη συγκεκριμένη θερμοκρασία ενεργοποιείται το ριζικό σύστημα των φυτών. Επειδή τα τελευταία χρόνια έχει επικρατήσει η μεταφύτευση σπορόφυτων για την εγκατάσταση καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας πρέπει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά στη συγκεκριμένη μέθοδο. Τα προς μεταφύτευση φυτά πρέπει να έχουν αναπτυχθεί έως το 4^{ο} ή 5ο πραγματικό φύλλο, ενώ τις ημέρες πριν την μεταφύτευση πρέπει να αφήνονται στην ύπαιθρο απότιστα, ώστε να υποστούν μια «σκληραγώγηση», για να αντέξουν τη διαδικασία μεταφύτευσης, η οποία γίνεται χειρωνακτικά η με φυτευτική μηχανή (Αγγίδης, 1996). Σε ότι αφορά το χρόνο φύτευσης, στην Ελλάδα επικρατέστερη περίοδος φύτευσης είναι τα μέσα Απριλίου. Πραγματοποιείται σε μονές γραμμές με απόσταση μεταξύ τους 0,80 έως 1,40 m και 0,20 έως 0,50 m μεταξύ των φυτών ή σε διπλές γραμμές με απόστασή μεταξύ των γραμμών 0,30 έως

0,40 m, 0,25 m μεταξύ των φυτών και 1,55 m ανάμεσα στις διπλές γραμμές. Η βλαστική ανάπτυξη της ποικιλίας και η γονιμότητα του εδάφους καθορίζουν τις αποστάσεις, ενώ είναι σύνηθες σε ορισμένες ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας να επιδιώκεται πυκνή φύτευση, ώστε να επιτυγχάνονται υψηλότερες αποδόσεις (Αγγίδης, 1996).

Εάν επιλεχθεί τελικά απ' ευθείας σπορά στο χωράφι, τότε αυτή πρέπει να πραγματοποιηθεί αφού το χωράφι οργωθεί, ψιλοχωματιστεί και δεχθεί τη βασική λίπανση και ελαφρύ κυλίνδρισμα. Μπορεί να γίνει σπορά χειρωνακτικά ή με σπαρτικές μηχανές και γίνεται χρήση των ίδιων αποστάσεων με τη φύτευση, ενώ οι σπόροι τοποθετούνται ανά 4 έως 6 σε 1,5 έως 2,5 cm. Η σπορά πρέπει να γίνεται νωρίτερα από την φύτευση, περί τα μέσα Μαρτίου. Μόλις εμφανιστούν τα πρώτα φυτά και αποκτήσουν ύψος 3 έως 5 cm πραγματοποιείται το πρώτο αραίωμα, οπότε και αφήνονται 2-3 γερά φυτά σε κάθε θέση. Το δεύτερο αραίωμα γίνεται σε ύψος 10 cm, οπότε και πλέον αφήνεται μόνο ένα φυτό σε κάθε θέση (Αγγίδης, 1996). Γενικά καλό είναι τα φυτά της τομάτας να φυτεύονται επάνω σε «σαμάρια» εδάφους, ώστε να αποφεύγεται η επαφή βλαστών και φυλλώματος με το νερό ποτίσματος και να αποτρέπεται έτσι η μετάδοση ασθενειών που ευνοούνται από την υγρασία. Τέλος, τα φυτάκαλό είναι να καλύπτονται σχετικά ψηλά με χώμα, ώστε να δημιουργούνται πλάγιες ρίζες που προσφέρουν καλύτερη στήριξη και πρόσληψη θρεπτικών ουσιών (Αγγίδης, 1996).

Σε ότι αφορά την άρδευση, αυτή πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή. Προτιμάται η άρδευση με σταγόνες και γενικότερα βαθύ πότισμα σε αραιά διαστήματα. Η υγρασία ευνοεί σειρά ασθενειών, για αυτό και πρέπει να αποφεύγεται η εμφάνιση υγρασίας στο φύλλωμα της τομάτας. Μέσω του προγραμματισμού της άρδευσης ελέγχεται η βλαστική ανάπτυξη και η σωστή και ομοιόμορφη ανάπτυξη και ωρίμαση των καρπών. Γενικά η ομοιόμορφη ωρίμαση των καρπών είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της καλλιέργειας της βιομηχανικής τομάτας, καθώς η συγκομιδή των καρπών γίνεται μηχανικά και άπαξ (Ολύμπιος, 1994).

Για την λίπανση της τομάτας ακολουθεί συγκεκριμένη υποενότητα στο κεφάλαιο για τη λίπανση. Περνώντας στο τελικό στάδιο της καλλιέργειας της βιομηχανικής τομάτας, δηλαδή την συγκομιδή, τη διαλογή και τη μεταφορά, έχει ήδη αναφερθεί πως η συγκομιδή γίνεται συνήθως με μηχανικά μέσα, αυτόματα. Στην Ελλάδα η

συγκομιδή πραγματοποιείται συνήθως στις 20 έως 25 Ιουλίου όταν πρόκειται για πρώιμη ποικιλία, ενώ Αύγουστο και Σεπτέμβριο πραγματοποιείται η συγκομιδή του κυρίου όγκου παραγωγής, προερχόμενης από μεσοπρώιμες ποικιλίες. Οι όψιμες ποικιλίες, ανάλογα και με τις κλιματολογικές συνθήκες, μπορούν να συνεχίσουν και μέχρι τα μέσα Οκτωβρίου (Αγγίδης, 1996). Η διαλογή γίνεται κατά τη συγκομιδή, οπότε και απομακρύνονται ελαττωματικοί καρποί (με προσβολές από ασθένειες, με μούχλα κλπ.). Αυτό επιτυγχάνεται με ειδικούς ανιχνευτές χρώματος στις αυτόματες μηχανές, όμως με τη μηχανική συγκομιδή και διαλογή δεν επιτυγχάνεται η απομάκρυνση χώματος και άλλων επικαθίσεων που επιμολύνουν το προϊόν, όπως γίνεται με τη χειρωνακτική συγκομιδή. Μόλις ολοκληρωθεί η συγκομιδή και η διαλογή, οι καρποί μεταφέρονται μαζικά στις αντίστοιχες βιομηχανίες (Gould, 1992)

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Εδώ και μια σημαντική χρονική περίοδο, η βιολογική γεωργία έχει αποτελέσει έναν άκρως αναπτυξιακό κλάδο της γεωργίας. Ο ορισμός και η εξήγηση περί του τι ακριβώς είναι η βιολογική γεωργία έχουν πολλαπλές ερμηνείες και μορφές, όλες όμως οι απόψεις συγκλίνουν στο ότι ως βιολογική γεωργία ορίζεται το σύστημα εκείνο της γεωργίας το οποίο βασίζεται σε μια ολική διαχείριση του εκάστοτε οικοσυστήματος και δεν εξαρτάται από τις εξωτερικές γεωργικές εισροές. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα σύστημα που βασίζεται στη διερεύνηση των πιθανών περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων από την απαλλαγή της γεωργίας από τη χρήση μη φυσικών (συνθετικών) εισροών, συμπεριλαμβανομένων λιπασμάτων, φυτοφαρμάκαων και κτηνιατρικών φαρμάκων, γενετικά τροποποιημένων σπόρων και συντηρητικών και προσθέτων. Κατά τη βιολογική γεωργία εξετάζεται η αντικατάσταση όλων των παραπάνω με πρακτικές και μεθόδους μακροπρόθεσμης διαχείρισης της εκάστοτε τοποθεσίας καλλιέργειας, με στόχο τη διατήρηση και, μακροπρόθεσμα, αύξηση της γονιμότητας του εδάφους, καθώς και τη φυσική πρόληψη των παρασίτων και των ασθενειών.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, σημαντική διακρατική οντότητα για την ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας αποτελεί η επιτροπή του Codex Alimentarius, που υπάγεται στον FAO και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και σύμφωνα με την οποία:

«Η βιολογική γεωργία πρόκειται για ένα ολιστικό σύστημα διαχείρισης της παραγωγής, το οποίο προωθεί και ενισχύει την υγεία των αγροοικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένης της βιοποικιλότητας, των βιολογικών κύκλων και της βιολογικής δραστηριότητας του εδάφους, ενώ προκρίνει τη χρήση πρακτικών διαχείρισης, κατά προτίμηση με τη χρήση εξωγεωργικών εισροών, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι περιφερειακές συνθήκες απαιτούν τοπικά προσαρμοσμένα συστήματα, κάτι που επιτυγχάνεται με τη χρήση, όπου είναι δυνατόν, γεωπονικών, βιολογικών, και μηχανικών μεθόδων, σε αντιδιαστολή με τη χρήση συνθετικών υλικών, για την εκπλήρωση οποιασδήποτε συγκεκριμένης λειτουργίας εντός του συστήματος». (Επιτροπή Codex Alimentarius)

Κατά τον FAO, οι βασικές κινητήριες δυνάμεις που συνδράμουν στην ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας είναι οι εξής τρεις:

Αγορά και Καταναλωτές: Τελικός στόχος της βιολογικής γεωργίας είναι η παροχή ποιοτικών προϊόντων στους καταναλωτές, τηρώντας παράλληλα τις βασικές αρχές του ορισμού της. Οπότε, πρέπει να είναι σαφώς προσανατολισμένη προς τους καταναλωτές και την αγορά και τα προϊόντα της να προσδιορίζονται πλήρως μέσω της αντίστοιχης πιστοποίησης και της κατάλληλης σήμανσής, ώστε οι καταναλωτές να λαμβάνουν μια συνειδητή απόφαση σχετικά με την προέλευση (παραγωγή, επεξεργασία, διαχείριση) των τροφίμων τους. Η συνειδητή αυτή επιλογή είναι που καθιστά τον καταναλωτή ισχυρό παράγοντα επιρροής πάνω στην εξέλιξη της βιολογικής παραγωγής.

Κεντρικές και Κρατικές Υπηρεσίες: Οι στόχοι της βιολογικής γεωργίας πρέπει να αποτελέσουν προτεραιότητα των κεντρικών, κρατικών, αλλά και διακρατικών οργανισμών, όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, της οποίας πολλά κράτη μέλη στο πλαίσιο της προώθησης της βιολογικής γεωργίας και εν τέλει την παραγωγή περιβαλλοντικών αγαθών και υπηρεσιών παραχωρούν επιδοτήσεις και προωθούν έργα και κανονισμούς. Η προτεραιοποίηση της βιολογικής γεωργίας στον κρατικό και διακρατικό σχεδιασμό αποτελεί σημαντικό βήμα στην προώθησή της.

Αγροτικές εκμεταλλεύσεις: Η βιολογική γεωργία αφορά σε πρώτο επίπεδο, όπως είναι φυσικό, τους γεωργούς, για αυτό και είναι βασική κινητήριος δύναμη πίσω από την ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας οι ίδιοι οι επαγγελματίες και επιχειρηματίες

αγρότες. Αγρότες ανά την υφήλιο θεωρούν πλέον τη βιολογική γεωργία ως βασικό παράγοντα στην εξέλιξη του επαγγέλματός τους και την εξασφάλιση πολλαπλών ωφελειών, όπως η μείωση των εξόδων εισροών, η ασφάλεια των τροφίμων, τόσο για τους πελάτες τους, όσο και για τους ίδιους και τις οικογένειές τους, και, εν γένει, η καλύτερη αποτελεσματικότητα της γεωργικής εκμετάλλευσής τους. Οι αγρότες είναι αυτοί οι οποίοι πρέπει πρώτοι να πιστέψουν στην βιολογική γεωργία, έτσι ώστε αυτή να αποκτήσει δυναμική και να αναπτυχθεί και εξελιχθεί.

3.2. ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ομοσπονδία των Κινημάτων της Βιολογικής Γεωργίας (IFOAM), οι βασικοί στόχοι και οι αρχές της βιολογικής γεωργίας είναι οι παρακάτω:

- *«Παραγωγή τροφίμων υψηλής θρεπτικής αξίας σε επαρκή ποσότητα.*
- *Αλληλοεπίδραση της γεωργίας με εποικοδομητικό και ζωτικό τρόπο με όλα τα συστήματα του φυσικού κύκλου.*
- *Στήριξη και αύξηση των βιολογικών κύκλων όλων των μερών ενός γεωργικού συστήματος, όπως οι μικροοργανισμοί, η εδαφική χλωρίδα και πανίδα, τα φυτά και των ζώα.*
- *Διατήρηση και αύξηση μακροπρόθεσμα της γονιμότητας του εδάφους.*
- *Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στο μέγιστο δυνατό επίπεδο και όσο πιο αποκεντρωμένα γίνεται, στις αγροτικές εκμεταλλεύσεις.*
- *Χρήση κατά τις εργασίες υλικών και ουσιών που μπορούν είτε να ανακυκλωθούν, είτε να επαναχρησιμοποιηθούν στην εκμετάλλευση.*
- *Ανατροφή των ζώντων ζώων με τρόπο και συνθήκες διαβίωσης που θα επιτρέπουν την φυσική ανάπτυξη και συμπεριφορά του ζώου.*
- *Περιορισμός όλων των μορφών ρύπανσης, οι οποίες εκπορεύονται από τη γεωργική δραστηριότητα.*
- *Διατήρηση της γενετικής ποικιλομορφίας των γεωργικών οικοσυστημάτων και προστασία των φυτών και των ζώων του συνολικού συστήματος (οικόσιτα και άγρια).*
- *Βιώσιμη οικονομική δραστηριότητα, ώστε οι παραγωγοί να απολαμβάνουν διαβίωση σύμφωνη με τις αρχές των Ηνωμένων Εθνών για τα ανθρώπινα*

δικαιώματα, καλύπτοντας τις βασικές ανάγκες και παρέχοντας επαρκές εισόδημα και ασφαλές εργασιακό περιβάλλον στους παραγωγούς αυτούς

- *Αξιολόγηση του ευρύτερου κοινωνικού και οικολογικού αντίκτυπου των αγροοικοσυστημάτων.»*(IFOAM)

Είναι σημαντικό για όποιον ασχολείται με τη βιολογική γεωργία πως τα προϊόντα, και ειδικά τα βιομηχανικά, των καλλιεργειών αυτών οφείλουν *«να τυγχάνουν έγκυρης πιστοποιητικής υποστήριξης τόσο στην παραγωγή τους όσο και στη μεταποίηση τους όπου πρέπει να συνταχθούν πρότυπα βιολογικής διαχείρισης και συστημάτων περιβαλλοντικής πιστοποίησης»*. (Μπιλάλης, 2013)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, στο ευρύτερο πλαίσιο της στόχευσής της για την προστασία του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη, έχει εκδώσει τον κανονισμό Κανονισμό (ΕΚ) 834/2007, ο οποίος καταδεικνύει τις αρχές της βιολογικής γεωργίας, αλλά και τους βασικούς κανόνες της. Οι βασικές αρχές είναι οι παρακάτω:

- Επιδιώκεται η συντήρηση, αλλά και βελτίωση της οργανικής ύλης του εδάφους, ειδικά χαρακτηριστικών όπως η φυσική γονιμότητα και η βιοποικιλότητα, ενώ πρέπει να αποφευχθούν φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους.
- Στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί η χρήση μη ανανεώσιμων πόρων.
- Τα ζωικά και φυτικά υπολειμματικά παράγωγα της παραγωγικής διαδικασίας πρέπει να ανακυκλώνονται μέσα από την επανεισδοχή τους στην παραγωγή.
- Κάθε απόφαση που αφορά τις καλλιεργητικές μεθόδους και διαδικασίες πρέπει να λαμβάνεται με βάση τις επιπτώσεις της στην τοπική οικολογική ισορροπία.
- Τα φυτά πρέπει να προστατεύονται από ασθένειες και εχθρούς μέσω της πρόληψης, με μέτρα όπως α) αμειψισπορά, β) μηχανικές μέθοδοι, γ) επιλογή ανθεκτικών ειδών φυτών κλπ..

4. ΛΙΠΑΝΣΗ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙΛΙΠΑΝΣΗΣ

Η γεωργία υπήρξε μια βασική παράμετρος της ανάπτυξης του ανθρώπινου πολιτισμού, καθώς η αναζήτηση εύφορων εδαφών οδήγησε και στην εγκατάσταση σε περιοχές γύρω από αυτά και, εν τέλει, στην ανάπτυξη των ανθρωπίνων κοινοτήτων και πρώτων οικισμών. Όμως, τα καλλιεργούμενα αυτά εδάφη, μετά από συνεχείς περιόδους καλλιέργειας, είχανε μειούμενη αποδοτικότητα. Ήδη από την αρχαιότητα είχε ανακαλυφθεί ως λύση σε αυτό το πρόβλημα η χρήση κοπριάς ως μέσο λίπανσης. Στην Αρχαία Ελλάδα, ο Θεόφραστος (372-287 π.Χ.) πρότεινε τη χρήση της κοπριάς, ενώ ο Αριστοτέλης (350 π.Χ.) είχε αναπτύξει τη θεωρία πως τα οργανικά υλικά του εδάφους αποτελούν και τροφή για τα φυτά, για αυτό και η κοπριά συνεπικουρούσε στην αποδοτικότητα των καλλιεργειών. Αυτή η πεποίθηση παρέμεινε ως κύρια θεωρία της λίπανσης για πολλούς αιώνες, μέχρι ο Liebig (1840) να καθιερώσει τη σύγχρονη άποψη πως τα φυτά θρέφονται με ανόργανα στοιχεία. Συγκεκριμένα, αναγνώρισε δέκα (10) ανόργανα στοιχεία, τα C, O, H, N, P, K, S, Ca, Mg και Fe, εκ των οποίων ο άνθρακας, το οξυγόνο και το υδρογόνο προέρχονται από τον αέρα και το νερό, αλλά όλα τα άλλα προέρχονται από το έδαφος και άλατα που βρίσκονται σε αυτό. Επίσης, αναγνώρισε τις διαφορετικές ανάγκες των διαφόρων ειδών φυτών, οι οποίες μπορούν να καλυφθούν με την προσθήκη κατάλληλων υλικών. (Μακρίδης, 2017)

4.2. ΛΙΠΑΝΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η λίπανση της τομάτας είναι ένα σημαντικό μέρος της παραγωγής της, καθώς πρόκειται για καλλιέργεια μεγάλης παραγωγικότητας, άρα έχει και ανάγκη από μεγάλες ποσότητες θρεπτικών συστατικών. Οι απαιτήσεις κάθε ποικιλίας διαφέρουν και εξαρτώνται, επίσης, από τη γονιμότητα του χωραφιού, για αυτό και πρέπει να προηγείται ανάλυση του εδάφους και φυλλοδιαγνωστική ανάλυση. Γενικά η βιομηχανική τομάτα χρειάζεται ισοδύναμες ποσότητες των τριών βασικών στοιχείων (άζωτο, φώσφορο και κάλιο) και συνιστάται χορήγηση 20-24 μονάδων αζώτου, φωσφόρου και καλίου, καθώς και 4 μονάδων μαγνησίου (Τσαπικούνης, 1997). Ακολουθεί επεξήγηση των βασικότερων συστατικών της λίπανσης:

- Άζωτο: Αποτελεί τον βασικό παράγοντα αύξησης της βλάστηση και απόδοσης του φυτού. Μεταξύ άλλων, το ύψος και η επιφάνεια των φύλλων και ο αριθμός των ανθών επηρεάζονται από το άζωτο, ενώ σε συνδυασμό με το κάλιο καθορίζουν την ισορροπία της γεύσης των καρπών. Η σωστή διαχείριση του αζώτου είναι σημαντική για τη βιομηχανική τομάτα, καθώς επηρεάζει την επιδιωκόμενη ταυτόχρονη ωρίμαση των καρπών.
- Φώσφορο: Κύρια σημεία της ανάπτυξης του φυτού που επηρεάζονται από την ποσότητα φωσφόρου είναι η αύξηση του ριζικού συστήματος και το γέμισμα των καρπών. Πρέπει η λίπανση με φώσφορο να γίνεται εν γνώσει της ποσότητάς του στο έδαφος, καθώς αυξημένος φώσφορος οδηγεί σε ανομοιόμορφο χρωματισμό και υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών (Τσαπικούνης, 1997).
- Κάλιο: Το κάλλιο επηρεάζει θετικά σχεδόν όλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ανάπτυξης και της απόδοσης των φυτών της τομάτας, η οποία είναι καλιόφιλο φυτό. Ένας τόνος τομάτας (καρπός) μπορεί να περιέχει έως και 2.9 κιλά καλίου, άρα μια υποθετική καλλιέργεια απόδοσης 5 τόνων ανά στρέμμα αποσπά πάνω από 11 κιλά κάλιο ανά στρέμμα από το έδαφος. Ακόμα και λαμβάνοντας υπόψη το υπάρχον κάλιο το έδαφος, απαιτείται ικανοποιητική λίπανση με κάλιο (Τσαπικούνης, 1997).
- Λοιπά ιχνοστοιχεία: Μεταξύ των λοιπών ιχνοστοιχείων που επηρεάζουν ην ανάπτυξη της τομάτας είναι το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το θείο, το βόριο, το μαγγάνιο, ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος (Gould, 1992).

4.3. Οργανική λίπανση

Βασικό χαρακτηριστικό της βιολογικής γεωργίας είναι η χρήση εισροών στην καλλιεργητική διαδικασία οι οποίες συνεισφέρουν σε μια ανανεωτική κυκλικότητα στο οικοσύστημα και δεν διαταράσσουν τις ισορροπίες σε αυτό. Η χρήση χημικών λιπασμάτων παραβιάζει αυτήν την αρχή, καθώς ο πρόσκαιρος εμπλουτισμός με τα απαραίτητα ιχνοστοιχεία μέσω μη φυσικών λιπασμάτων δεν συνεισφέρει στην αειφορία του τοπικού οικοσυστήματος και εισάγει ουσίες ξένες προς αυτό ή σε μη ισορροπημένες ποσοστώσεις.

Για αυτό και η επιστροφή στη χρήση οργανικών υλών για την λίπανση, τουλάχιστον στο πλαίσιο της βιολογικής γεωργίας, έχει επανέλθει στο προσκήνιο, με τις απαραίτητες για τις σημερινές ανάγκες επιστημονικές και τεχνικές βελτιώσεις (έναντι της προαναφερθείσας απλά εμπειρικής χρήσης κοπριάς). Η λίπανση με οργανικές ύλες προσφέρει μια σειρά πλεονεκτημάτων, όπως (Δέδε, 2015):

- Εμπλουτισμός του εδάφους, τόσο με θρεπτικά στοιχεία, όσο και με οργανικές ουσίες.
- Τα θρεπτικά στοιχεία εμπεριέχονται σε οργανικές ενώσεις, άρα αποδεσμεύονται πιο αργά, προφυλάσσοντας εν πολλοίς από την έκπλυση ή εξάτμιση τους στο ευρύτερο περιβάλλον.
- Βελτίωση των όρων ανάπτυξης ζωικών οργανισμών (όπως έντομα και γεωσκώληκες) και μικροοργανισμών στο έδαφος, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την αειφορία του οικοσυστήματος.
- Η δομή του εδάφους διατηρείται ή βελτιώνεται ως προς τα χαρακτηριστικά που ευνοούν την φυτική ανάπτυξη, δηλαδή την δυνατότητα πρόσληψης νερού από το φυτό, τον αερισμό των ριζών και την θερμοκρασία του εδάφους.

