

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ &
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ
(ΧΟΥΜΟΧΩΜΑ) ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΑΙΖΕΝΜΠΑΧ Ι. ΛΥΔΙΑ ΔΩΡΟΘΕΑ

ΑΘΗΝΑ 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ &
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ
(ΧΟΥΜΟΧΩΜΑ) ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΑΙΖΕΝΜΠΑΧ ΛΥΔΙΑ ΔΩΡΟΘΕΑ

ΑΘΗΝΑ 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ &
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΠΟΣΤ
(ΧΟΥΜΟΧΩΜΑ) ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ ΚΑΙ ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΑΙΖΕΝΜΠΙΑΧ ΛΥΔΙΑ ΔΩΡΟΘΕΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μπιλάλης Δημήτριος, Καθηγητής (επιβλέπων)

Τραυλός Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής

Παπαστυλιανού Παναγιώτα, Επίκουρη Καθηγήτρια

ΑΘΗΝΑ 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του βιοκυκλικού χουμοχώματος (ένα μεθωριμασμένο σταθεροποιημένο φυτικό κομπόστ) στα ποιοτικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας και γλυκοπατάτας.

Και για τα δύο φυτά υπήρχαν τρεις μεταχειρίσεις, α) μάρτυρας (CO), β) βιοκυκλικό χουμόχωμα (HS) και γ) ανόργανο λίπασμα 42-0-0. Για τη βιομηχανική τομάτα χρησιμοποιήθηκε το υβρίδιο Heinz 3402 και για τη γλυκοπατάτα χρησιμοποιήθηκαν μοσχεύματα από έτοιμη φυτεία γλυκοπάτας. Χρησιμοποιήθηκε εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο με 3 επαναλήψεις και 3 επεμβάσεις. Η καλλιέργεια έγινε στο βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών από τις 5 Μαΐου μέχρι τις 28 Σεπτεμβρίου του 2017.

Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν η συνολική απόδοση και η συνολική εμπορεύσιμη απόδοση σε καρπό βιομηχανικής τομάτας, η σκληρότητα – αντοχή στη διείδυση, η περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (Brix) και η ολική οξύτητα. Για τη γλυκοπατάτα μελετήθηκε η συνολική απόδοση και η συνολική εμπορεύσιμη απόδοση σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας, το υπέργειο βάρος στελεχών και φύλλων των φυτών γλυκοπατάτας, ο μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό γλυκοπατάτας, η δύναμη συμπίεσης και διάτρησης των ριζοκονδύλων καθώς και η περιεκτικότητα των ριζοκονδύλων σε άζωτο (N) και κάλιο (K).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αποδόσεις και των δύο καλλιεργειών ήταν αρκετά μεγαλύτερες για τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο χουμόχωμα ενώ πιο μεγάλο ήταν και το βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών γλυκοπατάτας. Στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν υπήρχαν αναφορικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και των δυο καλλιεργειών.

Θετική συσχέτιση υπήρξε μεταξύ της συνολικής απόδοσης και της συνολικής εμπορεύσιμης απόδοσης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας ενώ αρνητική ήταν η συσχέτιση της συνολικής εμπορεύσιμης απόδοσης γλυκοπατάτας και του μέσου αριθμού ριζοκονδύλων ανά φυτό γλυκοπατάτας.

Λέξεις κλειδιά: Βιοκυκλικό χουμόχωμα, βιομηχανική τομάτα, γλυκοπατάτα, Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας

SUMMARY

In this field experiment the effect of Biocyclic Humus Soil (stabilized ripe plant based compost) on quality and yield parameters of processing tomato and sweet potato cultivations were determined.

For both cultivations three treatments were used, a) control (CO), b) Biocyclic Humus Soil (HS), c) inorganic fertilizer 42-0-0. Tomato seedlings of the hybrid Heinz 3402 were used and as young sweet potatoes plants slips from sweet potato plant brunches. The trial was arranged in a Completely Randomized Design with three replications. The experiment took place from the 5th of Mai till the 28th of September 2017 at the organic field of the Agricultural University of Athens.