Τα ως άνω, άλλωστε, είναι και στη βάση του αντίστοιχου Ευρωπαϊκού Κανονισμού (Κανονισμός (ΕΚ) 834/2007), καθώς στις αρχές της βιολογικής γεωργίας συμπεριλαμβάνονται τόσο η προστασία (διατήρηση και ανάπτυξη) του εδαφικού ζωικού υλικού, όσο και η προστασία της δομής του ίδιου του εδάφους και των επιμέρους χαρακτηριστικών του, με σκοπό, εν τέλει, την προστασία της φυσικής γονιμότητας του εδάφους.

Για την επίτευξη των ως άνω στόχων, σε μια βιολογική καλλιέργεια χρησιμοποιούνται ουσιαστικά δύο γενικές κατηγορίες υλικών οργανικής λίπανσης, τα οργανικά λιπάσματα καθαυτά και τα φυτά χλωρής λίπανσης, για τα οποία παρατίθενται παρακάτω σχετικές πληροφορίες:

Στην κατηγορία των οργανικών λιπασμάτων ανήκουν τα φυσικά οργανικά υλικά, τα οποία περιλαμβάνουν εκείνα τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών θρεπτικά στοιχεία με τη μορφή οργανικών ενώσεων, ενώ, παράλληλα, είναι ελεύθερα τοξικών ουσιών και παθογόνων μικροοργανισμών (Σιδηράς, 1997). Βασικότερες οικογένειες οργανικών λιπασμάτων αποτελούν οι κοπριές ζώων και τα διάφορα είδη χωνευμένων

φυτικών υπολειμμάτων (κομπόστ). Τα είδη των εδαφοβελτιωτικών υλών και λιπασμάτων τα οποία επιτρέπονται στη βιολογική γεωργία με βάση τους αντίστοιχους κανονισμούς της Ε.Ε. ((ΕΟΚ) αριθ. 2092/91, (ΕΚ) αριθ. 2003/2003 και (ΕΚ) αριθ. 834/2007) περιλαμβάνουν τα παρακάτω:

«Σύνθετα προϊόντα ή προϊόντα που περιέχουν αποκλειστικά κοπριά αγροτικών ζώων. Αποξηραμένη κοπριά αγροτικών ζώων και πουλερικών. Κομποστοποιημένη κοπριά αγροτικών ζώων και πουλερικών. Υγρά απεκκρίματα ζώων. Ζωικά υποπροϊόντα όπως αιματάλευρο (ξηρό αίμα), άλευρο οπλών, άλευρο κεράτων, οστεάλευρο ή αποζελατινοποιημένο οστεάλευρο, ιχθυάλευρο, κρεατάλευρο, φτερά, μαλλί, γούνα, τρίχωμα. Οικιακά απορρίμματα που έχουν υποστεί λιπασματοποίηση ή ζύμωση. Τύρφη. Περιττώματα γαιοσκωλήκων και εντόμων. Μείγματα φυτικών υλών που έχουν υποστεί λιπασματοποίηση (κόμποστ). Προϊόντα και παραπροϊόντα φυτικής προέλευσης. Φύκια και προϊόντα φυκιών. Πριονίδια και θρύμματα ξύλου. Κομποστοποιημένοι φλοιοί δένδρων. Μαλακά φωσφορικά ορυκτά. Φωσφορικό αργίλιο-ασβέστιο. Ακατέργαστα άλατα καλίου ή καϊνίτης. Θειικό κάλιο περιέχον άλατα μαγνησίου. Βινάσση και εκχυλίσματα βινάσσης. Ανθρακικό ασβέστιο. Ανθρακικό μαγνήσιο. Θειικό ασβέστιο (γύψος). Υποπροϊόν παραγωγής ζάχαρης από ζαχαρότευτλα. Χλωριούχο νάτριο από ορυκτά άλατα.»

Τα ως άνω υλικά αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της αντίστοιχης λίστας και όλα πρέπει να προέρχονται είτε από φυσικές πηγές (τα διάφορα άλατα), είτε από μη χημικά ή άλλως επεξεργασμένες φυτικές πηγές, είτε από ζώα μη εντατικοποιημένης εκτροφής, ενώ στα περισσότερα επιβάλλονται συγκεκριμένες ανώτερες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις σε συγκεκριμένες ύλες.

Σε ότι αφορά τις κύριες πηγές ζωικών οργανικών λιπασμάτων, τις φρέσκιας και ρευστής μορφής κοπριές, στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι συγκεντρώσεις σε βασικά συστατικά των πλέον διαδεδομένων μορφών κοπριάς.

Πίνακας 4.1 Σύσταση διαφόρων ειδών κοπριάς σε μικροστοιχεία (Σιδηράς, 1997)

Μέση σύσταση φρέσκιας κοπριάς σε μικροστοιχεία (%)						
	Οργανική ουσία	**N**	**P2O5**	**K2O**	**CaO**	**MgO**
Βόδι	20	0,40	0,16	0,50	0,45	0,10
Άλογο	25	0,60	0,28	0,53	0,25	0,14
Πρόβατο	32	0,80	0,23	0,67	0,33	0,18
Χοίρος	18	0,55	0,76	0,50	0,40	0,20
Κότα	17	1,30	1,10	0,60	3,40	-
Μέση σύσταση ρευστής κοπριάς σε μικροστοιχεία (g/m^3)						
	Cu	**Na**	**Mn**	**Zn**	**B**	**Mo**
Βόδι	2,8	450	54	14	2,7	0,12
Χοίρος	5,2	1200	21	28	2,7	0,13
Κότα	5,8	380	36	27	2,8	0,26

Σε ότι αφορά τα κομπόστ, αυτά μπορούν να δημιουργηθούν προέρθουν, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω με την παράθεση των επιτρεπόμενων υλικών χρήσης για λίπανση σε βιολογικές καλλιέργειες, αξιοποιώντας διάφορες οργανικές ύλες, οι οποίες προέρχονται από διάφορα υποπροϊόντα γεωργικών και άλλων δραστηριοτήτων (άχυρα, φύλλα, οικιακά απορρίμματα, χορτοκοπές, κ.ά.) Η κομποστοποίηση αφορά, ουσιαστικά, την χώνευση ή αερόβια αποδόμηση οργανικών υλών σε μια τελική μορφή που αποτελείται από σταθερές ουσίες, χούμο και σύμπλοκααργιλο-χουμικής σύστασης (Σιδηράς, 1997). Η κομποστοποίηση περιλαμβάνει και την ανάπτυξη θερμοκρασιών αρκετά υψηλών ώστε να καταστραφούν τυχόν παθογόνοι μικροοργανισμοί και σπόροι ζιζανίων μέσα στην αρχική οργανική ύλη. Αναφορικά με την αρχική αυτή ύλη, θα πρέπει να έχει ορισμένα χαρακτηριστικά, ώστε να είναι δυνατή η βέλτιστη δυνατή τελική σύσταση του κομπόστ. Αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν (Σιδηράς, 1997):

- Περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία: 15-30 % κατ’ όγκο
- Περιεκτικότητα σε αέρα: 30-50 % κατ’ όγκο
- Περιεκτικότητα σε νερό: 40-60 % κατ’ όγκο
- Αναλογία άνθρακα προς άζωτο (C:N): 20-30 : 1
- Τιμές pH: 6-8

Τέλος, σε ότι αφορά την κατηγοριοποίηση των κομπόστ ανάλογα με την ποιότητα, αυτά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ποιότητας οι οποίες εξαρτώνται από την

σύσταση της ξηράς ουσίας σε οργανική ουσία και άζωτο, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.2 Κατηγορίες ποιότητας κομπόστ (Σιδηράς, 1997)

Κατηγορία Ποιότητας	% επί ξηράς ουσίας		pH	Άλατα	Ξηρά Ουσία	Μήκος Τεμαχιδίων
	Οργανική ουσία	Άζωτο				
1η	>40	1.1. - 1.5	5.5 - 7.0	Max 10 g Kcl/l	Min 35%	Min 90% ≤ 50mm
2η	30-40	0.6 - 1.0				
3η	20-30	0.3 - 0.5				

Η χρήση φυτών χλωρής λίπανσης για την λίπανση βιολογικών καλλιεργειών πραγματοποιείται μέσω της σποράς ετήσιων φυτών (αγρωστώδη και ψυχανθή) την περίοδο του φθινοπώρου, ώστε κατά την περίοδο πλήρους άνθησής τους την άνοιξη, αυτά να ενσωματωθούν με μηχανικές διεργασίες στο έδαφος Με αυτόν τον τρόπο, το έδαφος εμπλουτίζεται με οργανικές ουσίες και θρεπτικά συστατικά, βελτιώνεται η δομή του, αντιμετωπίζονται τα ζιζάνια και γενικά ενθαρρύνεται η βιολογική δραστηριότητα. (Σιδηράς, 1997).

Πίνακας 4.3 Συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών κατά τη φάση της άνθισης σε φυτά κατάλληλα για χλωρή λίπανση (Σιδηράς, 1997)

Είδη φυτών κατάλληλων για χλωρή λίπανση	Θρεπτικά Συστατικά							
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
ΑΓΡΩΣΤΩΔΗ								
Βρώμη	1,65	0,10	1,60	0,25	0,17	11	7	102
Σίκαλη	1,22	0,08	1,40	0,18	0,14	15	6	53
Κριθάρι	1,34	0,10	1,60	0,37	0,17	17	8	98
ΨΥΧΑΝΘΗ								
Βίκος	2,02	0,13	2,10	0,86	0,27	26	9	61
Λαθούρι	2,23	0,10	2,90	0,39	0,19	22	11	52
Φακή	2,09	0,12	1,75	0,84	0,35	38	12	119
Ρεβίθι	2,58	0,18	1,95	1,39	0,89	35	13	81
Λούπινο	1,91	0,16	2,50	0,59	0,39	66	14	359
Ερυθρό τριφύλλι	1,94	0,10	1,90	1,09	0,32	35	23	43
Λευκό τριφύλλι	1,94	0,10	1,90	0,95	0,36	21	14	95
Μηδική	2,10	0,18	2,10	1,10	0,38	38	26	88

5. ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Από την βιβλιογραφική αναφορά που προηγήθηκε, τόσο γενικά για τη τομάτα, όσο και για τη βιομηχανική της εκμετάλλευση, καθώς και με βάση τη σύντομη αναφορά στις αρχές της βιολογικής γεωργίας, έγινε μια πρώτη αποτύπωση της σημαντικότητας της τομάτας στη σύγχρονη γεωργία.

Επειδή στην Ελλάδα δεν υπάρχει εκτενής έρευνα και βιβλιογραφία πάνω στην καλλιέργεια της τομάτας και τη βελτιστοποίηση αυτής, το πείραμα στο οποίο βασίζεται η παρούσα εργασία, και κατ' επέκταση η ίδια η εργασία, έχουν ως σκοπό την καταγραφή βασικών δεδομένων. Τα δεδομένα θα σχετίζονται με την επιρροή που ασκεί ένας από τους συνήθεις παράγοντες της γεωργίας, η λίπανση και ειδικότερα η οργανική πάνω στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων καρπών καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Στόχος αποτελεί και η εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων σχετικά με τις δυνατότητες βελτίωσης της καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα.

Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τους συντελεστές, τη διενέργεια και τα αποτελέσματα του πειράματος, καθώς και τη συζήτηση και τα συμπεράσματα πάνω σε αυτά, παρατίθενται στο δεύτερο μέρος της παρούσας εργασίας.

6. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙΜΕΘΟΔΟΙ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στην συγκεκριμένη μελέτη έγινε καλλιέργεια τομάτας βιομηχανικής χρήσης με τρείς διαφορετικές μεθόδους λίπανσης. Αυτές ήταν το βιολογικό λίπασμα, η αιγοπρόβεια κομποστοποιημένη κοπριά και η NPK 15-15-15. Ακόμη, υπήρχαν πειραματικά τεμάχια, στα οποία δεν έγινε καμία εφαρμογή λίπανσης (μάρτυρας).

Η καλλιέργεια έγινε στο βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (γεωγραφικό πλάτος 37° 59΄ 1,47΄΄ Β, γεωγραφικό μήκος 23° 42΄ 6,98΄΄ Α και 170m από την επιφάνεια της θάλασσας). Ο συγκεκριμένος αγρός υφίσταται βιολογική διαχείριση από το 1995. Η φύτευση της τομάτας έγινε στις 27 Απριλίου 2018 και η τελευταία συγκομιδή στις 24 Αυγούστου2018.

6.2. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Παραχωρήθηκαν 6 δίσκοι με σποριόφυτα τομάτας βιομηχανικής χρήσης από τη βιομηχανία μεταποίησης τομάτας «Δ. Νομικός Α.Ε.». Το υβρίδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Heinz 3402.

Πίνακας 6.1 Χαρακτηριστικά υβριδίου τομάτας Heinz 3402 (Heinz Company, 2013).

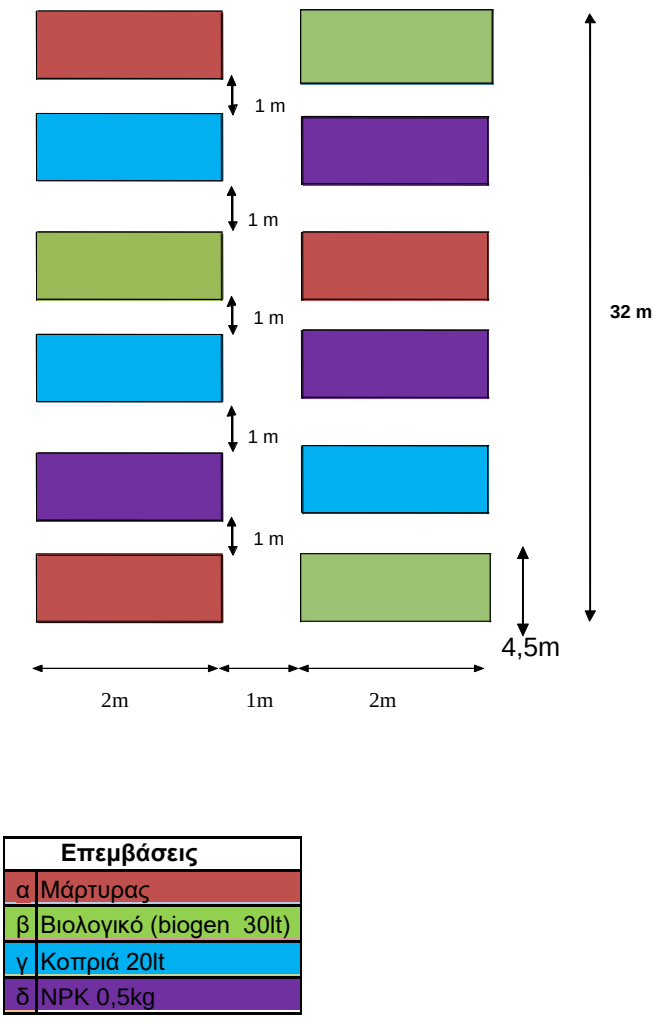
Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Ωρίμαση – Συγκομιδή	Μεσοπρώιμη (120 ημέρες), μηχανική συγκομιδή
Τύπος βλάστησης	Μεγάλοσημιέρπων θάμνος
Καρπός	Λείοι, ομοιόμορφοι, ≅ 66 g, °Brix = 5,1 κατά μέσο όρο.
Ανθεκτικότητες	*Verticillium sp.*, *Fusarium sp.* ,Κομβονηματώδεις (*Meloidogyne sp.*) και *Pseudomonas syringae*.
Προσαρμοστικότητα	Υπό ξηρές αλλά και υγρές συνθήκες αγρού δίνει άριστες αποδόσεις. Οι καρποί διατηρούνται καλά χάρη στο χαρακτηριστικό της παρατεταμένης διατήρησης στον αγρό του υβριδίου.

Εικόνα 6.1*Σποριόφυτα τομάτας υβριδίου Heinz 3402*

6.3.Πειραματικό σχέδιο

Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 ομάδες (3 επαναλήψεις) και 4 επεμβάσεις (4 διαφορετικά είδη λίπανσης). Χρησιμοποιήθηκαν 30 λίτρα βιολογικού λιπάσματος «Biogen», 20 λίτρα αιγοπρόβεια κομποστοποιημένη κοπριά και 0,5 γραμμάρια NPK λίπασμα ‘COMPOENPEKA 15-15-15+5S’. Κάθε επανάληψη αποτελούταν από 4 πειραματικά τεμάχια, στα οποία ήταν τυχαία διατεταγμένες οι 4 επεμβάσεις. Ο συνολικός αριθμός των πειραματικών τεμαχίων

ήταν 12. Ο αγρός είχε διαστάσεις 32m × 5m, δηλαδή το εμβαδόν του ήταν 160m^2. Κάθε τεμάχιο είχε εμβαδόν 9m^2 (4,5m × 2m).



Σχήμα 6.1. *Πειραματικό σχέδιο*

6.4. Εδαφολογική ανάλυση αγρού

Το έδαφος του πειραματικού αγρού, κατόπιν αναλύσεως, χαρακτηρίζεται σαν αργιλλοπηλώδες (CL) σύμφωνα με την παρακάτω ανάλυση.

Πίνακας 6.2. Ανάλυση εδάφους βιολογικού αγρού Γ.Π.Α.

Ουσία	**Μέτρηση**	**Χαρακτηρισμός**
$CaCO_3$	15,99 %	Μαργώδες
Οργανική ουσία	2,37 %	Ικανοποιητική

		Περιεκτικότητα
$-NO_3$	104,3 ppm	Επαρκώς εφοδιασμένο
P (Olsen)	9,95 ppm	Οριακά εφοδιασμένο
Na^+	110 ppm	Υψηλή περιεκτικότητα
pH (1:1 H_2O)	7,29	Ελαφρώς αλκαλικό
Κοκκομετρική σύσταση	Clay Loam (CL)	Αργιλλοπηλώδες

6.5. Εγκατάσταση πειραματικού αγρού

Έγινε προετοιμασία του αγρού, από τις 22 μέχρι τις 26 Απριλίου 2018. Έγινε όργωμα σε βάθος 25cm, φρεζάρισμα, χάραξη των πειραματικών τεμαχίων και της περιμέτρου του αγρού και διασπορά των λιπασμάτων με το χέρι.

Α **Β** **Γ**

Εικόνες 6.2*Α-Γ. Προετοιμασία αγρού.*

Α **Β** **Γ**

Εικόνες 6.3. *Α-Γ. Χάραξη αγρού.*

Η μεταφύτευση των σποριόφυτων έγινε στις 27 Απριλίου 2018 . Οι αποστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 0,5 m μεταξύ των γραμμών και 0,5 m επί της γραμμής. Τα σποριόφυτα που μεταφυτεύτηκαν ήταν συνολικά 960.

Α Β Γ

Εικόνες 6.4. *Α-Γ. Μεταφύτευση σποριόφυτων.*

6.6. Καλλιεργητικές εργασίες

Η άρδευση της καλλιέργειας έγινε με σύστημα στάγδην. Οι καιρικές συνθήκες και η ικανότητα συγκράτησης νερού του εδάφους καθόριζαν τη συχνότητα της άρδευσης. Συνολικά, η καλλιέργεια αρδεύτηκε με περίπου 350 m^3 νερό.

Α **Β**

Εικόνες 6.5 *Α-Β. Σύστημα άρδευσης*

6.7.Λιπάσματα

Στον πίνακα 6.3 αναγράφονται αναλυτικά τα λιπάσματα, που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα και η μέση σύσταση αυτών.

Πίνακας 6.3. Λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν και η μέση σύσταση αυτών.

Βιολογικόλίπασμα «Biogen»	
Άζωτο (N)	ολικό 7 % (οργανικό 100 %)
Φωσφόρος (P_2O_5)	ολικός 4 % (διαλυτός στο ουδέτερο κιτρικό αμμώνιο 65%, υδατοδιαλυτός 60 %)
Κάλιο (K_2O)	7 % (υδατοδιαλυτό 100 %)
Μαγνήσιο (MgO)	2 %
Βόριο (B)	0,2 %
Οργανική ύλη	33 %
Ανόργανο λίπασμα 'COMPOENPEKA 15-15-15+5S'	
Άζωτο (N)	ολικό 15 % (6,5 % νιτρικό, 8,5 % αμμωνιακό)
Φωσφόρος (P_2O_5)	15 % (υδατοδιαλυτός 10 %)
Κάλιο (K_2O)	15 % (υδατοδιαλυτό 100 %)
Θείο (S)	5 % (υδατοδιαλυτό 4 %)

Εικόνες 6.6. *Εφαρμογή λιπασμάτων.*

6.8. Μετεωρολογικά δεδομένα

Παρουσιάζονται οι τιμές της μέσης θερμοκρασίας καθώς και της ελάχιστης και μέγιστης υγρασίας, που παρατηρήθηκαν κατά τους μήνες της καλλιέργειας. Επιπλέον, σημειώνονται οι τιμές της μέσης βροχόπτωσης από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο. Τα δεδομένα προέρχονται από την εθνική μετεωρολογική υπηρεσία.

Πίνακας 6.4. Οι καιρικές συνθήκες την περίοδο της καλλιέργειας.

Μήνα	**Μέση Θερμοκρασία (°C)**	**Μέγιστη Υγρασία**	**Ελάχιστη Υγρασία**
Απρίλιος	19,0	94%	22%
Μάιος	22,1	94%	22%
Ιούνιος	24,9	94%	19%
Ιούλιος	27,5	94%	21%

Πίνακας 6.5. Η μέση βροχόπτωση την περίοδο της καλλιέργειας

Μήνα	**Μέση βροχόπτωση (mm)**
Απρίλιος	1,5
Μάιος	23,8
Ιούνιος	34,9
Ιούλιος	32,4

6.9. Αγρονομικά χαρακτηριστικά

Προσδιορίστηκαν οι επιδράσεις των διαφορετικών μεθόδων λίπανσης στα αγρονομικά χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, έγινε μέτρηση των καρπών ανά φυτό, του ύψους των φυτών και του μεγέθους των καρπών.

Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις για κάθε επανάληψη με κάθε είδος λιπάσματος.

6.9.1. Ύψος φυτού

Η 1^{η} μέτρηση πραγματοποιήθηκε 50 μέρες μετά τη φύτευση (19 Ιουνίου 2018) και η 2^{η} έγινε 20 μέρες αργότερα (6 Ιουλίου 2018).

6.9.2. Καρποί ανά φυτό

Η 1^{η} μέτρηση πραγματοποιήθηκε 80 μέρες (16 Ιουλίου) μετά τη φύτευση και η 2^{η} έγινε 94 μέρες μετά τη φύτευση (30 Ιουλίου 2018). Για το υπολογισμό επιλέχθηκαν δύο φυτά από κάθε μέθοδο λίπανσης για κάθε επανάληψη.

6.9.3. Μέγεθος καρπών

Το μέγεθος των καρπών μετρήθηκε 80 μέρες (16 Ιουλίου) και 94 μέρες μετά τη φύτευση (30 Ιουλίου 2018). Για τον υπολογισμό επιλέχθηκαν δύο φυτά από κάθε μέθοδο λίπανσης για κάθε επανάληψη.

6.10. Ποιοτικοί προσδιορισμοί

Για την εκτίμηση της σκληρότητας, του χρώματος και των ολικών διαλυτών στερεών συλλέχθηκαν δείγματα καρπών την 119^{η} μέρα μετά τη φύτευση. Τα δείγματα συλλέχθηκαν ως εξής: 3 καρποί ανά φυτό από 3 φυτά σε κάθε τεμάχιο. Συνολικά για κάθε τεμάχιο συλλέχθηκαν 9 καρποί.

6.10.1. Σκληρότητα - Αντοχή στη διάτρηση

Για την εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων των καρπών, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της διάτρησης (η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος). Τα test διάτρησης βασίζονται στο πρότυπο μοντέλο των Magness-Taylor, Magness-Taylor fruit firmness test (Magness and Taylor, 1925) και χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της σκληρότητας πολλών καρπών. Υπάρχουν πολλές παραλλαγές του μοντέλου Magness-Taylor (MT), ωστόσο ο όρος “Magness-Taylor firmness” χρησιμοποιείται σε όλες τις παραλλαγές. Όλα τα όργανα χρησιμοποιούν έμβολα με παραβολικές κεφαλές συγκεκριμένης γεωμετρίας και μετρούν τη μέγιστη δύναμη που απαιτείται για τη διείσδυση του εμβόλου 7,94 mmστη σάρκα (Haller,1941).

Η σκληρότητα των καρπών στο παρόν πείραμα μετρήθηκε με επιτραπέζιο πενετρόμετρο Chatillon DFIS 10 προσαρμοσμένο στη βάση Chatillon TCM 201 (εφοδιασμένο με κωνική ακίδα διαμέτρου 6,3mm και με ταχύτητα καθόδου της ακίδας 200 mm/min μετρά συμπίεση έως 50 N με ακρίβεια 0,1 N). Σε κάθε καρπό έγινε μια μέτρηση στην περιοχή του ισημερινού του καρπού με την ακίδα να διαρρηγνύει την επιδερμίδα και μερικά χιλιοστά από τη σάρκα του καρπού. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως η δύναμη (σε kg) που απαιτείται για τη διάτρηση του καρπού. Η τιμή για κάθε τεμάχιο εκτιμήθηκε ως ο μέσος όρος από τους 9 καρπούς

Εικόνα 6.7. Επιτραπέζιο πενετρόμετρο Chatillon DFIS 10 προσαρμοσμένο στη βάση Chatillon TCM 201.

6.10.2. Ολικά διαλυτά στερεά - Βαθμοί Brix

Τα ολικά (υδατο-) διαλυτά στερεά συστατικά της τομάτας είναι τα σάκχαρα, τα οξέα, τα άλατα, τα μέταλλα και κάποιες πρωτεΐνες. Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών γίνεται με απευθείας ανάγνωση από διαθλασίμετρο και εκτιμάται σε βαθμούς Brix (Gould, 1992).

Ο προσδιορισμός των διαλυτών στερεών σε αυτό το πείραμα έγινε με διαθλασίμετρο χειρός μοντέλο Schmidt & Haensch HR32B. Οι διάτρητοι καρποί από τη μέτρηση της συνεκτικότητας συνθλίβονταν με το χέρι μέχρι να προκύψει χυμός. Έπειτα μια σταγόνα χυμού τοποθετούνταν στην ειδική υποδοχή του οργάνου και ακολουθούσε η ανάγνωση με ακρίβεια 0,2 °Brix. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία 20 °C. Η τιμή για κάθε τεμάχιο εκτιμήθηκε ως ο μέσος όρος από τους 9καρπούς.

6.10.3. Εκτίμηση χρώματος

Το χρώμα ενός αντικειμένου μπορεί να περιγραφεί από αρκετά χρωματικά συστήματα: RGB, Hunter Lab, CIEL* a* b*, CIEXYZ κ.ά.. Από αυτά τα σημαντικότερα είναι το CIEL*a*b* (Commission International edel' Eclairage, 1976). Πρόκειται για ένα ομοιόμορφο χρωματικό χώρο, που προσεγγίζει καλύτερα από όλα τα χρωματικά συστήματα την ανθρώπινη αντίληψη των χρωματικών διαφορών (Abbott, 1999).

Το κάθε χρώμα περιγράφεται από 3 συντεταγμένες ή χρωματικούς παράγοντες, τους L^*,$α^*$ και b^* που απεικονίζονται σε τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων (Σχήμα 5.2).

Ο παράγοντας L^* (Lightness) προσφέρει πληροφορίες για τη φωτεινότητα του αντικειμένου παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό). Οι παράγοντες a^*και

b^* πληροφορούν για το χρώμα χωρίς να υπάρχουν για αυτούς κάποια αριθμητικά όρια. Οι θετικές τιμές του α* αντιστοιχούν σε αποχρώσεις του κόκκινου, ενώ οι αρνητικές τιμές σε αποχρώσεις του πράσινου. Αντίστοιχα, οι θετικές τιμές του b* αντιστοιχούν σε αποχρώσεις του κίτρινου και οι αρνητικές σε αποχρώσεις του μπλε (Abbott, 1999; Papadakis and Yam, 2000).

Το εξωτερικό χρώμα (χρώμα περικαρπίου) μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta μοντέλο CR 200, που δίνει αριθμητικές τιμές για τις τρεις παραμέτρους μέτρησης του φωτός L*, a*, b* του διεθνούς συστήματος CIE. Το όργανο βαθμονομήθηκε με μια λευκή πλάκα (x=93,9 z=0,313 y=0,321). Σε κάθε καρπό έγιναν 2 μετρήσεις στον ισημερινό του καρπού. Η τιμή για κάθε τεμάχιο εκτιμήθηκε ως ο μέσος όρος των 18 μετρήσεων (2 μετρήσεις ανά καρπό από 9καρπούς).

Εικόνα 6.8. ΧρωματόμετροMinolta μοντέλο CR200.

6.10.4. Ολική Οξύτητα

Για τη μέτρηση της ολικής οξύτητας συλλέχθηκαν δείγματα καρπών την 94^{η}ημέρα από τη μεταφύτευση. Πιο συγκεκριμένα, συλλέχθηκε 1 ώριμος καρπός ανά φυτό από 2 φυτά σε κάθε τεμάχιο. Συνολικά για κάθε τεμάχιο συλλέχθηκαν 2 καρποί. Ο προσδιορισμός των ολικών οξέων γίνεται τιτλοδοτώντας ένα μέρος του δείγματος με μια βάση γνωστής συγκέντρωσης και ένα κατάλληλο δείκτη για να προσδιοριστεί το τελικό σημείο της αντίδρασης εξουδετέρωσης. Η τιτλοδότηση μετράει και εκφράζει την οξύτητα του διαλύματος ως προς το επικρατές οξύ. Στην περίπτωση της τομάτας ως προς το κιτρικό οξύ (Gould, 1992).

Στο παρόν πείραμα, για την αντίδραση εξουδετέρωσης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα

NaOH N/50 (0,8 g NaOH σε 1l απεσταγμένου νερού) με δείκτη φαινολοφθαλεΐνη1 % (1g φαινολοφθαλεΐνης σε 100 mlαιθυλικής αλκοόλης 95 %).Οι δε καρποί πολτοποιήθηκαν με οικιακό πολυκόπτη. Στη συνέχεια ζυγίστηκαν με ακρίβεια 10 g πολτού και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο. Ο ογκομετρικός κύλινδρος γέμισε με 200 ml αποσταγμένου νερού. Μετά από καλή ανατάραξη ακολούθησε διήθηση με τη χρήση πτυχωτού ηθμού (Macherey- Nagel MN 617we). Από το διήθημα παραλήφθηκαν 2 κλάσματα των 50 ml με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου και τοποθετήθηκαν σε ποτήρια ζέσεως. Ακολούθως προστέθηκαν 1-2 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης 1 % (δείκτης) και έγινε η τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH N/50, μέχρι να εμφανιστεί ροδόχρους χροιά διάρκειας 30δευτερολέπτων.

Τα ml του NaOH N/50 που απαιτήθηκαν για την εξουδετέρωση της οξύτητας του δείγματος εκφράστηκαν σε γραμμάρια κιτρικού οξέος ανά 100 g φρέσκου τοματοπολτού (% w/w) με την ακόλουθη σχέση:

g οξέος ανά 100 g δείγματος (% w/w) =

$$= \frac{\text{όγκος NaOH} \times \text{Κανονικότητα NaOH} \times \text{m Eq οξέος} \times \text{όγκος αρχ. διαλ.}}{\text{όγκος τιτλ. κλάσματος του αρχ. διαλ.} \times \text{βάρος δείγματος που αραιώθηκε για να δώσει το αρχ. διαλ.}} \times 100$$

όπου: Κανονικότητα NaOH = 1/50 Nm Eq κιτρικού οξέος = 0,064

Όγκος αρχικού διαλύματος = 200 ml

Όγκος τιτλοδοτούμενου κλάσματος του αρχικού διαλύματος = 50 ml Βάρος δείγματος που αραιώθηκε για να δώσει το αρχικό διάλυμα = 10 g

6.10.5. Απόδοση

Για την εκτίμηση της απόδοσης της καλλιέργειας σε καρπούς χρησιμοποιήθηκαν οι σειρές των τεσσάρων φυτών ανά τεμάχιο που επιλέχθηκαν και σημάνθηκαν για την παρακολούθηση των καρπών. Την 119^{η} μέρα μετά τη φύτευση (24 Αυγούστου 2018) έγινε η συγκομιδή, η μέτρηση και η ζύγιση των καρπών. Εκτιμήθηκαν η στρεμματική απόδοση σε kg/m^2 ή τόνους/στρέμμα και το μέσο βάρος καρπού για κάθε επέμβαση. Σημειώνεται ότι μόνο οι ώριμοι και υγιείς καρποί συμπεριλήφθηκαν στις μετρήσεις. Δεν υπήρξαν πολλές απώλειες από ελαττωματικούς καρπούς.

6.11. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Statgraphics.

Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για τα δεδομένα του πειράματος και χρησιμοποιήθηκε το t-test για να εκτιμηθούν οι διαφορές ανάμεσα στις μέσες τιμές των μετρούμενων χαρακτηριστικών. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές εκτιμήθηκαν με επίπεδο σημαντικότητας 5 % ($p<0,05$).

7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

7.1 ΤΟ ΎΨΟΣ ΦΥΤΟΥ

7.1.1Ύψος φυτού 50 μέρες μετά τη φύτευση

Πίνακας 7.1 Δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση

		1η ΜΕΤΡΗΣΗ	2η ΜΕΤΡΗΣΗ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 1η	Βιολογικό λίπασμα	7 cm	7,75 cm
	Κοπριά	6,5 cm	7 cm
	NPK	8,5 cm	9 cm
	Μάρτυρας	7,5 cm	8 cm
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 2η	Βιολογικό λίπασμα	5,25 cm	5,5 cm
	Κοπριά	7,5 cm	8,25 cm
	NPK	9,5 cm	9,75 cm
	Μάρτυρας	10 cm	11 cm
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 3η	Βιολογικό λίπασμα	7,5 cm	9 cm
	Κοπριά	7 cm	7 cm
	NPK	10,75 cm	11 cm
	Μάρτυρας	12 cm	11 cm

Στατιστική ανάλυση

Εξαρτημένη μεταβλητή: Ύψος φυτού 50 μέρες μετά τη φύτευση

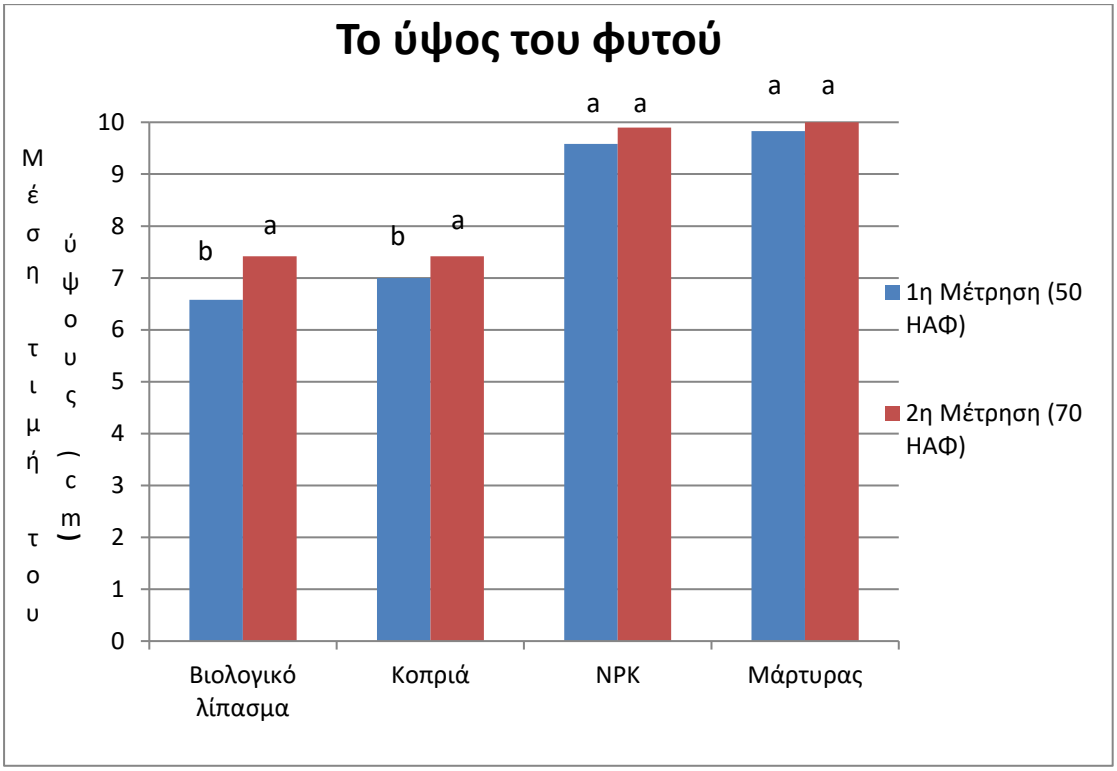
Παράγοντας : Λίπανση

Βιολογική Μέθοδος: A

Κοπριά: B

NPK: C

Μάρτυρας: D



Διάγραμμα 7.1 Διαγραμματική απεικόνιση για την μέση τιμή του ύψους

Το διάγραμμα 6.1απεικονίζει για την μέση τιμή του ύψους ανά μέθοδο λίπανσης. Αναφέρονται οι τιμές και από τις δύο μετρήσεις που έγιναν μετά από 50 και 70 μέρες μετά τη φύτευση. Υπήρξε τάση για μεγαλύτερο ύψος φυτού στην ανόργανη λίπανση όμως οι διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

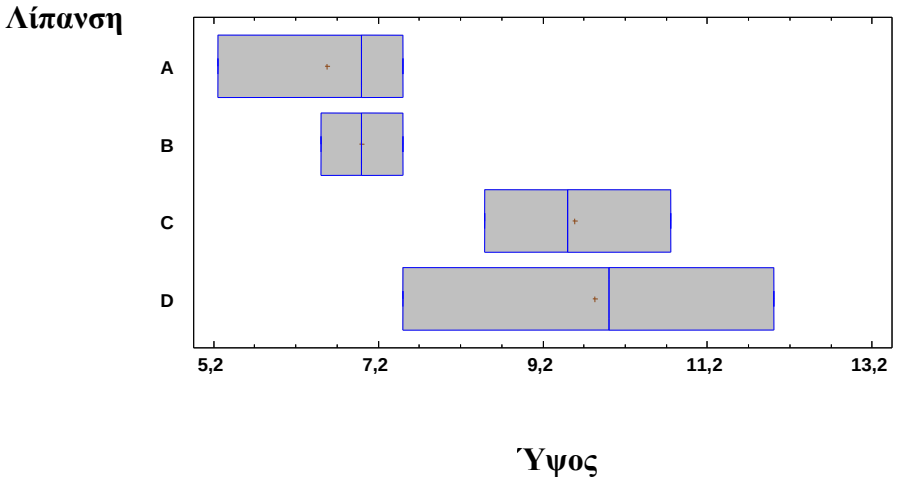
Πίνακας 7.2 Οι τιμές για το ύψος του φυτού 50 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική Μέθοδος	3	6,58333	1,18145	5,25	7,5	2,25

(A)						
Κοπριά (B)	3	7,0	0,5	6,5	7,5	1,0
NPK (C)	3	9,58333	1,12731	8,5	10,75	2,25
Μάρτυρας (D)	3	9,83333	2,25462	7,5	12,0	4,5
Σύνολο	12	8,25	1,95111	5,25	12,0	6,75

Ο πίνακας 7.2 δείχνει τη μέση τιμή που παίρνει το ύψος του φυτού σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης 50 μέρες μετά τη φύτευση. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για το ύψος.

Θηκόγραμμα



Διάγραμμα 7.2 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα.

Πίνακας 7.3 Στοιχεία Στατιστικής Ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	P-Value
Εντός των ομάδων	25,875	3	8,625	0,0437
Εκτός των ομάδων	16,0	8	2,0	
Σύνολο	41,875	11		

Οπίνακας 7.3 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P–Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α<0,05, υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή για το ύψος του φυτού διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Η διαφορά αυτή υπάρχει και στη παρούσα ανάλυση, γιατί το P–Value είναι 0,0437.

Πίνακας 7.4 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης

Σύγκριση Μεθόδων	Στατιστικά	Διαφορές
A – B		-0,416667
A – C	*	-3,0
A – D	*	-3,25
B – C		-2,58333
B – D	*	-2,83333
C – D		-0,25

* υποδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο πίνακας 7.4 αναφέρει τις διαφορές και τη στατιστική σημασία αυτών, όταν συγκρίνονται μεταξύ τους οι μέθοδοι λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Με το σύμβολο * και το κόκκινο χρώμα διακρίνονται οι διαφορές που θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Όπως μπορούμε να δούμε και στον πίνακα ιδιαίτερης σημασίας είναι οι διαφορές στη σύγκριση μεθόδων A – C, A – Dκαι B – D.

Πίνακας 7.5 LSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	6,58333	X
B	3	7,0	XX
C	3	9,58333	XX
D	3	9,83333	X

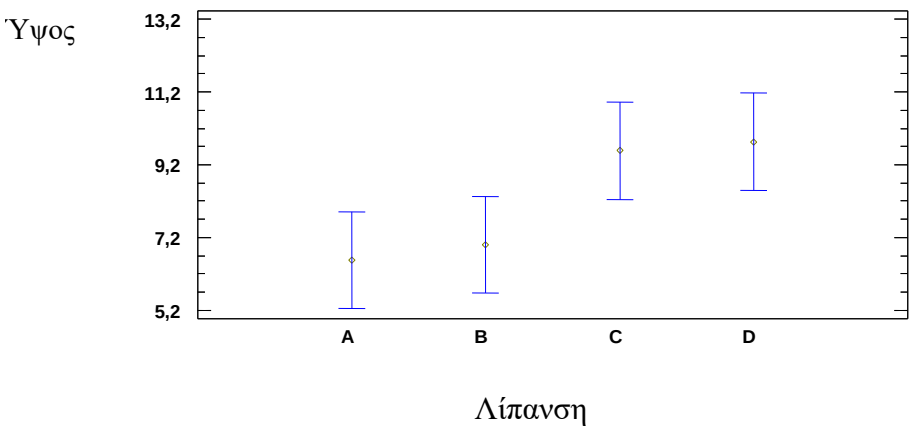
Πίνακας 7.6 Tukey HSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	6,58333	X
B	3	7,0	X
C	3	9,58333	X
D	3	9,83333	X

Πίνακας 7.7 Duncan Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	6,58333	X
B	3	7,0	XX
C	3	9,58333	XX
D	3	9,83333	X

Στους πίνακες 7.5, 7.6 και 7.7αναφέρονται τα αποτελέσματα από τρεις διαφορετικούς ελέγχους (LSD, Turkey HSD και Dunkan Test) με σκοπό τη σύγκριση μέσων τιμών. Αξίζει να σημειωθεί πως η μέση τιμή για το ύψος των φυτών με τη μέθοδο λίπανσης A είναι πολύ κοντά στη μέση τιμή του ύψους με τη μέθοδο λίπανσης B. Αντίστοιχα, η μέση τιμή με τη μέθοδο λίπανσης Cσχεδόν συμπίπτει με την μέση τιμή της λίπανσης D. Όμως οι μέσες τιμές του ύψους των φυτών των μεθόδων λίπανσης A και B διαφέρουν αρκετά από τις μέσες τιμές ύψους των μεθόδων C και D αντίστοιχα.



Διάγραμμα 7.3 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Τα δείγματα του πειράματος προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς με ίσες διακυμάνσεις και είναι ανεξάρτητα.
Αποδεικνύεται, αν τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση.

Ho: Τα σφάλματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.
Hi: Τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή.

	Στατιστικά	*P-Value*
Shapiro-Wilk W	2,53884	0,299005

Επειδή α>0,05 απορρίπτεται η υπόθεση Ho. Άρα, τα σφάλματα ακολουθούν κανονικά κατανομή.

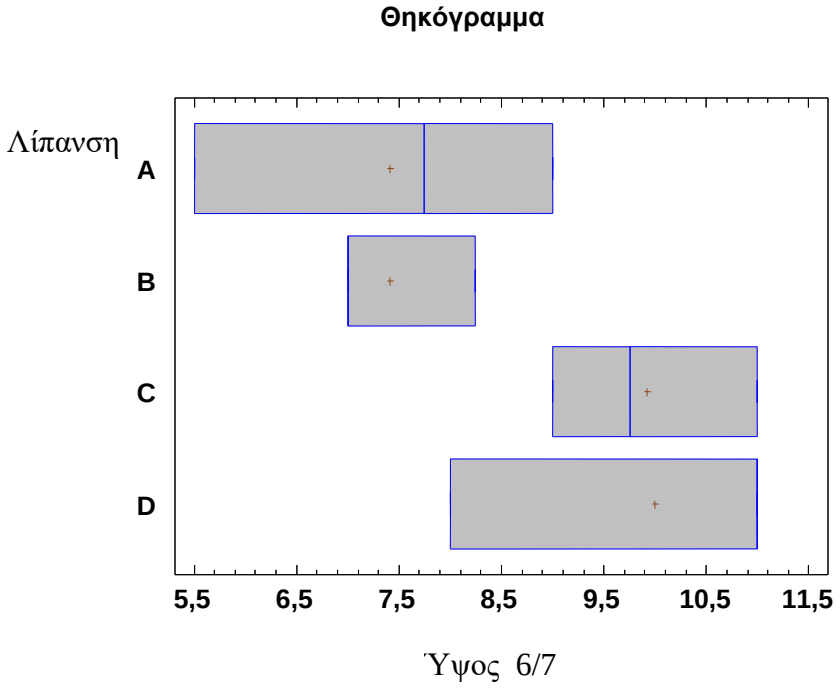
7.2 Το ύψος φυτού 70 μέρες μετά τη φύτευση (6/7)

Πίνακας 7.8 Οι τιμές για το ύψος του φυτού 70 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική Μέθοδος (A)	3	7,41667	1,77365	5,5	9	3,5
Κοπριά (B)	3	7,41667	0,721688	7	8,25	1,25
NPK (C)	3	9,91667	1,01036	9	11	2
Μάρτυρας (D)	3	10	1,73205	8	11	3
Σύνολο	12	8,6875	1,77778	5,5	11	5,5

Ο πίνακας 7.8 δείχνει τη μέση τιμή που παίρνει το ύψος του φυτού σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης 70 μέρες μετά τη φύτευση. Επίσης,

δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για το ύψος.