Total yield, total marketable yield, firmness, the total soluble solids content and the total acidity were measured for the processing tomato cultivation. On the other hand, total yield, total marketable yield, brunch and leaves weight, average tuber number per plant, puncture and compression force as well as the nitrogen (N) and potassium (K) content of sweet potato tubers were measured for the sweet potato cultivation.

Yields of both plants were higher in treatments with Biocyclic Humus Soil. There were no statistically important differences in quality parameters of both cultivations

There was a positive correlation between total yield and total marketable yield of sweet potato tubers but a negative correlation between total marketable yield of sweet potato tubers and the average tuber number per plant.

Key words: Biocyclic Humus Soil, Processing tomato, Sweet potato, Biocyclic-Vegan Standard

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	i
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	ix
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	4
2.1 ΤΟΜΑΤΑ	4
2.1.1 Εισαγωγή	4
2.1.2 Ανάγκες βιομηχανικής τομάτας σε θρεπτικά	5
2.1.3 Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή βιομηχανικής τομάτας και η οργάνωση της αγοράς	5
2.1.4 Η Βιομηχανική τομάτα στην Ελλάδα	7
2.1.5 Η συρρίκνωση του κλάδου της βιομηχανικής τομάτας μετά το 2004.....	9
2.1.6 Η έρευνα στην Ελλάδα	9
2.1.7 Έρευνες για την αξιοποίηση του αζώτου σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας.....	10
2.1.8 Συγκριτικές μελέτες βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας.....	11
2.2 ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑ	12
2.2.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά	12
2.2.2 Στατιστικά στοιχεία για τη γλυκοπατάτα, σε ποιες περιοχές καλλιεργείται και η εμπορική σημασία της	13
2.2.3 Η γλυκοπατάτα στην Ελλάδα	15
2.2.5 Ποικιλίες και υβρίδια	16
2.2.5 Κλιματικές και εδαφολογικές απαιτήσεις	17
2.2.6 Τεχνικές καλλιέργειας	17
2.2.6.1 Φυτώριο-επιλογή μοσχευμάτων	17
2.2.6.2 Προετοιμασία εδάφους	18
2.2.6.3 Έλεγχος ζιζανίων και απαιτήσεις σε λίπανση	18
2.2.6.4 Συγκομιδή, μεθωρίμανση και αποθήκευση	18
2.2.7 Εχθροί και ασθένειες	19
2.2.8 Έρευνα της καλλιέργειας της γλυκοπατάτας.....	19
2.3 ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	20
2.3.1 Παγκόσμιοι στόχοι	20
2.3.2 Κλιματικοί στόχοι της γεωργίας.....	20

2.3. 3 Άνθρακας εδάφους	23
2.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ-ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ.....	24
2.4.1 Βιολογική γεωργία	24
2.4.2 Ορισμοί της βιολογικής γεωργίας και οι απαρχές της	26
2.4.2 Οι ιστορικές κατευθύνσεις στην εξέλιξη της βιολογικής γεωργίας Γερμανία και Αγγλία...	27
2.4.3 Η πιστοποίηση στην βιολογική γεωργία.....	29
2.4.4 Η βιολογική παραγωγή σε αριθμούς.....	30
2.4.5 Κατηγοριοποίηση της βιολογικής γεωργίας σε χρονικές περιόδους από την IFOAM και οι προκλήσεις του μέλλοντος	30
2.4.6 Σύνδεση βιολογικής γεωργίας με κλιματικούς στόχους.....	31
2.5 ΜΟΝΤΕΛΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΜΕ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΖΩΙΚΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ (ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΙΟΚΥΚΛΙΚΗΣ ΦΥΤΟΠΟΝΙΑΣ)	32
2.5.1 Καταναλωτικά πρότυπα χορτοφαγίας.....	32
2.5.2 Ηθικές αξίες των χορτοφάγων	33
2.5.3 Καταναλωτές και προϊόντα φυτικής προέλευσης	33
2.5.4 Πρότυπα παραγωγής βιολογικής γεωργίας χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών.....	33
2.5.4.1 Το Stockfree-Organic Standard του Vegan Organic Network στην Αγγλία.....	34
2.5.4.2 Βιοκυκλικό πρότυπο και η μετεξέλιξή του σε Βιοκυκλικό Φυτοπονικό πρότυπο	35
2.6 ΧΟΥΜΟΧΩΜΑ.....	36
2.6.1 Το χουμόχωμα ως βελτιωτικό εδάφους	36
2.6.2 Το χουμόχωμα ως δεσμευτής CO ₂	36
2.6.3 Το χουμόχωμα ως μπαταρία θρεπτικών.....	36
2.6.4 Η έρευνα για το χουμόχωμα	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	39
3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	39
3.1.1 Τοποθεσία	39
3.1.2 Κλίμα - Μετεωρολογικά δεδομένα.....	39
.....	40
3.1.3 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά	40
3.2 Πειραματικό σχέδιο	41
3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	43
3.3.1 Φυτικό υλικό	43
3.3.2 Λίπανση.....	44
3.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ	46
3.4.1 Εγκατάσταση πειράματος	46
3.4.2 Πότισμα	47
3.4.3 Βοτάνισμα	47
3.4.4 Συγκομιδή.....	47