Διάγραμμα 7.4 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα

Πίνακας 7.9 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	P-Value
Εντός των ομάδων	19,3906	3	6,46354	0,0756
Εκτός των ομάδων	15,375	8	1,92188	
Σύνολο	34,7656	11		

Ο πίνακας 7.9 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α<0,05, υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή για το ύψος του φυτού διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95%

διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί το P – Valueείναι 0,0756.

Πίνακας 7.10 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης

Σύγκριση Μεθόδων	Στατιστικά	Διαφορές
A – B		0
A – C		-2,5
A – D		-2,58333
B – C		-2,5
B – D		-2,58333
C – D		-0,0833333

* υποδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο πίνακας 7.10 αναφέρει τις διαφορές και τη στατιστική σημασία αυτών, όταν συγκρίνονται μεταξύ τους οι μέθοδοι λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Με το σύμβολο * και το κόκκινο χρώμα διακρίνονται οι διαφορές που θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα δεν υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.11 LSD Test

Λίπανση	μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	7,41667	X
B	3	7,41667	X
C	3	9,91667	X
D	3	10	X

Πίνακας 7.12 Tukey HSD Test

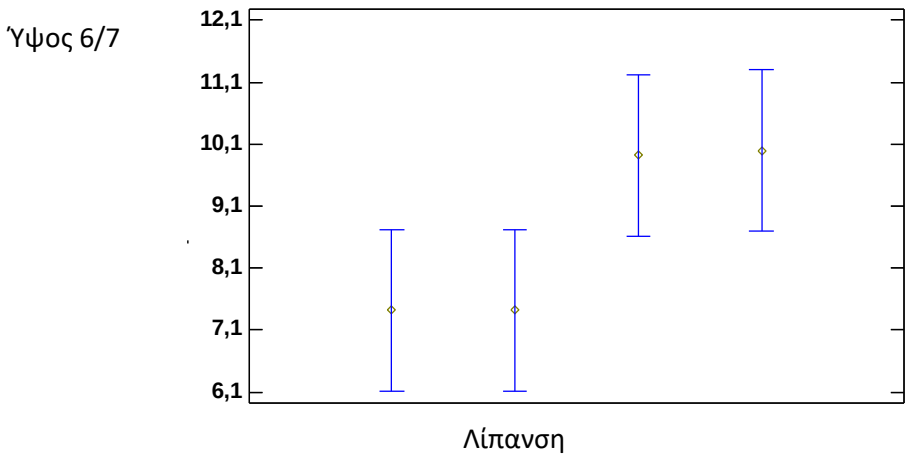
Λίπανση	μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	7,41667	X

B	3	7,41667	X
C	3	9,91667	X
D	3	10	X

Πίνακας 7.13 Duncan Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	7,41667	X
B	3	7,41667	X
C	3	9,91667	X
D	3	10	X

Στους πίνακες 7.11, 7.12 και 7.13 αναφέρονται τα αποτελέσματα απο τρεις διαφορετικούς ελέγχους (LSD, Turkey HSD και Dunkan Test) με σκοπό τη σύγκριση μέσων τιμών. Αξίζει να σημειωθεί πως η μέση τιμή για το ύψος των φυτών με τη μέθοδο λίπανσης Α είναι ίδια με τη μέση τιμή του ύψους με τη μέθοδο λίπανσης Β. Επίσης, παρατηρούμε πως οι μέσες τιμές για το ύψος των φυτών και με τις τέσσερις μεθόδους λίπανσης είναι αρκετά κοντά.



Διάγραμμα 7.5 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ:

Τα δείγματα του πειράματος προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς με ίσες διακυμάνσεις και είναι ανεξάρτητα.

Αποδεικνύεται αν τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση.

Ho: Τα σφάλματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Hi: Τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή

	Test	*P-Value*
Shapiro-Wilk W	1,78879	0,227048

Επειδή α>0,05 απορρίπτεται η υπόθεση Ho. Άρα, τα σφάλματα ακολουθούν κανονικά κατανομή.

7.2. ΚΑΡΠΟΙ ΑΝΑ ΦΥΤΟ

7.2.1. Οι καρποί ανά φυτό 80 μέρες μετά τη φύτευση (16/7)

Πίνακας 7.14 Δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση

		1η ΜΕΤΡΗΣΗ	2η ΜΕΤΡΗΣΗ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 1η	Βιολογικό λίπασμα	95	85
	Κοπριά	45,5	57
	NPK	95	88,5
	Μάρτυρας	69	42,5
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 2η	Βιολογικό λίπασμα	61,5	54,5
	Κοπριά	67	45
	NPK	53,5	55,5
	Μάρτυρας	58	54,5
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 3η	Βιολογικό λίπασμα	30,5	29
	Κοπριά	62,5	55
	NPK	55,5	45
	Μάρτυρας	64	72,5

Στατιστική ανάλυση

Εξαρτημένη μεταβλητή: Καρποί ανα φυτό 80 μέρες μετά τη φύτευση

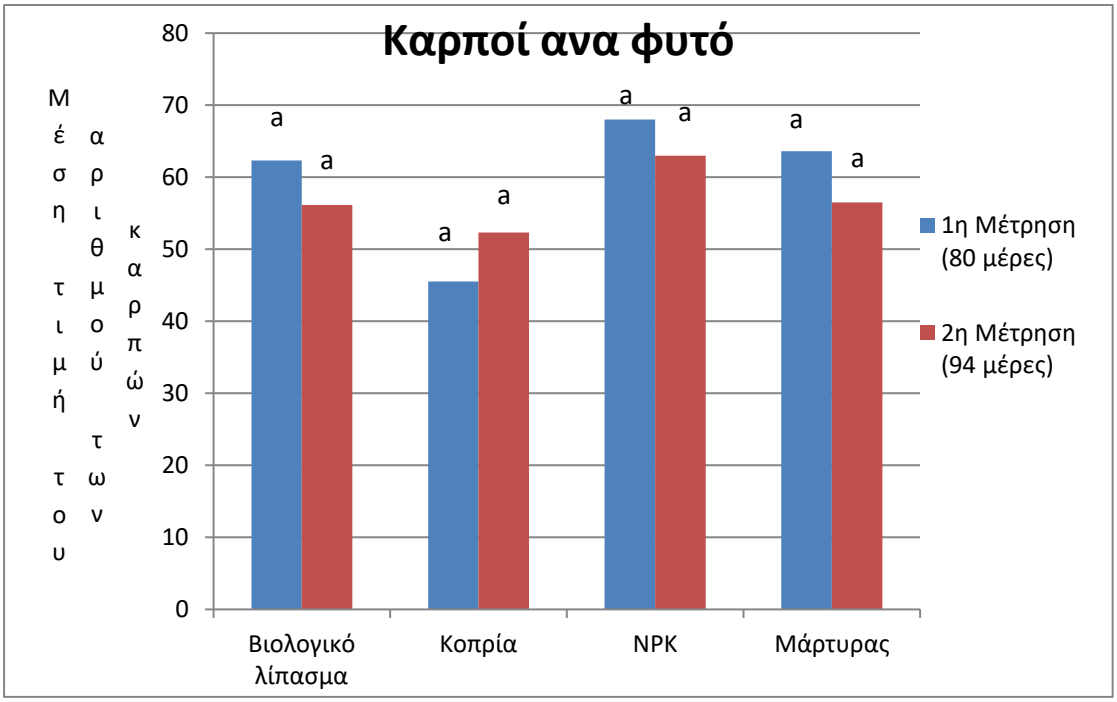
Παράγοντας : Λίπανση

Βιολογική Μέθοδος: A

Κοπριά: B

NPK: C

Μάρτυρας: D



Διάγραμμα 7.6 Διαγραμματική απεικόνιση για την μέση τιμή του αριθμού των καρπών των φυτών

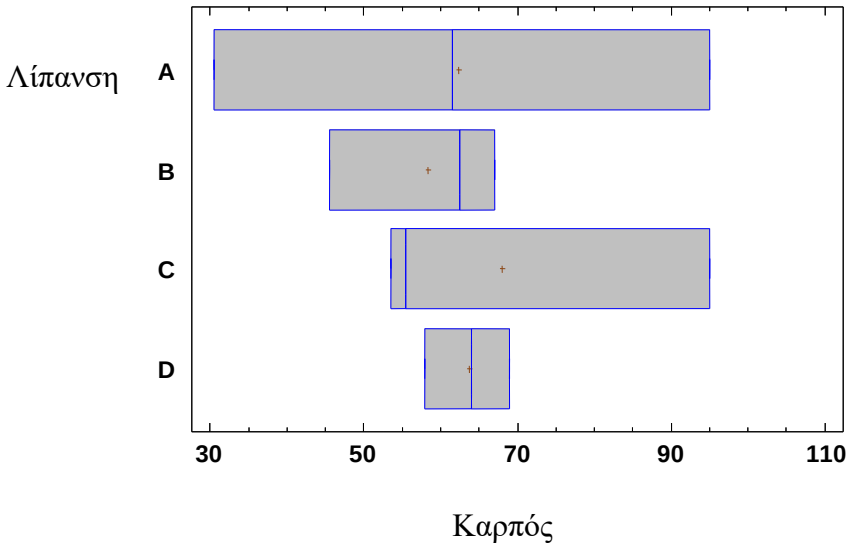
Το διάγραμμα 7.6 απεικονίζει για την μέση τιμή των καρπών των φυτών ανά μέθοδο λίπανσης. Αναφέρονται οι τιμές και από τις δύο μετρήσεις που έγιναν μετά από 80 και 94 μέρες μετά τη φύτευση. Υπήρξε τάση για μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό στην ανόργανη λίπανση. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.15 Οι τιμές για τον αριθμό των καρπών ανά φυτό 80 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική Μέθοδος (A)	3	62,3333	32,2581	30,5	95	64,5
Κοπριά (B)	3	58,3333	11,3395	45,5	67	21,5
NPK (C)	3	68	23,4041	53,5	95	41,5
Μάρτυρας (D)	3	63,6667	5,50757	58	69	11
Σύνολο	12	63,0833	18,1845	30,5	95	64,5

Ο πίνακας 7.15 δείχνει τη μέση για τον αριθμό των καρπών ανά φυτό σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης 80 μέρες μετά τη φύτευση. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τον αριθμό των καρπών ανά φυτό σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ



Διάγραμμα 7.7 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα

Πίνακας 7.16 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	P-Value
Εντός των ομάδων	142,917	3	47,6389	0,9524
Εκτός των ομάδων	3494,5	8	436,812	
Σύνολο	3637,42	11		

Ο πίνακας 7.16 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05,δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του αριθμού των καρπών ανά φυτό διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί το P – Value είναι 0,09524.

Πίνακας 7.17 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης

Σύγκριση Μεθόδων	Στατιστικά	Διαφορές
A - B		4
A - C		-5,66667
A - D		-1,33333
B - C		-9,66667
B - D		-5,33333
C - D		4,33333

* υποδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο πίνακας 7.17 αναφέρει τις διαφορές και τη στατιστική σημασία αυτών, όταν συγκρίνονται μεταξύ τους οι μέθοδοι λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Με το σύμβολο * και το κόκκινο χρώμα διακρίνονται οι διαφορές που θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα δεν υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.18 LSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	62,3333	X
B	3	58,3333	X
C	3	68	X
D	3	63,6667	X

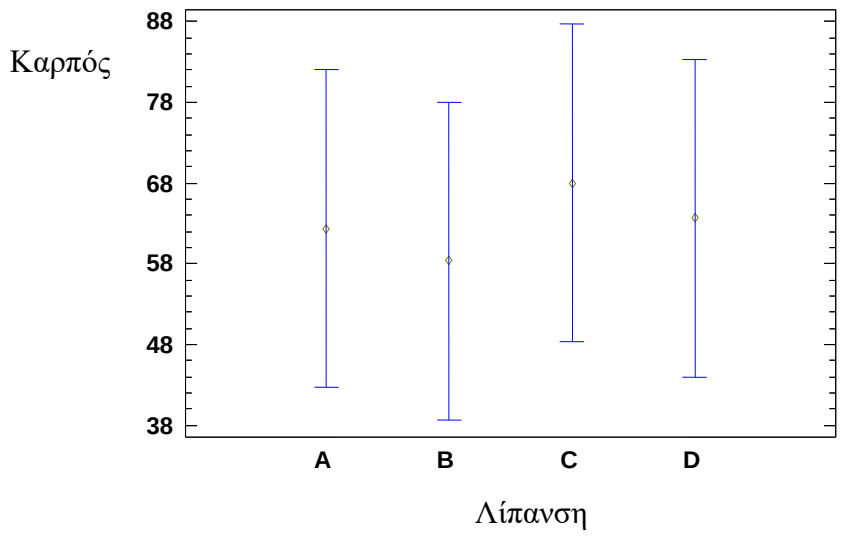
Πίνακας 7.19 Tukey HSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	58,3333	X
B	3	62,3333	X
C	3	63,6667	X
D	3	68	X

Πίνακας 7.20 DuncanTest

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	58,3333	X
B	3	62,3333	X
C	3	63,6667	X
D	3	68	X

Στους πίνακες 7.18, 7.19 και 7.20 αναφέρονται τα αποτελέσματα απο τρεις διαφορετικούς ελέγχους (LSD, Turkey HSD και Dunkan Test) με σκοπό τη σύγκριση μέσων τιμών. Επίσης, παρατηρούμε πως οι μέσες τιμές για το αριθμό των καρπών ανα φυτό και με τις τέσσερις μεθόδους λίπανσης είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 7.8 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Τα δείγματα του πειράματος προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς με ίσες διακυμάνσεις και είναι ανεξάρτητα.

Αποδεικνύεται αν τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση.

Ho: Τα σφάλματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Hi: Τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή

	Test	*P-Value*
Shapiro-Wilk W	1,97639	0,196172

Επειδή α>0,05 απορρίπτεται η υπόθεση Ho. Άρα, τα σφάλματα ακολουθούν κανονικά κατανομή.

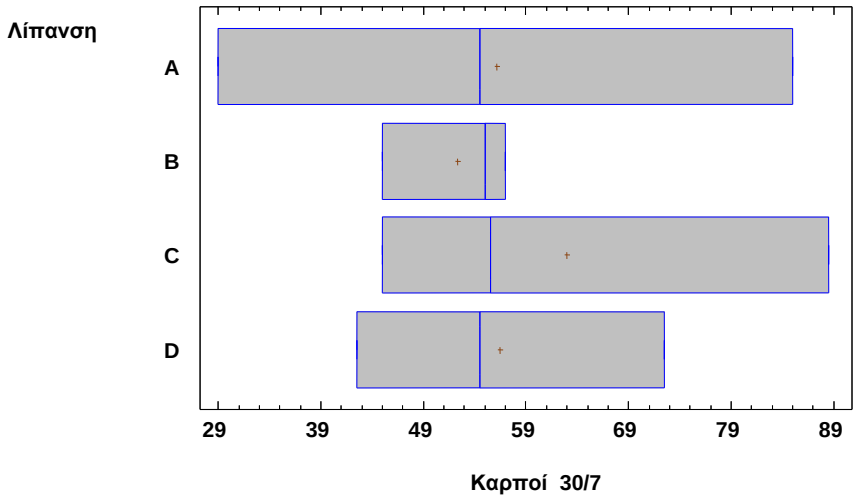
7.2.2.Οι καρποί ανά φυτό 94 μέρες μετά τη φύτευση (30/7)

Πίνακας 7.21 Οι τιμές για το ύψος του φυτού 94 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική Μέθοδος (A)	3	56,1667	28,0372	29	85	56
Κοπριά (B)	3	52,3333	6,4291	45	57	12
NPK (C)	3	63	22,6991	45	88,5	43,5
Μάρτυρας (D)	3	56,5	15,0997	42,5	72,5	30
Σύνολο	12	57	17,3664	29	88,5	59,5

Ο πίνακας 7.21 δείχνει τη μέση για τον αριθμό των καρπών ανά φυτό σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης 94 μέρες μετά τη φύτευση. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τον αριθμό των καρπών ανά φυτό σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ



Διάγραμμα 7.9 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα

Πίνακας 7.22 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	P-Value
Εντός των ομάδων	176,167	3	58,7222	0,9271
Εκτός των ομάδων	3141,33	8	392,667	
Σύνολο	3317,5	11		

Ο πίνακας 7.22 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του αριθμού των καρπών ανά φυτό διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί το P – Value είναι 0,09271.

Πίνακας 7.23 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης

Σύγκριση Μεθόδων	Στατιστικά	Διαφορές
A – B		3,83333
A – C		-6,83333
A – D		-0,333333
B – C		-10,6667
B – D		-4,16667
C – D		-6,5

* υποδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο πίνακας 7.23 αναφέρει τις διαφορές και τη στατιστική σημασία αυτών, όταν συγκρίνονται μεταξύ τους οι μέθοδοι λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Με το σύμβολο * και το κόκκινο χρώμα διακρίνονται οι διαφορές που θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα δεν υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.24 LSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	56,1667	X
B	3	52,3333	X
C	3	63	X
D	3	56,5	X

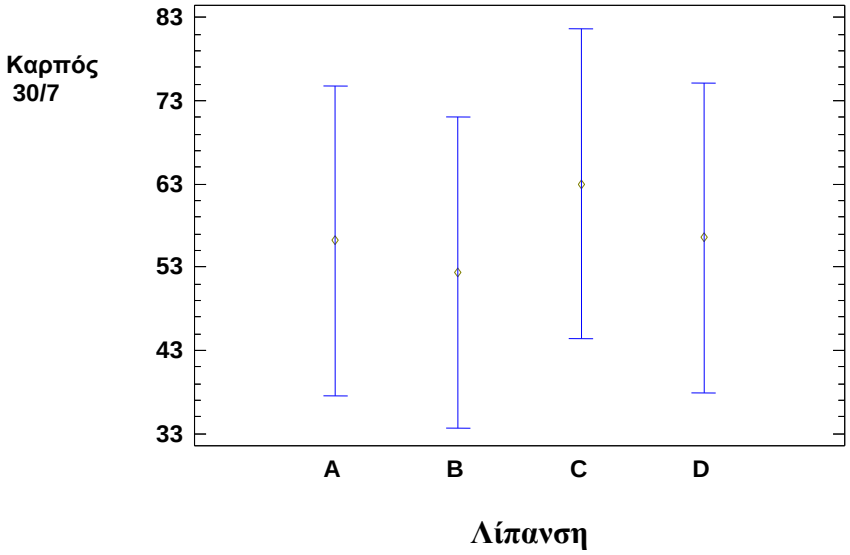
Πίνακας 7.25 Tukey HSD Test

Λίπανση	*Μετρήσεις*	*Μέση τιμή*	*Ομογενής ομάδα*
A	3	56,1667	X
B	3	52,3333	X
C	3	63	X
D	3	56,5	X

Πίνακας 7.26 DuncanTest

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	56,1667	X
B	3	52,1667	X
C	3	63	X
D	3	56,5	X

Στους πίνακες 7.24, 7.25 και 7.26 αναφέρονται τα αποτελέσματα απο τρεις διαφορετικούς ελέγχους (LSD, Turkey HSD και Dunkan Test) με σκοπό τη σύγκριση μέσων τιμών. Επίσης, παρατηρούμε πως οι μέσες τιμές για το αριθμό των καρπών ανα φυτό και με τις τέσσερις μεθόδους λίπανσης είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 7.10 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Τα δείγματα του πειράματος προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς με ίσες διακυμάνσεις και είναι ανεξάρτητα.

Αποδεικνύεται αν τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση.

Ho: Τα σφάλματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Hi: Τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή

	Test	*P-Value*
Shapiro-Wilk W	1,97639	0,196172

Επειδή α>0,05 απορρίπτεται η υπόθεση Ho. Άρα, τα σφάλματα ακολουθούν κανονικά κατανομή.

7.3. Το μέγεθος του καρπού

7.3.1Το μέγεθος του καρπού 80 μέρες μετά τη φύτευση

Πίνακας 7.27 Δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση

		1η ΜΕΤΡΗΣΗ	2η ΜΕΤΡΗΣΗ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 1η	Βιολογικό λίπασμα	4,36 cm	4,68 cm
	Κοπριά	3,9 cm	4,5 cm
	NPK	4,42 cm	4,43 cm
	Μάρτυρας	4,02 cm	4,47 cm
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 2η	Βιολογικό λίπασμα	3,91cm	4,35cm
	Κοπριά	4,11 cm	4,62 cm
	NPK	3,86cm	4,3 cm
	Μάρτυρας	3,85 cm	4,55 cm
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 3η	Βιολογικό λίπασμα	3,93 cm	4,32 cm
	Κοπριά	3,93 cm	4,43 cm
	NPK	4,07 cm	4,55 cm
	Μάρτυρας	4,11 cm	4,43cm

Στατιστική ανάλυση

Εξαρτημένη μεταβλητή: Καρποί ανα φυτό 80 μέρες μετά τη φύτευση

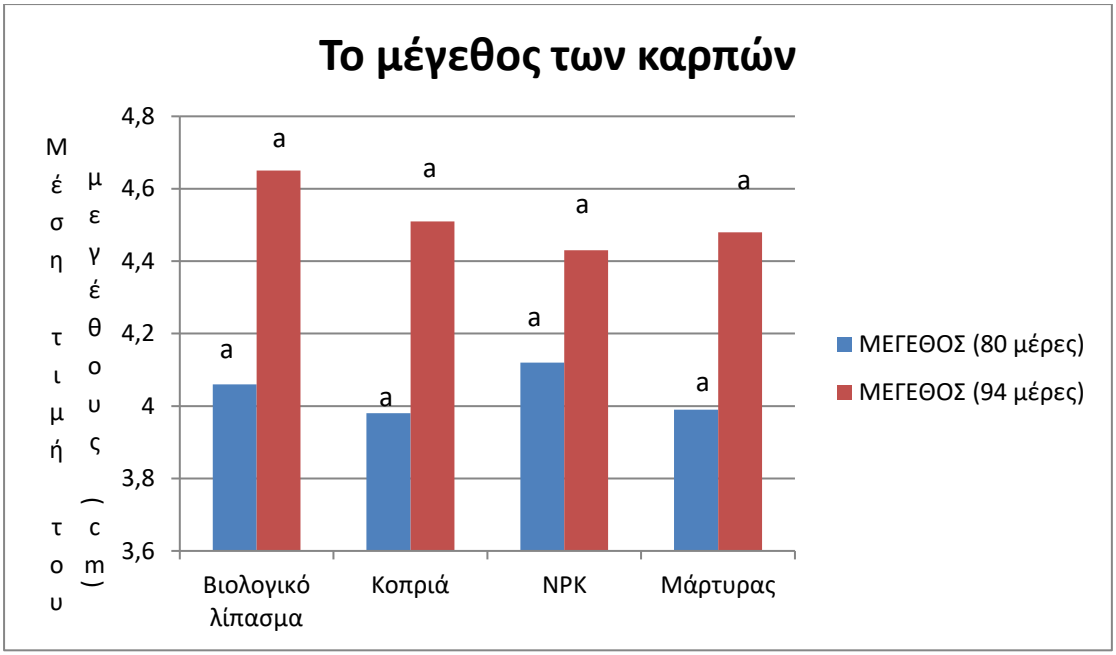
Παράγοντας : Λίπανση

Βιολογική Μέθοδος: A

Κοπριά: B

NPK: C

Μάρτυρας: D



Διάγραμμα 7.11 Διαγραμματική απεικόνιση για την μέση τιμή του μεγέθους των καρπών των φυτών

Το διάγραμμα 7.11 απεικονίζει για την μέση τιμή του μεγέθους των καρπών των φυτών ανά μέθοδο λίπανσης. Αναφέρονται οι τιμές και από τις δύο μετρήσεις που έγιναν μετά από 80 και 94 μέρες μετά τη φύτευση. Υπήρξε τάση για μεγαλύτερο μέγεθος καρπών στην οργανική λίπανση με κοπριά όμως οι διαφορές που παρατηρήθηκαν δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

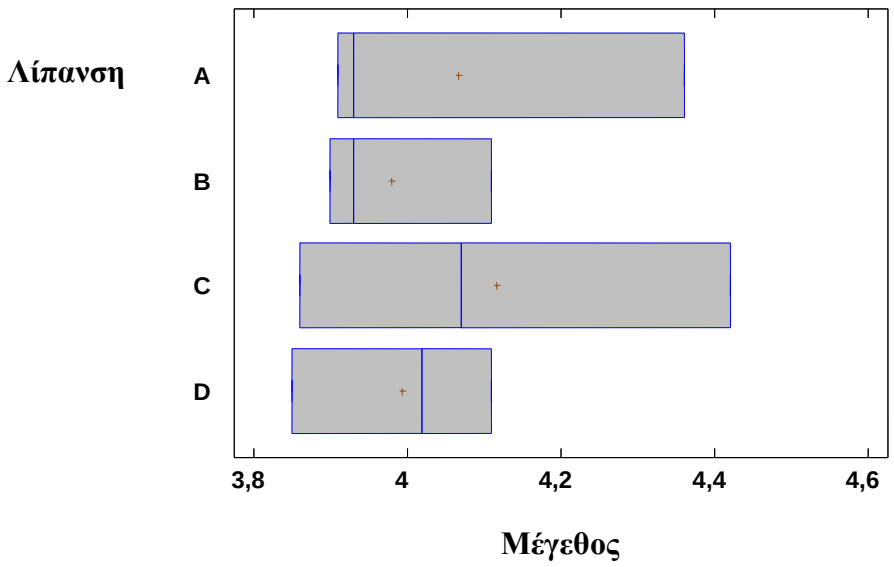
Πίνακας 7.28 Οι τιμές για το μέγεθος του φυτού 80 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική Μέθοδος (A)	3	4,06667	0,254231	3,91	4,36	0,45
Κοπριά (B)	3	3,98	0,113578	3,9	4,11	0,21
NPK (C)	3	4,11667	0,282902	3,86	4,42	0,56
Μάρτυρας	3	3,99333	0,132035	3,85	4,11	0,26

(D)						
Σύνολο	12	4,03917	0,18759	3,85	4,42	0,57

Ο πίνακας 7.28 δείχνει τη μέση για το μέγεθος των καρπών σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης 80 μέρες μετά τη φύτευση. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για το μέγεθος των καρπών ανά φυτό σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ



Διάγραμμα 7.12 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα

Πίνακας7.29 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	P-Value
Εντός των ομάδων	0,0370917	3	0,0123639	0,8367
Εκτός των ομάδων	0,35	8	0,04375	
Σύνολο	0,387092	11		

Ο πίνακας 7.29 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του μεγέθους των καρπών ανά φυτό διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί το P – Value είναι 0,8367.

Πίνακας 7.30 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης

Σύγκριση Μεθόδων	Στατιστικά	Διαφορές
A - B		0,0866667
A - C		-0,05
A - D		0,0733333
B - C		-0,136667
B - D		-0,0133333
C - D		0,123333

* υποδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο πίνακας 7.30 αναφέρει τις διαφορές και τη στατιστική σημασία αυτών, όταν συγκρίνονται μεταξύ τους οι μέθοδοι λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Με το σύμβολο * και το κόκκινο χρώμα διακρίνονται οι διαφορές που θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα δεν υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.3 1LSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	4,06667	X
B	3	3,98	X
C	3	4,11667	X
D	3	4, 99333	X

Πίνακας 7.32 Tukey HSD Test

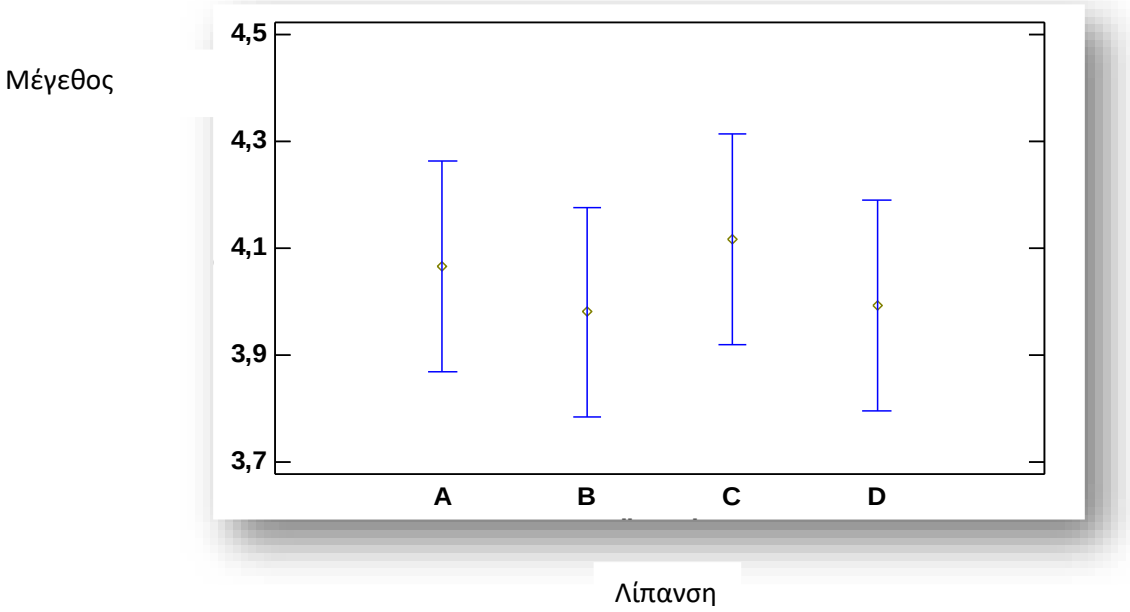
Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	4,06667	X
B	3	3,98	X

C	3	4,11667	X
D	3	4, 99333	X

Πίνακας 7.33 Duncan Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	4,06667	X
B	3	3,98	X
C	3	4,11667	X
D	3	4, 99333	X

Στους πίνακες 7.31, 7.32και 7.33αναφέρονται τα αποτελέσματα απο τρεις διαφορετικούς ελέγχους (LSD, Turkey HSD και Dunkan Test) με σκοπό τη σύγκριση μέσων τιμών. Επίσης, παρατηρούμε πως οι μέσες τιμές για το μέγεθος των καρπών ανα φυτό και με τις τέσσερις μεθόδους λίπανσης είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 7.13 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Τα δείγματα του πειράματος προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς με ίσες διακυμάνσεις και είναι ανεξάρτητα.

Αποδεικνύεται αν τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση.

Ho: Τα σφάλματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Hi: Τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή

	Test	*P-Value*
Shapiro-Wilk W	1,78879	0,227048

Επειδή α>0,05 απορρίπτεται η υπόθεση Ho. Άρα, τα σφάλματα ακολουθούν κανονικά κατανομή.

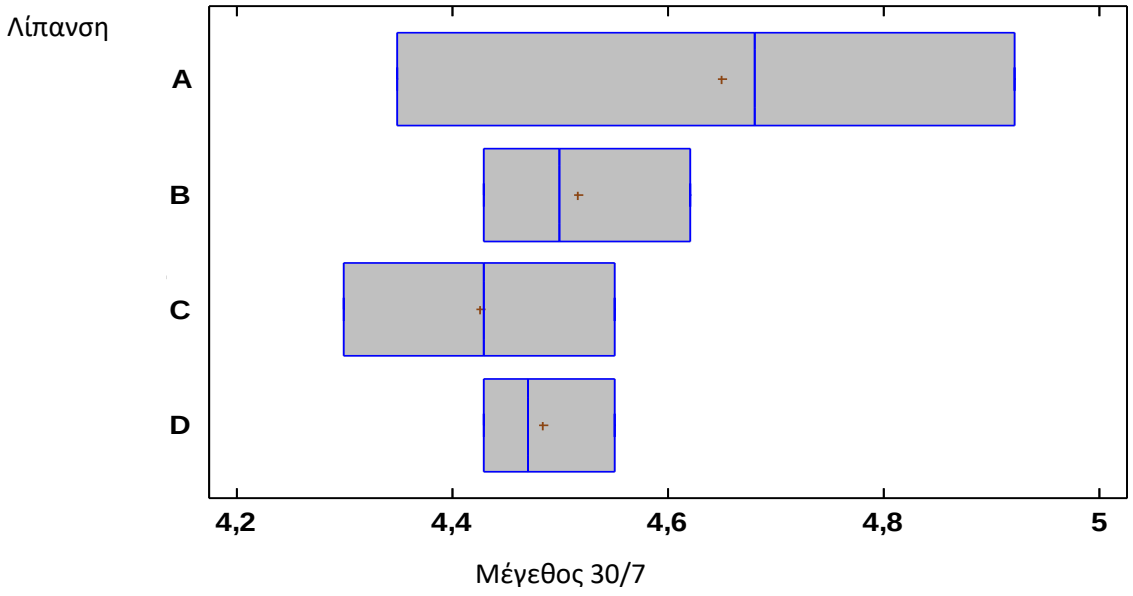
7.3.2.Το μέγεθος του καρπού 94 μέρες μετά τη φύτευση(30/7)

Πίνακας 7.34 Οι τιμές για το μέγεθος του φυτού 94 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική Μέθοδος (A)	3	4,65	0,286182	4,35	4,92	0,57
Κοπριά (B)	3	4,51667	0,0960902	4,43	4,62	0,19
NPK (C)	3	4,42667	0,125033	4,3	4,55	0,25
Μάρτυρας (D)	3	4,48333	0,061101	4,43	4,55	0,12
Σύνολο	12	4,51917	0,165664	4,3	4,92	0,62

Ο πίνακας 7.34 δείχνει τη μέση για το μέγεθος των καρπών σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης 94 μέρες μετά τη φύτευση. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για το μέγεθος των καρπών ανά φυτό σε κάθε επίπεδο επίδρασης

ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ



Διάγραμμα 7.14 Διαγραμματική απεικόνιση με θηκόγραμμα

Πίνακας 7.35 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	P-Value
Εντός των ομάδων	0,0808917	3	0,0269639	0,4506
Εκτός των ομάδων	0,221	8	0,027625	
Σύνολο	0,301892	11		

Ο πίνακας 7.35 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του μεγέθους των καρπών ανά φυτό διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί το P – Value είναι 0,4506.

Πίνακας 7.36 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης

Σύγκριση Μεθόδων	Στατιστικά	Διαφορές
A – B		0,133333
A – C		0,223333
A – D		0,166667
B – C		0,09
B – D		0,0333333
C – D		-0,0566667

* υποδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο πίνακας 7.36 αναφέρει τις διαφορές και τη στατιστική σημασία αυτών, όταν συγκρίνονται μεταξύ τους οι μέθοδοι λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Με το σύμβολο * και το κόκκινο χρώμα διακρίνονται οι διαφορές που θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα δεν υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.37 LSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	4,65	X
B	3	4,51667	X
C	3	4,42667	X
D	3	4,48333	X

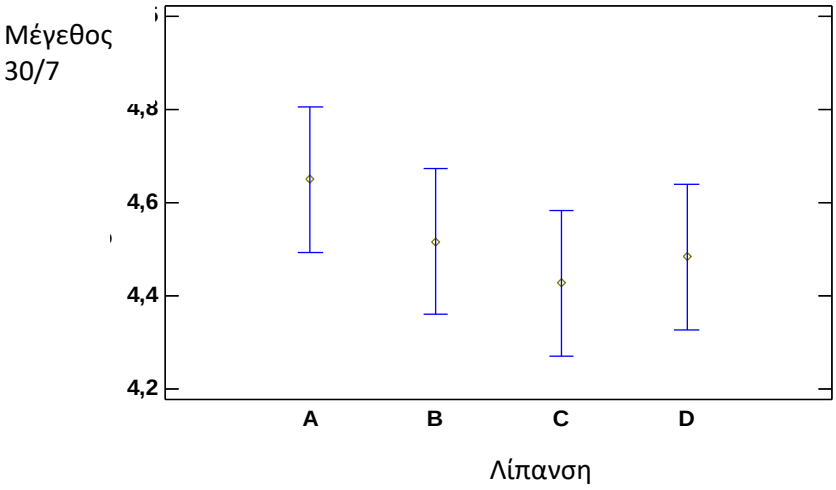
Πίνακας 7.38 Tukey HSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	4,65	X
B	3	4,51667	X
C	3	4,42667	X
D	3	4,48333	X

Πίνακας 7.39 Duncan Test

Λίπανση	*Μετρήσεις*	*Μέση τιμή*	*Ομογενής ομάδα*
A	3	4,65	X
B	3	4,51667	X
C	3	4,42667	X
D	3	4,48333	X

Στους πίνακες 7.37, 7.38 και 7.39 αναφέρονται τα αποτελέσματα απο τρεις διαφορετικούς ελέγχους (LSD, Turkey HSD και Dunkan Test) με σκοπό τη σύγκριση μέσων τιμών. Επίσης, παρατηρούμε πως οι μέσες τιμές για το μέγεθος των καρπών ανα φυτό και με τις τέσσερις μεθόδους λίπανσης είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 7.15 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Τα δείγματα του πειράματος προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς με ίσες διακυμάνσεις και είναι ανεξάρτητα.

Αποδεικνύεται αν τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση.

	Test	*P-Value*
Shapiro -Wilk W	1,78879	0,227048

Ho: Τα σφάλματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Hi: Τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή

Επειδή α>0,05 απορρίπτεται η υπόθεση Ho. Άρα, τα σφάλματα ακολουθούν κανονικά κατανομή.

7.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Πίνακας 7.40 Τα δεδομένα που καταγράφηκαν για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού για κάθε μέθοδο λίπανσης

Μέθοδοι Λίπανσης		Λυκο-πένιο	Αντο-χή	Brix	L	a	b	a/b
Βιολογική Μέθοδος (A)	1η Μέτρηση	89,67	4,030	4,328	43,135	34,170	26,6716	1,2811
	2η Μέτρηση	91,56	4,56	4,342	43,825	34,259	29,083	1,779
	3ηΜέτρηση	90,615	4,295	4,335	43,48	34,2147	27,8773	1,2295
Κοπριά (B)	1η Μέτρηση	92,53	4,78	4,49	42,95	34,780	25,40	1,3692
	2η Μέτρηση	87,42	4,63	4,41	41,98	34,66	26,51	1,3074
	3ηΜέτρηση	89,975	4,705	4,45	42,465	34,72	25,955	1,3383
NPK (C)	1η Μέτρηση	82,65	4,23	4,29	41,97	34,57	25,060	1,3794
	2η Μέτρηση	79,52	4,85	4,27	41,93	34,72	26,080	1,3312
	3η Μέτρηση	81,085	4,54	4,28	41,95	34,645	25,57	1,3553
Μάρτυρας (D)	1η Μέτρηση	76,35	3,78	4,01	42,010	36,12	26,87	1,3442
	2η Μέτρηση	71,52	4,67	4,12	43,17	35,02	25,94	1,35
	3η Μέτρηση	73,935	4,225	4,065	42,59	35,57	26,405	1,3471

Πίνακας 7.41Κι άλλα δεδομένα που καταγράφηκαν για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού για κάθε μέθοδο λίπανσης (συνέχεια του προηγούμενου πίνακα)

Μέθοδοι Λίπαν-σης		Colour index	Hue	Chroma	DifWred	Ογκομε-τρούμενη Οξύτητα % W/W	Maturity index brix/οξύ-τητα
Βιολογι-κή Μέθοδος (A)	1η Μέτρηση	29,7	57,854	43,347	37,757	0,237	18,233
	2η Μέτρηση	26,878	50,443	44,939	39,326	0,249	17,3967
	3η Μέτρηση	28,289	54,1485	44,286	38,5415	0,243	17,814
Κοπριά	1η Μέτρηση	31,881	63,984	43,067	36,4816	0,257	17,4463

(B)	2η Μέτρηση	31,144	59,6991	43,636	37,539	0,249	17,662
	3η Μέτρηση	31,025	61,8415	43,3515	37,0206	0,253	17,554
NPK (C)	1η Μέτρηση	32,868	64,683	42,698	36,594	0,335	12,789
	2η Μέτρηση	31,750	61,360	43,424	37,207	0,3047	14,012
	3η Μέτρηση	32,309	63,0215	43,061	36,9005	0,3198	13,4005
Μάρτυ-ρας (D)	1η Μέτρηση	31,998	62,258	45,018	36,8251	0,2855	14,0445
	2η Μέτρηση	31,272	62,658	43,581	36,654	0,307	13,4079
	3η Μέτρηση	31,635	62,458	44,2995	36,7395	0,296	13,7262

7.4.1 Περιεκτικότητα σε Λυκοπένιο

Πίνακας 7.42 Οι τιμές για την περιεκτικότητα σε Λυκοπένιο με κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

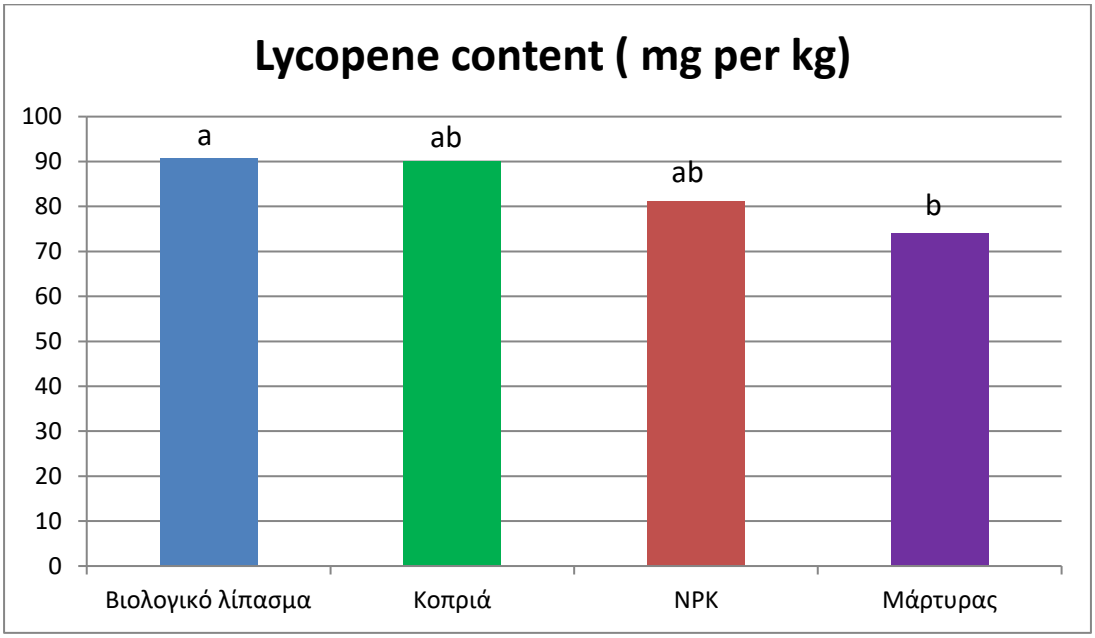
Λίπανση	Μετρή-σεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	90,6133	0,945004	89,67	91,56	1,89
Κοπριά (B)	3	89,9733	2,555	87,42	92,53	5,11
NPK (C)	3	81,0833	1,565	79,52	82,65	3,13
Μάρτυρας (D)	3	73,935	2,415	71,52	76,35	4,83
Σύνολο	12	83,9013	7,37916	71,52	92,53	21,01

Ο πίνακας 7.42 δείχνει τη περιεκτικότητα σε λυκοπένιο σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Ουσιαστικά το λυκοπένιο, η κόκκινη χρωστική της τομάτας, είναι το πιο σημαντικό καροτενοειδές εξαιτίας της αντιοξειδωτικής του δράσης για τις χρόνιες ασθένειες (Bilalis et al., 2018).Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για την περιεκτικότητα των φυτών σε λυκοπένιο.

Πίνακας 7.43 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	567,567	3	189,189	48,19	0,0000
Εκτός των ομάδων	31,4051	8	3,92563		
Σύνολο	598,972	11			

Ο πίνακας 7.43 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α<0,05, υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή της περιεκτικότητας σε λυκοπένιο διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι μηδενική.



Διάγραμμα 7.16 Διαγραμματική Απεικόνιση της Περιεκτικότητας σε Λυκοπένιο

Το διάγραμμα 7.16 αναφέρεται στη περιεκτικότητα σε λυκοπένιο που καταγράφηκε με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Η περιεκτικότητα εκφράζεται σε mg ανά kg. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των

διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.2 Αντοχή στη διάτρηση (kg)

Πίνακας 7.44 Οι τιμές για την αντοχή στη διάτρηση των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

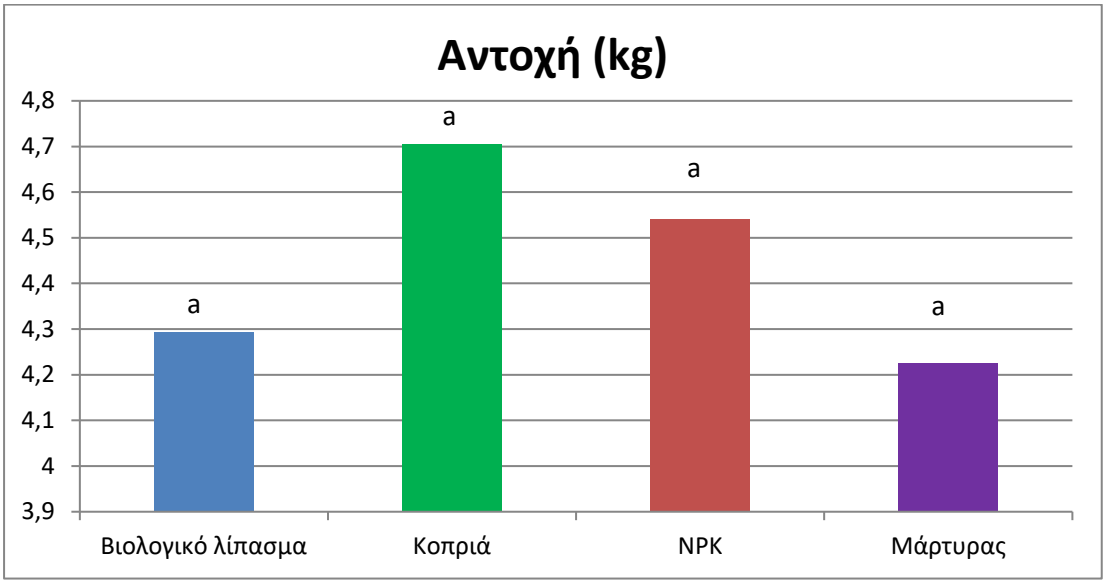
Λίπανση	Μετρή-σεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	4,29333	0,265016	4,03	4,56	0,53
Κοπριά (B)	3	4,705	0,075	4,63	4,78	0,15
NPK (C)	3	4,54	0,31	4,23	4,85	0,62
Μάρτυρας (D)	3	4,225	0,445	3,78	4,67	0,89
Σύνολο	12	4,44083	0,328058	3,78	4,85	1,07

Ο πίνακας 7.44 δείχνει την αντοχή στη διάτρηση σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τη σκληρότητα των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.45 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	0,443875	3	0,147958	1,60	0,2643
Εκτός των ομάδων	0,739967	8	0,0924958		
Σύνολο	1,18384	11			

Ο πίνακας 7.45 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα, που αποδεικνύουν, ότι η μέση τιμή της αντοχής στη διάτρηση διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή Ρείναι 0,2643.



Διάγραμμα 7.17 Διαγραμματική Απεικόνιση της Αντοχής στη Διάτρηση

Το διάγραμμα 7.17 αναφέρεται στην αντοχή που εμφανίζουν τα φυτά με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Η αντοχή εκφράζεται σε kg. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.3. Ολικά διαλυτά στερεά - Βαθμοί Brix

Πίνακας 7.46 Οι τιμές για την περιεκτικότητα των φυτών σε διαλυτά στερεά με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

Λίπανση	Μετρή-σεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	4,335	0,0072	4,3278	4,3422	0,0144

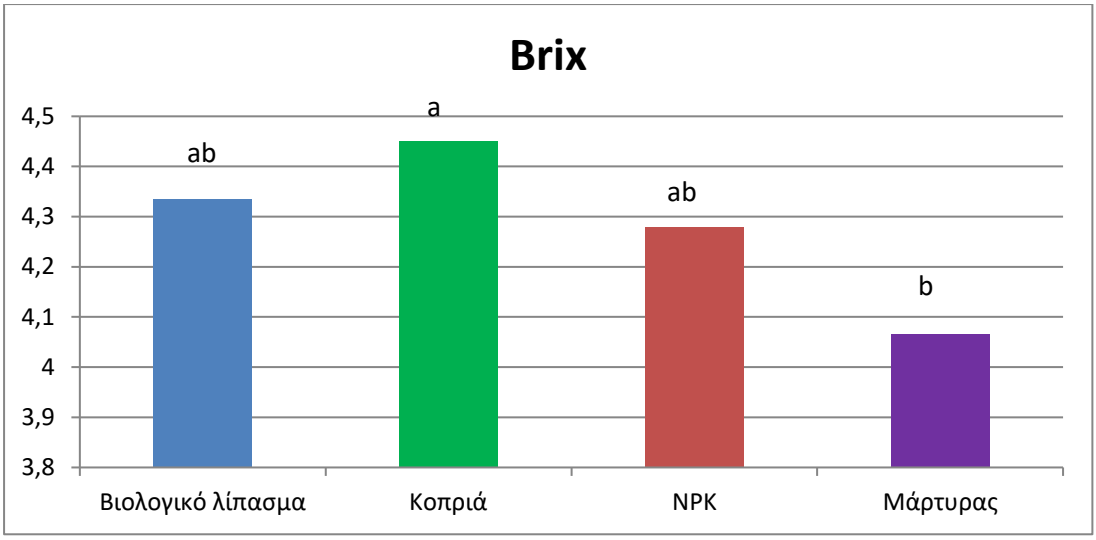
Κοπριά (B)	3	4,45	0,04	4,41	4,49	0,08
NPK (C)	3	4,28	0,01	4,27	4,29	0,02
Μάρτυρας (D)	3	4,055	0,055	4,01	4,12	0,11
Σύνολο	12	4,2825	0,148914	4,01	4,49	0,48

Ο πίνακας 7.46 δείχνει την περιεκτικότητα των φυτών σε διαλυτά στερεά σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για την περιεκτικότητα των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.47 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	0,234375	3	0,078125	65,42	0,0000
Εκτός των ομάδων	0,00955368	8	0,00119421		
Σύνολο	0,243929	11			

Ο πίνακας 7.47 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το $\alpha>0,05$, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα, που αποδεικνύουν, ότι η μέση τιμή της περιεκτικότητας των φυτών σε διαλυτά στερεά διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι μηδενική.



Διάγραμμα 7.18 Διαγραμματική Απεικόνιση των ολικών διαλυτών στερεών – βαθμών Brix

Το διάγραμμα 7.18 αναφέρεται στην περιεκτικότητα διαλυτών στερεών, που εμφανίζουν τα φυτά με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Η περιεκτικότητα εκφράζεται σε βαθμούς Brix. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.4. Χρωματικοί παράγοντες

7.4.4.1 Χρωματικός παράγοντας L

Πίνακας 7.48 Οι τιμές για τον χρωματικό παράγοντα Lτων φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

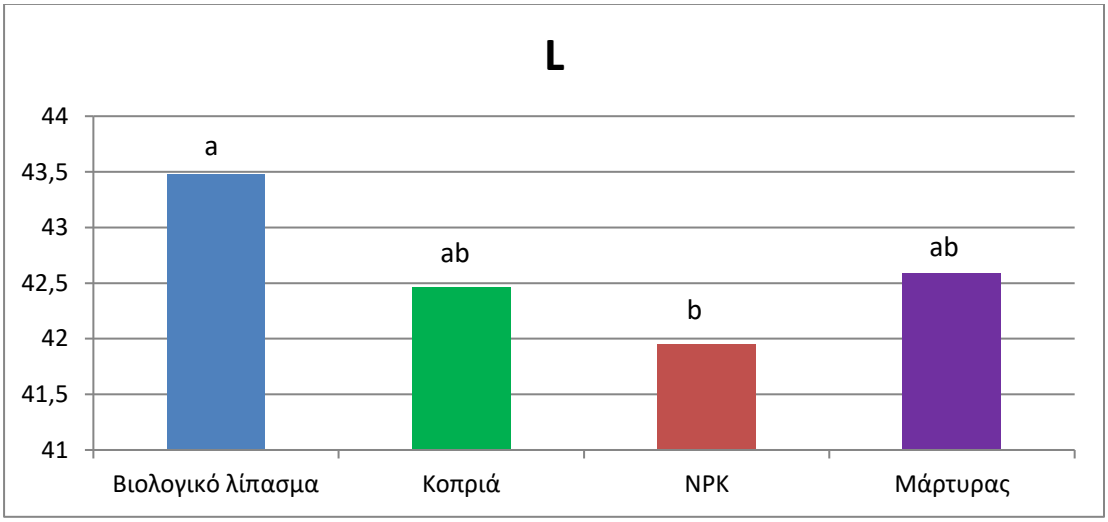
Λίπανση	Μετρή-σεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	43,48	0,345	43,135	43,825	0,69
Κοπριά (B)	3	42,465	0,485	41,98	42,95	0,97
NPK (C)	3	41,95	0,02	41,93	41,97	0,04
Μάρτυρας (D)	3	42,59	0,58	42,01	43,17	1,16
Σύνολο	12	42,621	0,675705	41,93	43,825	1,895

Ο πίνακας 7.48δείχνει την επιρροή του παράγοντα L στο χρώμα της τομάτας σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για του παράγοντα L σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.49 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	3,64026	3	1,21342	7,02	0,0125
Εκτός των ομάδων	1,3821	8	0,172763		
Σύνολο	5,02236	11			

Ο πίνακας 7.49 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του παράγοντα Lδιαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι 0,0125.



Διάγραμμα 7.19 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα L

Το διάγραμμα 7.19αναφέρεταιτηνεπιρροή του παράγοντα L στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.4.2 Χρωματικός Παράγοντας α

Πίνακας 7.50 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα α στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

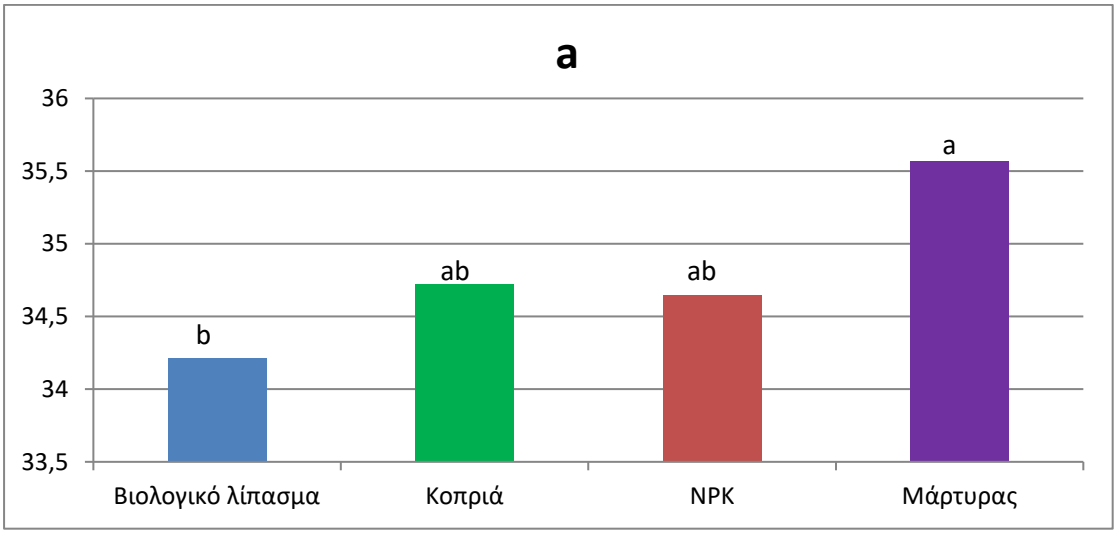
Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	34,2147	0,0447	34,17	34,2594	0,0894
Κοπριά (B)	3	34,72	0,06	34,66	34,78	0,12
NPK (C)	3	34,645	0,075	34,57	34,72	0,15
Μάρτυρας (D)	3	35,57	0,55	35,02	36,12	1,1
Σύνολο	12	34,7874	0,565947	34,17	36,12	1,95

Ο πίνακας 7.50 δείχνει την επιρροή του παράγοντα α στο χρώμα της τομάτας σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τον παράγοντα α σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.51 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	2,89581	3	0,965269	12,31	0,0023
Εκτός των ομάδων	0,627446	8	0,0784308		
Σύνολο	3,52325	11			

Ο πίνακας 7.51 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του παράγοντα α διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι 0,0023.



Διάγραμμα 7.20 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα α

Το διάγραμμα 7.20 αναφέρεται στην επιρροή του παράγοντα α στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.3.3 Χρωματικός Παράγοντας b

Πίνακας 7.52 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα b στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (Α)	3	27,8773	1,2057	26,6716	29,083	2,4114
Κοπριά (Β)	3	25,955	0,555	25,4	26,51	1,11

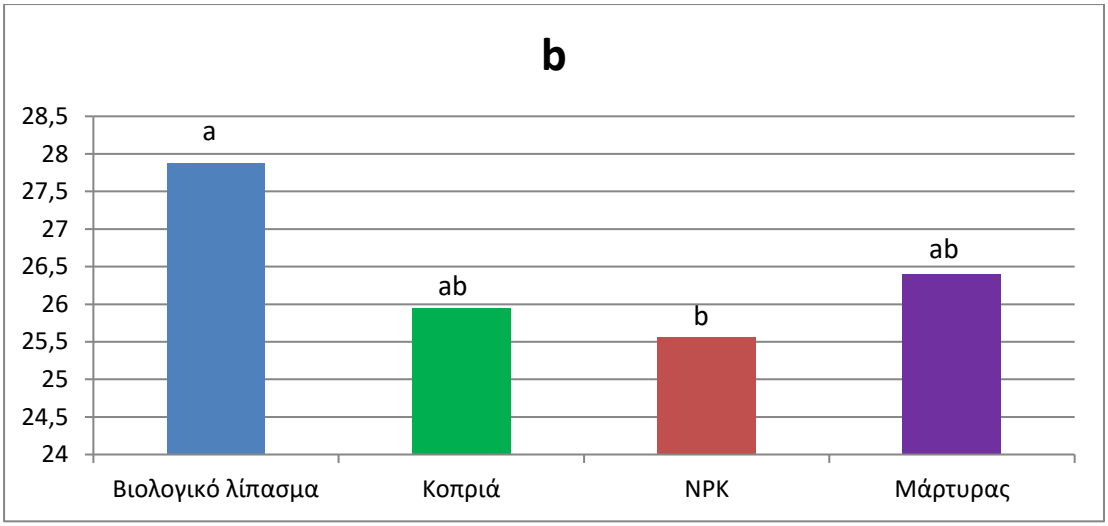
NPK (C)	3	25,57	0,51	25,06	26,08	1,02
Μάρτυρας (D)	3	26,405	0,465	25,94	26,87	0,93
Σύνολο	12	26,4518	1,11404	25,06	29,083	4,023

Ο πίνακας 7.52 δείχνει την επιρροή του παράγοντα b στο χρώμα της τομάτας σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τον παράγοντα bσε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.53 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	9,17587	3	3,05862	5,47	0,0244
Εκτός των ομάδων	4,47612	8	0,559516		
Σύνολο	13,652	11			

Ο πίνακας 7.53 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του παράγοντα bδιαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι 0,0244.



Διάγραμμα 7.21 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα b

Το διάγραμμα 7.21αναφέρεται στην επιρροή του παράγοντα b στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.4.4 Χρωματικός Παράγοντας α/b

Πίνακας 7.54 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα α/b στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	1,42987	0,303457	1,2295	1,779	0,5495
Κοπριά (B)	3	1,3383	0,0309	1,3074	1,3692	0,0618
NPK (C)	3	1,3553	0,0241	1,3312	1,3794	0,0482
Μάρτυρας (D)	3	1,3471	0,0029	1,3442	1,35	0,0058
Σύνολο	12	1,36764	0,135908	1,2295	1,779	0,5495

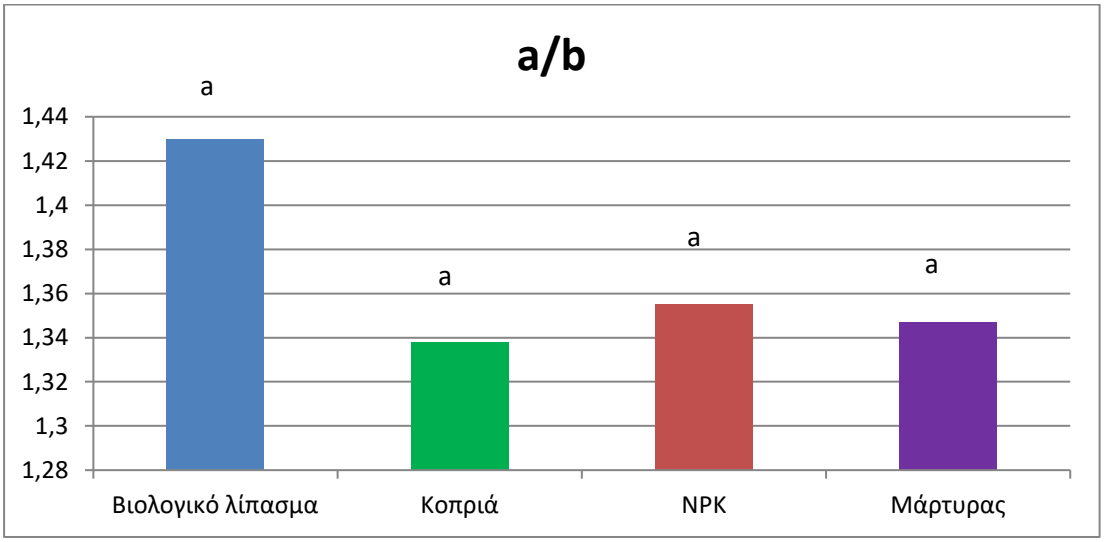
Ο πίνακας 7.54 δείχνει την επιρροή του παράγοντα α/b στο χρώμα της τομάτας σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη

και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τον παράγοντα α/bστο χρώμα των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.55 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	0,0159215	3	0,00530716	0,23	0,8752
Εκτός των ομάδων	0,18726	8	0,0234076		
Σύνολο	0,203182	11			

Ο πίνακας 7.55 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα, που αποδεικνύουν, ότι η μέση τιμή του παράγοντα α/bδιαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι 0,8752.



Διάγραμμα 7.22 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα α/b

Το διάγραμμα 7.22 αναφέρεται την επιρροή του παράγοντα α/b στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.4.5. Χρωματικός Παράγοντας colour index

Πίνακας 7.56 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα colour index στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	28,289	1,411	26,878	29,7	2,822
Κοπριά (B)	3	31,35	0,463693	31,025	31,881	0,856
NPK (C)	3	32,309	0,559	31,75	32,868	1,118
Μάρτυρας (D)	3	31,635	0,363	31,272	31,998	0,726
Σύνολο	12	30,8957	1,75645	26,878	32,868	5,99

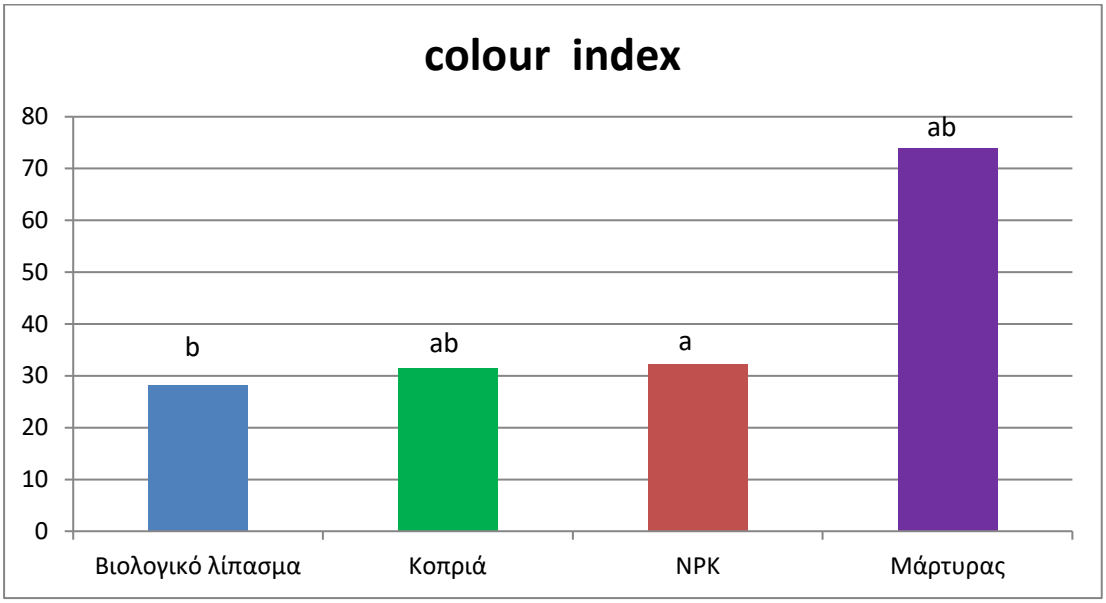
Ο πίνακας 7.56 δείχνει την επιρροή του παράγοντα colour index στο χρώμα της τομάτας σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τον παράγοντα colour index των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.57 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	28,6358	3	9,54525	14,41	0,0014
Εκτός των ομάδων	5,30036	8	0,662546		
Σύνολο	33,9361	11			

Ο πίνακας 7.57 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το $\alpha>0,05$, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του παράγοντα colour index διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95%

διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι 0,0014.



Διάγραμμα 7.23 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα colour index

Το διάγραμμα 7.23 αναφέρεται στην επιρροή του παράγοντα colour index στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.3.6. Χρωματικός Παράγοντας hue

Πίνακας 7.58 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα hue στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

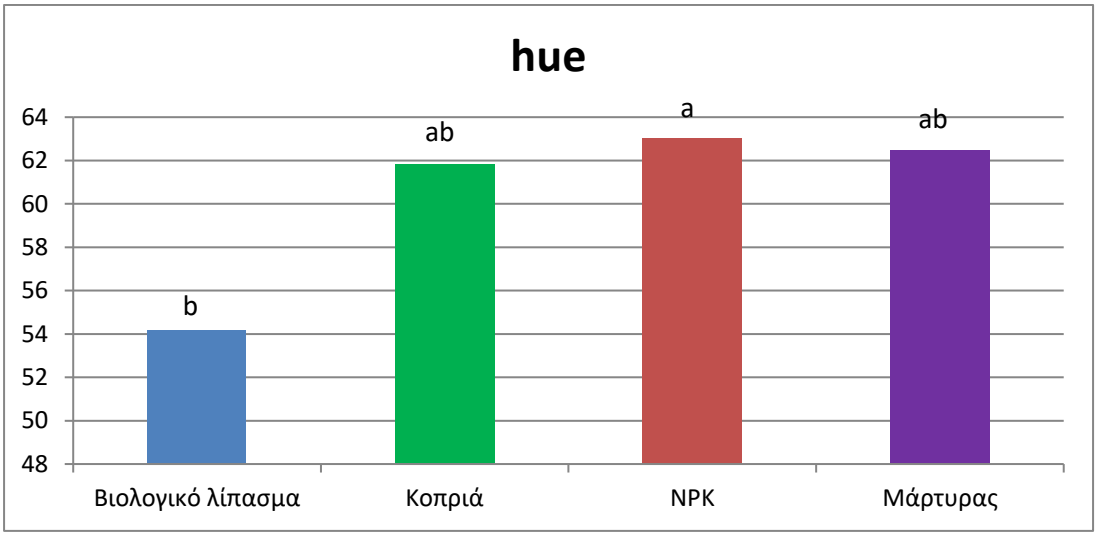
Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	54,1485	3,7055	50,443	57,854	7,411
Κοπριά (B)	3	61,8415	2,14245	59,6991	63,984	4,2849
NPK (C)	3	63,0215	1,6615	61,36	64,683	3,323
Μάρτυρας (D)	3	62,458	0,2	62,258	62,658	0,4
Σύνολο	12	60,3674	4,25367	50,443	64,683	14,24

Ο πίνακας 7.58 δείχνει την επιρροή του παράγοντα hue στο χρώμα της τομάτας σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τον παράγοντα hue των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.59 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	156,788	3	52,2626	9,90	0,0045
Εκτός των ομάδων	42,2428	8	5,28035		
Σύνολο	199,031	11			

Ο πίνακας 7.59 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του παράγοντα hueδιαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι 0,0045.



Διάγραμμα 7.24 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα hue

Το διάγραμμα 7.24 αναφέρεται στην επιρροή του παράγοντα hue στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες

υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.4.7. Χρωματικός Παράγοντας chroma

Πίνακας 7.60 Οι τιμές για τον παράγοντα chroma των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	44,1907	0,80027	43,347	44,939	1,592
Κοπριά (B)	3	43,3515	0,2845	43,067	43,636	0,569
NPK (C)	3	43,061	0,363	42,698	43,424	0,726
Μάρτυρας (D)	3	44,2995	0,7185	43,581	45,018	1,437
Σ	12	43,7257	0,745937	42,698	45,018	2,32

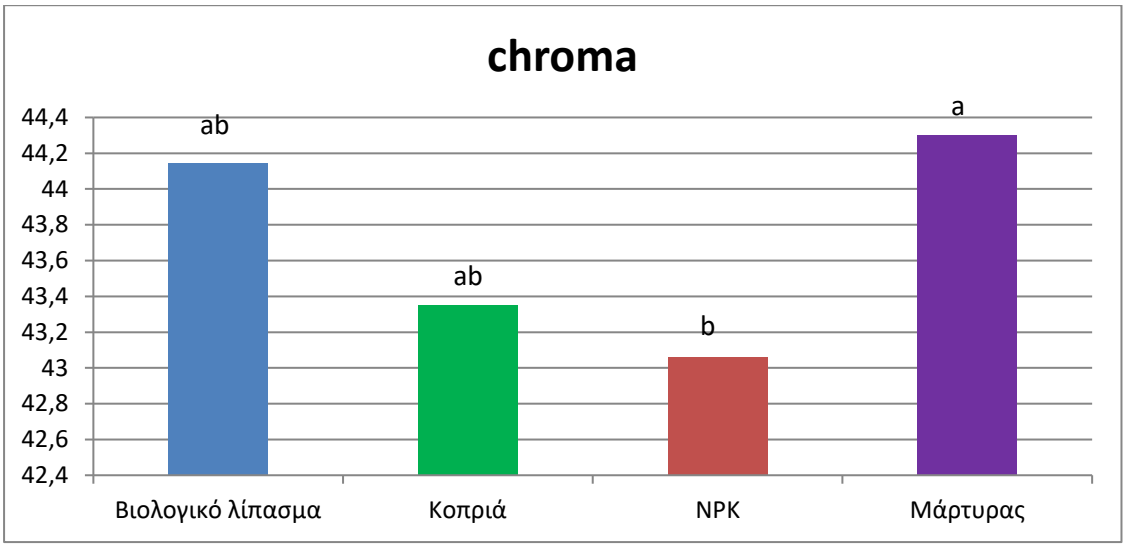
Ο πίνακας 7.60 δείχνει την επιρροή του παράγοντα chroma στο χρώμα της τομάτας σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για του παράγοντα chroma των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.61 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	3,38188	3	1,12729	3,29	0,0789
Εκτός των ομάδων	2,73877	8	0,342346		
Σύνολο	6,12064	11			

Ο πίνακας 7.61 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το $\alpha>0,05$, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του παράγοντα chroma

διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι 0,0789.



Διάγραμμα 7.25 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα chroma

Το διάγραμμα 7.25 αναφέρεται στην επιρροή του παράγοντα chroma στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.4.8.Χρωματικός Παράγοντας DifWred

Πίνακας 7.62 Οι τιμές για την επιρροή του παράγοντα DifWred στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	38,5415	0,7845	37,757	39,326	1,569
Κοπριά (B)	3	37,0137	0,528733	36,4816	37,539	1,0574
NPK (C)	3	36,9005	0,3065	36,594	37,207	0,613
Μάρτυρας (D)	3	36,7395	0,08555	36,654	36,8251	0,1711

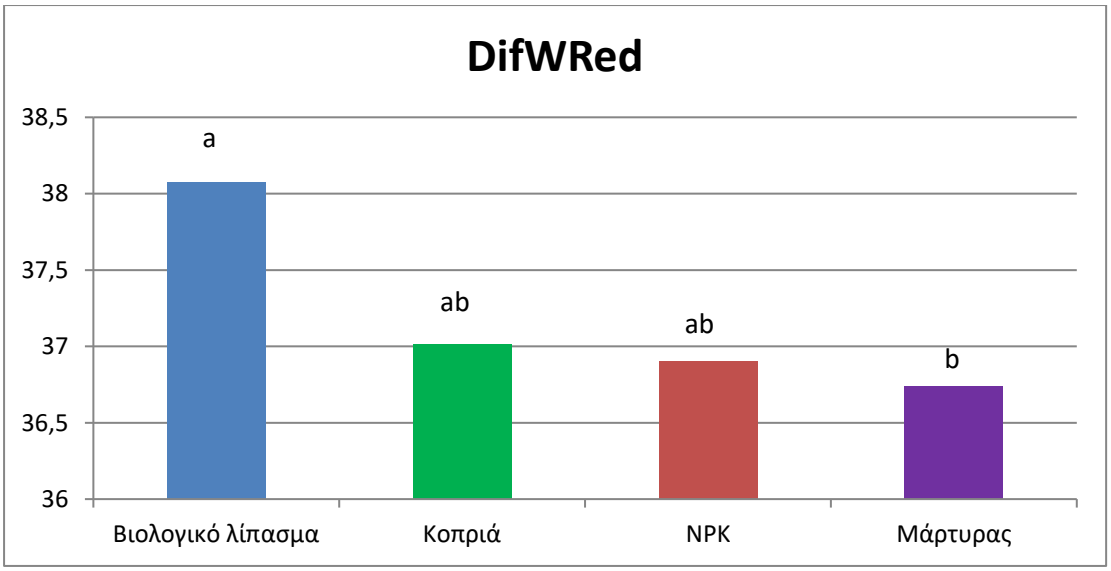
Σϋνολο	12	37,2988	0,867781	36,4816	39,326	2,8444

Ο πίνακας 7.62 δείχνει την επιρροή του παράγοντα DifWred στο χρώμα της τομάτας σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τον παράγοντα DifWredτων φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.63 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	6,29097	3	2,09699	8,42	0,0074
Εκτός των ομάδων	1,99252	8	0,249065		
Σύνολο	8,28349	11			

Ο πίνακας 7.63 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή του παράγοντα DifWred διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι 0,0074.



Διάγραμμα 7.26 Διαγραμματική Απεικόνιση του παράγοντα DifWred

Το διάγραμμα 7.26 αναφέρεται στην επιρροή του παράγοντα DifWred στο χρώμα της τομάτας με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.5. Ογκομετρούμενη Οξύτητα (% w/w)

Πίνακας 7.64 Οι τιμές για την ογκομετρούμενη οξύτητα των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

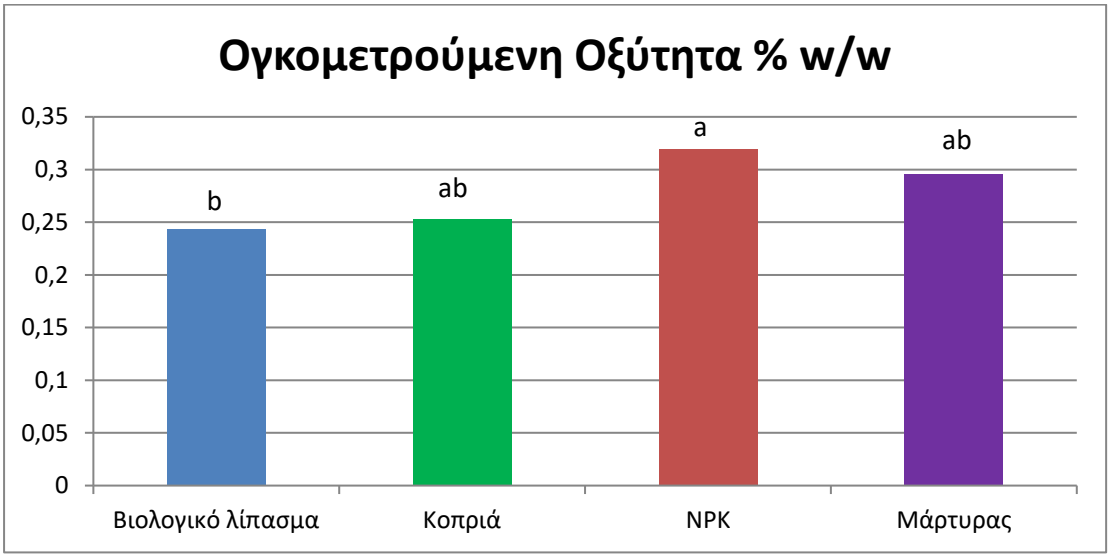
Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	0,243	0,006	0,237	0,249	0,012
Κοπριά (B)	3	0,253	0,004	0,249	0,257	0,008
NPK (C)	3	0,319833	0,01515	0,3047	0,335	0,0303
Μάρτυρας (D)	3	0,296167	0,010751	0,2855	0,307	0,0215
Total	12	0,278	0,0338236	0,237	0,335	0,098

Ο πίνακας 7.64 δείχνει την ογκομετρούμενη οξύτητα σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για την οξύτητα των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.65 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	0,0117902	3	0,00393006	39,59	0,0000
Εκτός των ομάδων	0,000794213	8	0,0000992767		
Σύνολο	0,0125844	11			

Ο πίνακας 7.65 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή της αντοχής στη διάτρηση διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι μηδενική.



Διάγραμμα 7.27 Διαγραμματική Απεικόνιση της ογκομετρούμενης οξύτητας

Το διάγραμμα 7.27 αναφέρεται στην ογκομετρούμενη οξύτητα των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Η οξύτητα εκφράζεται επί % w/w. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.5. Ωρίμανση

Πίνακας 7.66 Οι τιμές για την ωρίμανση (brix / οξύτητα) των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	17,8146	0,41815	17,3967	18,233	0,8363
Κοπριά (B)	3	17,5541	0,10785	17,4463	17,662	0,2157

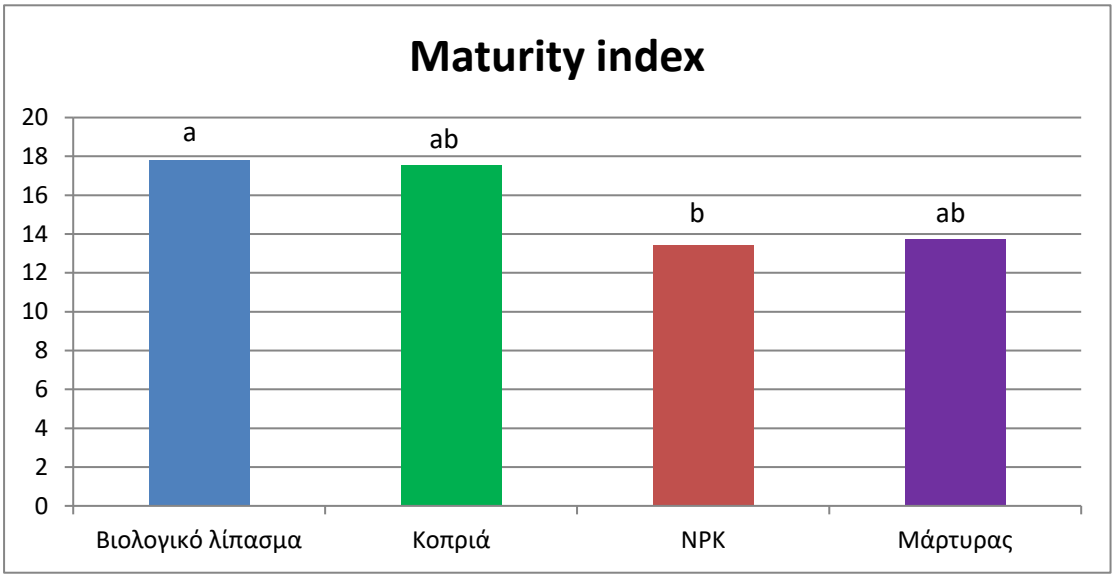
NPK (C)	3	13,4005	0,6115	12,789	14,012	1,223
Μάρτυρας (D)	3	13,7262	0,3183	13,4079	14,0445	0,6366
Σύνολο	12	15,6238	2,18532	12,789	18,233	5,444

Ο πίνακας 7.66 δείχνει την ωρίμανση σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για τη σκληρότητα των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

Πίνακας 7.67 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	F	P-value
Εντός των ομάδων	51,2084	3	17,0695	103,18	0,0000
Εκτός των ομάδων	1,32346	8	0,165432		
Σύνολο	52,5319	11			

Ο πίνακας 7.67 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το $\alpha>0,05$, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα, που αποδεικνύουν, ότι η μέση τιμή της ωρίμανσης διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφορά, γιατί η τιμή P είναι μηδενική.



Διάγραμμα 7.28 Διαγραμματική Απεικόνιση της ωρίμανσης.

Το διάγραμμα 7.28 αναφέρεται στην ωρίμανση των φυτών με τη χρήση κάθε μίας μεθόδου λίπανσης. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

7.4.7. Αποδόσεις

7.4.7.1 Η απόδοση των καρπών 94 μέρες μετά τη φύτευση (30/7)

Πίνακας 7.68 Δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση

		1η ΜΕΤΡΗΣΗ	2η ΜΕΤΡΗΣΗ
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 1η	Βιολογικό λίπασμα	69,27 kg	19,22 kg
	Κοπριά	58,07 kg	10,55 kg
	NPK	62,63 kg	15,89 kg
	Μάρτυρας	57,94 kg	10,92 kg
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 2η	Βιολογικό λίπασμα	56,42 kg	16,70 kg
	Κοπριά	41,75 kg	8,61 kg
	NPK	60,07 kg	16,12 kg
	Μάρτυρας	46,91 kg	9,17 kg
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 3η	Βιολογικό λίπασμα	57,16 kg	12,70 kg
	Κοπριά	52,2 kg	11,27 kg

	NPK	59,19 kg	14,91 kg
	Μάρτυρας	54,16 kg	7,21 kg

Στατιστική ανάλυση

Εξαρτημένη μεταβλητή: Η απόδοση των καρπών 94 μέρες μετά τη φύτευση

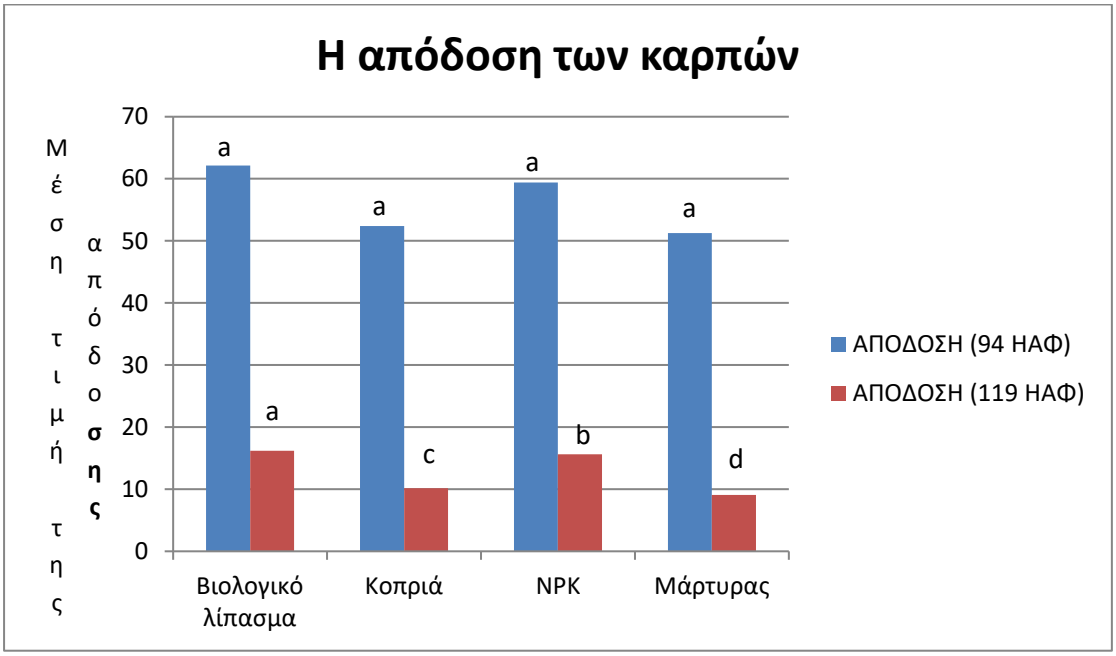
Παράγοντας : Λίπανση

Βιολογική Μέθοδος: A

Κοπριά: B

NPK: C

Μάρτυρας: D



Διάγραμμα 7.29 Διαγραμματική απεικόνιση για την μέση τιμή την απόδοση των καρπών των φυτών

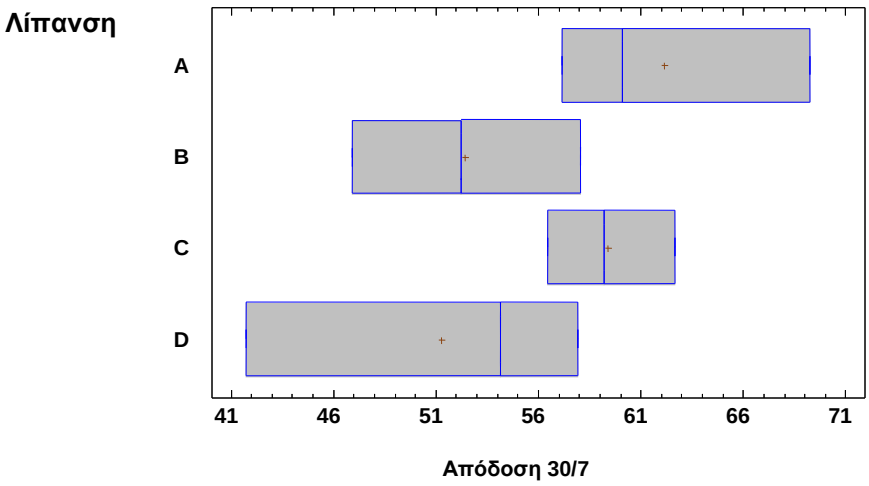
Το διάγραμμα 7.29 απεικονίζει για την μέση τιμή για την απόδοση των καρπών των φυτών ανά μέθοδο λίπανσης. Αναφέρονται οι τιμές και απο τις δύο μετρήσεις που έγιναν μετά από 94 και 119 μέρες μετά τη φύτευση. Η βιολογική λίπανση έδωσε καλύτερη απόδοση. Τα γράμματα πάνω από τις στήλες υποδηλώνουν τη στατιστική σημασία των διαφορών. Όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικά γράμματα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.69 Οι τιμές για το μέγεθος του φυτού 94 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική Μέθοδος (A)	3	62,1667	6,32139	57,16	69,27	12,11
Κοπριά (B)	3	52,3933	5,58251	46,91	58,07	11,16
NPK (C)	3	59,4133	3,11102	56,42	62,63	6,21
Μάρτυρας (D)	3	51,2833	8,46968	41,75	57,94	16,19
Σύνολο	12	56,3142	7,12673	41,75	69,27	27,52

Ο πίνακας 7.69 δείχνει τη μέση τιμή της απόδοσης των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης 94 μέρες μετά τη φύτευση. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για την απόδοση των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ



Διάγραμμα 7.30 Διαγραμματική απεικόνιση με θήκογραμμα

Πίνακας 7.70 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	*Βαθμός ελευθερίας*	*Μέση τιμή τετραγώνων*	*P-Value*
Εντός των ομάδων	253,616	3	84,5388	0,1637
Εκτός των ομάδων	305,077	8	38,1346	
Σύνολο	558,693	11		

Ο πίνακας 7.70 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α>0,05, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή της απόδοσης των φυτών διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί το P – Value είναι 0,1637.

Πίνακας 7.71Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης

Σύγκριση Μεθόδων	Στατιστικά	Διαφορές
A – B		9,77333
A – C		2,75333
A – D		10,8833
B – C		-7,02
B – D		1,11
C – D		8,13

* υποδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο πίνακας 7.71 αναφέρει τις διαφορές και τη στατιστική σημασία αυτών, όταν συγκρίνονται μεταξύ τους οι μέθοδοι λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Με το σύμβολο * και το κόκκινο χρώμα διακρίνονται οι διαφορές που θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα δεν υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά.

Πίνακας 7.72 LSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	62,1667	X
B	3	52,3933	X
C	3	59,4133	X

D	3	51,2833	X

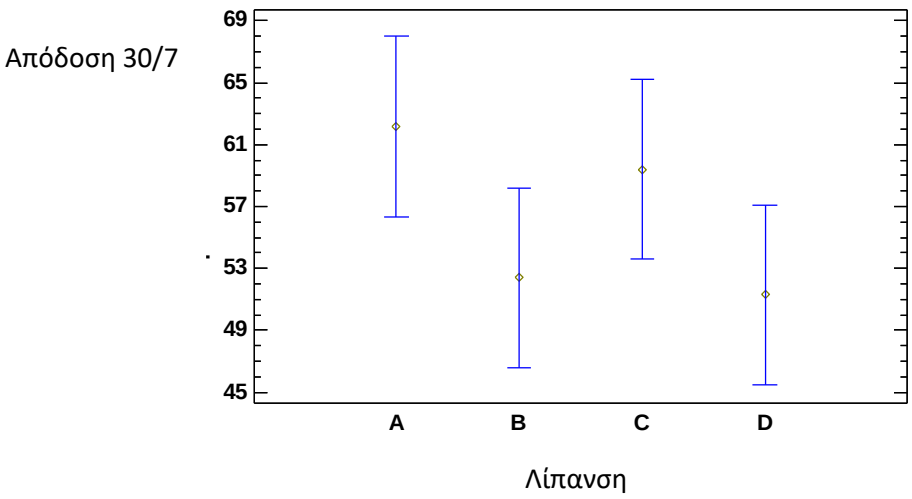
Πίνακας 7.73 Tukey HSD Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	62,1667	X
B	3	52,3933	X
C	3	59,4133	X
D	3	51,2833	X

Πίνακας 7.74 Duncan Test

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	62,1667	X
B	3	52,3933	X
C	3	59,4133	X
D	3	51,2833	X

Στους πίνακες 7.72, 7.73 και 7.74 αναφέρονται τα αποτελέσματα απο τρεις διαφορετικούς ελέγχους (LSD, Turkey HSD και Dunkan Test) με σκοπό τη σύγκριση μέσων τιμών. Επίσης, παρατηρούμε πως οι μέσες τιμές για την απόδοση των φυτών και με τις τέσσερις μεθόδους λίπανσης είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους.



Διάγραμμα 7.31 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ:

Τα δείγματα του πειράματος προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς με ίσες διακυμάνσεις και είναι ανεξάρτητα.

Αποδεικνύεται αν τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση.

	Test	*P-Value*
Shapiro-Wilk w	1,78879	0,227048

Ho: Τα σφάλματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Hi: Τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή

Επειδή α>0,05 απορρίπτεται η υπόθεση Ho. Άρα, τα σφάλματα ακολουθούν κανονικά κατανομή.

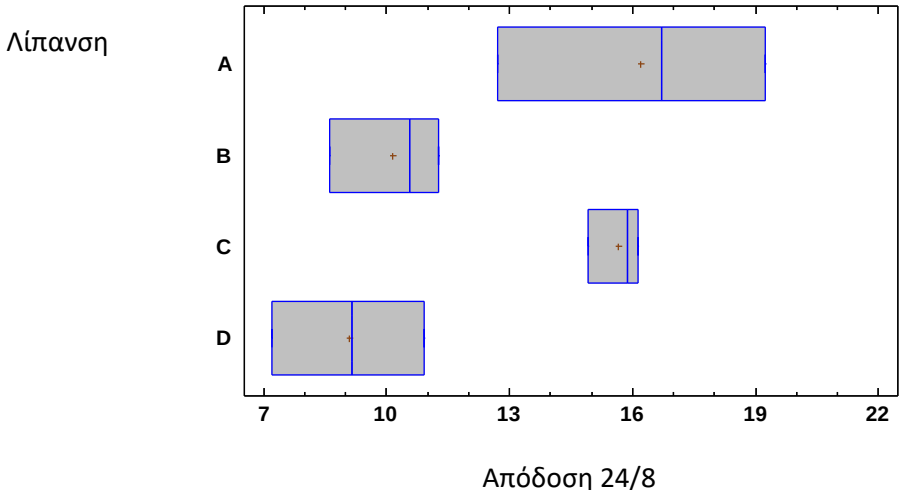
7.4.7.2. Η απόδοση των καρπών 119 μέρες μετά τη φύτευση (24/8)

Πίνακας 7.75 Οι τιμές για την απόδοση των φυτών 119 μέρες μετά τη φύτευση για κάθε μέθοδο λίπανσης που χρησιμοποιήθηκε

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση Τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστο	Μέγιστο	Εύρος
Βιολογική μέθοδος (A)	3	16,2067	3,28788	12,7	19,22	6,52
Κοπριά (B)	3	10,1433	1,37584	8,61	11,27	2,66
NPK (C)	3	15,64	0,642573	14,91	16,12	1,21
Μάρτυρας (D)	3	9,1	1,85599	7,21	10,92	3,71
Σύνολο	12	12,7725	3,74614	7,21	19,22	12,01

Ο πίνακας 7.75 δείχνει τη μέση τιμή της απόδοσης των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης με διαφορετική μέθοδο λίπανσης 119 μέρες μετά τη φύτευση. Επίσης, δείχνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή, την τυπική απόκλιση, καθώς και το εύρος τιμών για την απόδοση των φυτών σε κάθε επίπεδο επίδρασης.

ΘΗΚΟΓΡΑΜΜΑ



Διάγραμμα 7.32 Διαγραμματική απεικόνιση με θήκογραμμα

Πίνακας 7.76 Στοιχεία στατιστικής ανάλυσης ANOVA

	Σύνολο τετραγώνων	Βαθμός ελευθερίας	Μέση τιμή τετραγώνων	P-Value
Εντός των ομάδων	121,247	3	40,4158	0,0047
Εκτός των ομάδων	33,1213	8	4,14017	
Σύνολο	154,369	11		

Ο πίνακας 7.76 αναφέρει τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA για το σύνολο τετραγώνων, το βαθμό ελευθερίας, τη μέση τιμή τετραγώνων και το P – Value τόσο εντός των ομάδων όσο και εκτός αυτών. Εφόσον το α<0,05, υπάρχουν στατιστικά σημαντικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι η μέση τιμή της απόδοσης διαφέρει ανάμεσα στις διαφορετικές μεθόδους εφαρμογής λίπανσης σε ένα 95% διάστημα εμπιστοσύνης . Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει διαφορά, γιατί το P – Value είναι 0,0047.

Πίνακας 7.77 Η στατιστική σημασία των διαφορών, που προκύπτουν απο τη σύγκριση μεθόδων λίπανσης

Σύγκριση Μεθόδων	Στατιστικά	Διαφορές
A – B	*	6,06333
A – C		0,566667
A – D	*	7,10667
B – C	*	-5,49667
B – D		1,04333
C – D	*	6,54

* υποδεικνύει στατιστικά σημαντικές διαφορές

Ο πίνακας 7.77 αναφέρει τις διαφορές και τη στατιστική σημασία αυτών, όταν συγκρίνονται μεταξύ τους οι μέθοδοι λίπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Με το σύμβολο * και το κόκκινο χρώμα διακρίνονται οι διαφορές που θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Όπως μπορούμε να δούμε στον πίνακα υπάρχει σημαντική διαφορά στη σύγκριση των μεθόδων A –B, A – D, B – CκαιC - D

Πίνακας 7.78 LSD Test

Λίπανση	μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	16,2067	X
B	3	10,1433	X
C	3	15,64	X
D	3	9,1	X

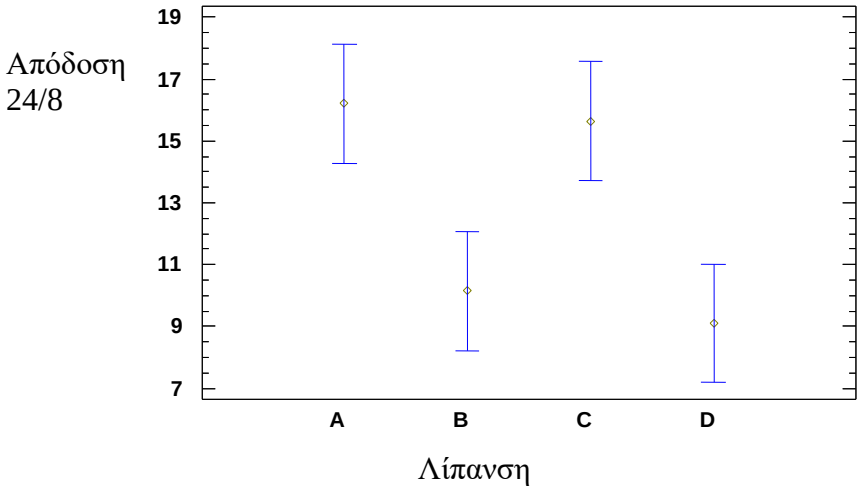
Πίνακας 7.79 Tukey HSD Test

Λίπανση	μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	16,2067	X
B	3	10,1433	X
C	3	15,64	X
D	3	9,1	X

Πίνακας 7.80 DuncanTest

Λίπανση	Μετρήσεις	Μέση τιμή	Ομογενής ομάδα
A	3	16,2067	X
B	3	10,1433	X
C	3	15,64	X
D	3	9,1	X

Στους πίνακες 7.78, 7.79 και 7.80 αναφέρονται τα αποτελέσματα από τρεις διαφορετικούς ελέγχους (LSD, Turkey HSD και Dunkan Test) με σκοπό τη σύγκριση μέσων τιμών. Επίσης, παρατηρούμε με τη μέθοδο λίπανσης A είναι πολύ κοντά στη μέση τιμή του ύψους με τη μέθοδο λίπανσης C. Αντίστοιχα, η μέση τιμή με τη μέθοδο λίπανσης B σχεδόν συμπίπτει με την μέση τιμή της λίπανσης D. Όμως οι μέσες τιμές του ύψους των φυτών των μεθόδων λίπανσης A και C διαφέρουν αρκετά από τις μέσες τιμές ύψους των μεθόδων B και D αντίστοιχα.



Διάγραμμα 7.33 Διαγραμματική απεικόνιση για το διάστημα εμπιστοσύνης της LSD ανάλυσης

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Τα δείγματα του πειράματος προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς με ίσες διακυμάνσεις και είναι ανεξάρτητα.

Αποδεικνύεται αν τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση.

	Test	*P-Value*
Shapiro-Wilk W	1,78879	0,227048

Ho: Τα σφάλματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Hi: Τα σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή

Επειδή α>0,05 απορρίπτεται η υπόθεση Ho. Άρα, τα σφάλματα ακολουθούν κανονικά κατανομή.

7.5. Συζήτηση

7.5.1 Ύψος του Φυτού

Με το πείραμα, που εκτελέστηκε, αποδείχτηκε ότι διαφέρει στατιστικά η αποτελεσματικότητα των μεθόδων λίπανσης στο ύψος των φυτών της τομάτας (50 μέρες μετά τη φύτευση). Οι αναλύσεις, που έγιναν, υπέδειξαν αυτή τη διαφορά (το P – Value είναι 0,0437). Ακόμη, πληροφορούμαστε ότι η 4^{η} μέθοδος «Μάρτυρας» είχε τις καλύτερες αποδόσεις με τιμές από 7,5 έως 12 για το ύψος του φυτού. Η 1^{η} μέθοδος «Βιολογική» είχε τις χαμηλότερες επιδόσεις με τιμές από 5,25 έως 7,5. Εκτός από τις δύο προαναφερθέντες μεθόδους, στατιστικά μεγάλη διαφορά παρατηρείται συγκρίνοντας επίσης τα αποτελέσματα της «Βιολογικής» μεθόδου μ' αυτή της «ανόργανης» και της «Κοπριάς» μ' αυτή του «Μάρτυρα». Όμοια και στη μέτρηση του ύψους 70 μέρες μετά τη φύτευση η μέθοδος «Μάρτυρας» έχει τις υψηλότερες επιδόσεις με τιμές από 8 έως 11. Η «Βιολογική» και η «Κοπριά» σημείωσαν τις χαμηλότερες τιμές και είχαν και οι δυο την ίδια μέση τιμή 7,41667. Στη δεύτερη αυτή μέτρηση, όμως, οι διαφορές στα αποτελέσματα συγκρίνοντας τις μεθόδους, δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (P – Valueείναι 0,0756).

7.5.2. Οι Καρποί ανά Φυτό

Ως προς τον αριθμό των καρπών ανά φυτών οι μετρήσεις, που έγιναν 80 μέρες μετά τη φύτευση, έδειξαν ότι με την «Ανόργανη» μέθοδο είχαν τους περισσότερους καρπούς (68 καρποί ως μέση τιμή). Το ίδιο αποτέλεσμα είχε προκύψει και από την

έρευνα των Tonfack et al. (2009). Τους λιγότερους καρπούς έδωσε η χρήση της «Κοπριάς» με μέση απόδοση τους 58,3 καρπούς. Οι διαφορές από τη σύγκριση των μεθόδων δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Τα ίδια συμπεράσματα βγάζουμε και από την δεύτερη μέτρηση, που έγινε 94 μέρες μετά τη φύτευση. Απο την «Ανόργανη» Μέθοδο δόθηκαν οι περισσότεροι καρποί (63 καρποί), ενώ από την «Κοπριά» οι λιγότεροι (52,3 καρποί). Και στις δύο μετρήσεις δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεθόδων (τα P – Valueείναι 0,09524 και 0,09271 αντίστοιχα).

7.5.3. Το Μέγεθος του Καρπού

Τα αποτελέσματα για το μέγεθος του καρπού από την χρήση των τεσσάρων μεθόδων λίπανσης διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους και δεν υπάρχει στατιστική σημασία. Στην πρώτη μέτρηση 80 μέρες μετά τη φύτευση η «Ανόργανη» είχε καλύτερη επίδραση στο μέγεθος του καρπού με μέση τιμή 4,11667 ανά καρπό. Η «Κοπριά» είχε την χειρότερη επίδραση με μέση τιμή 3,98. Στη μέτρηση 94 μέρες μετά τη φύτευση η «Βιολογική» μέθοδος είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή για το μέγεθος του καρπού (4,65) και η «Ανόργανη» τη μικρότερη (4,42667). Τα αποτελέσματα από τις δύο μετρήσεις μπορεί να μοιάζουν αντιφατικά, αλλά οι διαφορές είναι ασήμαντες στην πραγματικότητα. Τα P- Valueείναι 0,8367 και 0,4506 αντίστοιχα.

7.5.4. Η Απόδοση των Καρπών

Αφού πέρασαν 94 μέρες από τη φύτευση μετρήθηκε η απόδοση των καρπών για κάθε μέθοδο λίπανσης ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα μας αποκαλύπτουν ότι με τη «Βιολογική» μέθοδο καταγράφηκε η μεγαλύτερη απόδοση με τιμές από 57,16 έως 69,27kg. Η μικρότερη απόδοση ήτανε αυτή της μεθόδου «Μάρτυρας» με τιμές από 41,75 έως 57,94kg. Συγκρίνοντας τις μεθόδους οι διαφορές, που παρατηρήθηκαν, είναι στατιστικά ασήμαντες (το P – Valueείναι 0,1637). Η απόδοση μετρήθηκε ξανά, αφού πέρασαν 119 μέρες από την φύτευση. Όμοια με την προηγούμενη μέτρηση η «Βιολογική» μέθοδος είχε την καλύτερη απόδοση με τιμές από 12,7 έως 19,22kg. Αντίστοιχα η μέθοδος «Μάρτυρας» είχε την χειρότερη απόδοση με τιμές από 7,21 έως 10,92 kg. Σ’ αυτή τη μέτρηση οι διαφορές στις αποδόσεις όπως προκύπτουν από τη χρήση διαφορετικής μεθόδου λίπανσης είναι στατιστικά σημαντικές. Οι σημαντικότερες διαφορές εντοπίζονται εάν συγκριθεί η «Βιολογική» μέθοδος μ’ αυτή της «Κοπριάς» και του «Μάρτυρα». Επίσης, μεγάλη διαφορά καταγράφεται

συγκρίνοντας την «Κοπριά» με την «Ανόργανη» και την «Ανόργανη» με τον «Μάρτυρα». Το P – Valueείναι 0,0047.

7.5.5. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά

Η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο ποικίλει σημαντικά ανάλογα με την μέθοδο λίπανσης που έχει χρησιμοποιηθεί. Η «Βιολογική» μέθοδος έχει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα με μέση τιμή 90,6133 και ο «Μάρτυρας» τη μικρότερη με τιμή 73,935. Οι διαφορές στην περιεκτικότητα συγκρίνοντας τις μεθόδους λίπανσης είναι σημαντικές (το P- Valueείναι μηδενικό). Παρόμοιο ήτανε το αποτέλεσμα και της έρευνας των Rickman Pieper and Barrett (2008), οι οποίοι εντόπισαν τα υψηλότερα ποσοστά σε λυκοπένιο στις τομάτες που εφάρμοσαν την οργανική λίπανση.

Ωστόσο, ως προς την αντοχή τα φυτά δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερες διαφορές λόγω της λίπανσης (το P– Value είναι 0,2643). Η «Κοπριά» φαίνεται να συνδέεται με τη μεγαλύτερη αντοχή με μέση τιμή 4,705kg. Η μέθοδος «Μάρτυρας» σχετίζεται με τη μικρότερη και έχει τιμή 4,225kg.

Οι μετρήσεις για τα διαλυτά στερεά σε βαθμούς Brix παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε μέθοδο λίπανσης (το P- Value είναι μηδενικό) . Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση εμφανίζουν τα φυτά στα οποία χρησιμοποιήθηκε «Κοπριά» με μέση τιμή 4,45. Στο ίδιο συμπέρασμα έχουν καταλήξει κι άλλες έρευνες, όπως για παράδειγμα αυτή των Rickman Pieper και Barrett (2008). Τη μικρότερη εμφανίζουν αυτά, στα οποία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος «Μάρτυρας». Έχουν μέση τιμή 4,055.

Για τον χρωματικό παράγοντα Lπαρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές, καθώς το P– Value είναι μηδενικό. Η μεγαλύτερη μέση τιμή, που καταγράφεται για τον παράγοντα αυτό είναι το 43,48. Η τιμή αυτή αναφέρεται σε τομάτες, στις οποίες έχει χρησιμοποιηθεί η «Βιολογική» μέθοδος. Τη μικρότερη τιμή (41,95) καταγράφουν οι τομάτες, στις οποίες χρησιμοποιήθηκε η «Ανόργανη» μέθοδος.

Σημαντικές διαφορές καταγράφονται και για τον χρωματικό παράγοντα α με P– Value 0,0023. Η μέθοδος «Μάρτυρας» συνδέεται με τη μεγαλύτερη μέση τιμή (35,57) για τον παράγοντα. Η «Βιολογική» μέθοδος συνδέεται με τη μικρότερη τιμή (34,2147).

Εξίσου σημαντικές διαφορές καταγράφονται και για τον παράγοντα b, του οποίου οι τιμές αυξάνονται καθώς το χρώμα περνά απο το ροζ στο κόκκινο εξαιτίας της παρουσίας της ένωσης ζ – καροτένιο. Αυτή φτάνει στην υψηλότερη συγκέντρωση

πριν την πλήρη ωρίμανση (Bhandari and Lee, 2016). Το P – Valueείναι 0,0244. Ωστόσο, εδώ με την «Βιολογική» μέθοδο καταγράφεται η υψηλότερη μέση τιμή (27,8773) και με την «Ανόργανη» η χαμηλότερη τιμή (25,57).

Ο χρωματικός παράγοντας α/b δεν αλλάζει ιδιαίτερα λόγω της χρήσης διαφορετικής μεθόδου λίπανσης. Το P – Valueείναι 0,8752. Από τη χρήση της «Βιολογικής» μεθόδου προέκυψε η υψηλότερη τιμή (1,4287) και από τη χρήση «Κοπριάς» η χαμηλότερη (1,3383).

Όμως για τον παράγοντα colour index οι τιμές παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές για κάθε μία μέθοδο. Το P – Value είναι 0,0014. Για τον παράγοντα αυτό η χρήση της «Ανόργανης» μεθόδου επέφερε την υψηλότερη μέση τιμή (32,309), ενώ η χρήση της «Βιολογικής» την χαμηλότερη τιμή (28,289).

Η μέση τιμή για τον χρωματικό παράγοντα hue ποικίλει σημαντικά με βάση τη μέθοδο λίπανσης. Το P – Value είναι 0,0045. Στις τομάτες, που χρησιμοποιήθηκε «Ανόργανη» μέθοδος, μετρήθηκε η υψηλότερη μέση τιμή (63,0215). Με τη χρήση της «Βιολογικής» μεθόδου καταγράφηκε η χαμηλότερη μέση τιμή (54,1485).

Ωστόσο, για τον χρωματικό παράγοντα chroma το P– Value είναι 0,0789 και συνεπώς δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στις τιμές που καταγράφηκαν για κάθε μέθοδο λίπανσης. Με τη χρήση της μεθόδου «Μάρτυρας» αναφέρεται η μεγαλύτερη μέση τιμή (44,2995), ενώ με τη χρήση της «Ανόργανης» μεθόδου η μικρότερη (43,061).

Ο χρωματικός παράγοντας DifWred δεν συνδέεται με σημαντικές διαφορές στις τιμές που καταγράφονται για κάθε μέθοδο λίπανσης. Το P – Value είναι 0,0074. Η μεγαλύτερη μέση τιμή καταγράφηκε στην περίπτωση της «Βιολογικής» μεθόδου, ενώ η μικρότερη με τη μέθοδο «Μάρτυρας».

Στις μετρήσεις για την ογκομετρούμενη οξύτητα δείχνουν ότι οι τιμές για κάθε μέθοδο διαφέρουν σημαντικά. Στην προκειμένη περίπτωση το P – Value είναι μηδενικό. Η χρήση της «Ανόργανης» μεθόδου είχε ως αποτέλεσμα την υψηλότερη μέση τιμή για την ογκομετρούμενη οξύτητα (0,319833) και της «Βιολογικής» μεθόδου για τη χαμηλότερη (0,243). Ο Hallmann (2012) στην έρευνα, που έκανε, παρατήρησε κι εκείνος, ότι οι τομάτες με οργανική λίπανση είχαν λιγότερη οξύτητα.

Τέλος, στατιστικά διαφέρουν σημαντικά οι τιμές της ωρίμανσης (εκφραζόμενη σε βαθμούς brix) συναρτήσει της οξύτητας. Το P – Valueκαι σ’ αυτή την περίπτωση είναι μηδενικό. Με την «Βιολογική» μέθοδο καταγράφηκε η υψηλότερη μέση τιμή (17,8146), ενώ με την «Ανόργανη» η χαμηλότερη (13,4005).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αγγίδης, Α. (1996). Τομάτα υπαίθρια, επιτραπέζια, βιομηχανική - Καλλιέργεια, αξιοποίηση. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη
2. Δέδε, Α. (2015). Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
3. Δημητράκης, Κ. (1998). Λαχανοκομία, Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα
4. Μακρίδης, Χ. (2017). Θρέψη φυτών και λίπανση καλλιεργειών. ΤΕΙ Θεσσαλίας
5. Μπιλάλης, Δ. (2011). *Εναλλακτικές Καλλιέργειες και Πράσινη Γεωργία*. Στη Διημερίδα «ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ»
6. Ολύμπιος, Χ. (2001). Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα Θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα
7. Σιδηράς, Ν. (1997). Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. Εκδόσεις ΔΗΩ
8. Τσαπικούνης, Φ. (1997). Θρέψη - λίπανση των φυτών: Λαχανικά – Βιομηχανικά φυτά - Φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Barrett D. M., Weakley C., Diaz J. V., Watnik M.. (2007). Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and convetional production systems. J. Food Sci 72 (9), C441 – 451.
2. Belitz, H., Grosch, W., & Schieberle, P. (2006). Χημεία Τροφίμων, 3ηέκδοση (μετάφραση). Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
3. Bilalis D., Krokida M., Roussis I., Papastylianou P., Travlos I., Cheimona N., Dede A..(2018). Effects of organic and inorganic fertilization on yield and quality of processing tomato. Folia Hort. 30(2), 321 - 332
4. Bhandari S. R., Lee J. G., (2016). Ripening – dependent changes in antioxidants, colour attributes, and antioxidant activity of seven tomato (Solanumlycopersicum L.) cultivars. J. Anal. Methods Chem.

5. Crean, D. (1966). Acid components of fruit and vegetables: Production of acids by thermal processing. Food Technology
6. Gentilcore, D. (2010). Pomodoro! A History of the Tomato in Italy. Columbia University Press
7. Gould, W. (1992). Tomato Production, Processing & technology. CTI Publications Inc., Baltimore.
8. Haller M. H. (1941). Fruit pressure testers and their practical applications. USDA Cir. No. 627.
9. Hallmann .(2012). The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. J. Sci. Food Agric. 92 (14), 2840 – 2848.
10. Lambeth, V., Fields, M., Huecker, D. (1964). The sugar-acid ratio of selected tomato varieties". University of Michigan
11. MagnessJ.R. and G. F. Taylor. (1925). An improved type of pressure tester for the determination of fruit maturity. USDA Cir. No. 350.
12. Miladi, S., Gould, W., Clementes, R. (1969). Heat processing effect of starch, sugars, proteins, amino acids of tomato juice. Food Technology
13. Papadakis E. S, and Yam L. K.. (2000). A Versatile Inexpensive Technique for Measuring Colour of Foods, Food Technology 54 (12)
14. Rickman Pieper J., Barrett D. M., (2008). Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. J Sci. Food Agric. 89, 177 – 194.
15. Smith, A. (1994). The Tomato in America: Early History, Culture, and Cookery. University of South Carolina Press
16. Tonfuck L.B., Bernadac A., Youmbi E., Mbouapouognigni V.P., Nguegum M., Akoa A.. (2009), Impact of organic and inorganic fertilizers on tomato vigor, yield and fruit composition under tropical andosol soil condition. Fruits 64, 167 – 177.

ΔιαδικτυακέςΠηγές

1. "C.M. Rick" TGRC: Ανακτήθηκε στις 20 Αυγούστου 2018 στο https://tgrc.ucdavis.edu/

2. FAOSTAT. Ανακτήθηκε στις 15 Αυγούστου 2018 στο http://www.fao.org/faostat/en/#home
3. IFOAM – Organics International. Ανακτήθηκε στις 26 Αυγούστου 2018 στο http://www.ifoam.bio/en
4. Protagon: Η μικρή Ολλανδία με το μεγάλο (αγροτικό) θαύμα. Ανακτήθηκε στις 20 Αυγούστου 2018 στο https://www.protagon.gr/themata/i-mikri-ollandia-trofodotria-tis-anthrwpotitas-44341479471
5. USDA National Nutrient Database for Standard Reference Legacy Release: Tomato. Ανακτήθηκε στις 28 Αυγούστου 2018 στο https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/11529?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&format=Full&new=&measureby=&Qv=1&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=
6. Επιτροπή Codex Alimentarius. Ανακτήθηκε στις 26 Αυγούστου 2018 στο http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-home/en/
7. Καθημερινή: Το ελληνικό παράδοξο με την ντομάτα. Ανακτήθηκε στις 20 Αυγούστου 2018 στο http://www.kathimerini.gr/452794/article/epikairothta/ellada/to-ellhniko-parado3o-me-thn-ntomata
8. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 834/2007 ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 28ης Ιουνίου 2007. Ανακτήθηκε στις 15/9/2018, στο http://gmcert.gr/entypa/834-2007.pdf