3.4.5 Αποθήκευση, μετακίνηση και αποθήκευση δειγμάτων	47
3.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ.....	48
3.4.1 Αγρονομικά χαρακτηριστικά.....	48
3.4.1.1 Απόδοση βιομηχανικής τομάτας	48
3.4.1.2 Βάρος στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας	48
3.4.1.3 Απόδοση γλυκοπατάτες.....	48
3.4.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	48
3.4.2.1 Σκληρότητα - Αντοχή στη διάτρηση καρπών βιομηχανικής τομάτας.....	48
3.4.2.2 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά καρπών βιομηχανικής τομάτας	49
3.4.2.3 Ολική Οξύτητα καρπών βιομηχανικής τομάτας	49
3.4.2.4 Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας καρπών βιομηχανικής τομάτας	50
3.4.2.5 Συμπύεση καρπών γλυκοπατάτες.....	50
3.4.2.5 Διάτρηση καρπών γλυκοπατάτας	51
3.4.2.6 Άζωτο σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας	51
3.4.2.7 Κάλιο σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας	51
3.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	53
4.1 ΤΟΜΑΤΑ	53
4.1.1 Απόδοση σε καρπό.....	53
4.1.2 Συνεκτικότητα – Αντοχή στη διάτρηση.....	55
4.1.3 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°Brix).....	57
4.1.4 Ολική Οξύτητα.....	58
4.1.5 Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας	59
4.2 ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑ	62
4.2.1 Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας	62
4.2.2 Απόδοση.....	63
4.2.3 Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό	65
4.2.4 Συμπύεση και διάτρηση	66
4.2.5 Άζωτο και Κάλιο	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	71
5.1 ΤΟΜΑΤΑ	71
5.2 ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑ	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	90

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Παγκόσμια παραγωγή βιομηχανικής τομάτας για τα έτη 2016-2018 σε χιλιάδες τόνους (τελευταία ενημέρωση 21/02/2018).	6
Πίνακας 2.2: Στοιχεία βιομηχανικής τομάτας για τα έτη 2001 μέχρι 2015 (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων).	8
Πίνακας 2.3: Καλλιεργούμενη έκταση (ha) και αποδόσεις (t/ha) γλυκοπατάτας.	15
Πίνακας 2.4: Στοιχεία από την ανάλυση χουμοχώματος (Βιοκυκλικό Πάρκο Καλαμάτας).	38
Πίνακας 3.1: Μετεωρολογικά δεδομένα για την περίοδο Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο του 2017 για την περιοχή του πειραματικού αγρού.	39
Πίνακας 3.2: Εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών του Εργαστηρίου Γεωργίας.	40
Πίνακας 4.1: Μέση συνολική και εμπορεύσιμη απόδοση σε καρπό τομάτας στις 106 ΗΑΦ (t/ha).	53
Πίνακας 4.2 Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της απόδοσης σε καρπό στις 106 ΗΑΦ σε t/ha.	54
Πίνακας 4.3 Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της μέσης συνολικής και εμπορεύσιμης απόδοσης σε καρπό τομάτας 106 ΗΑΦ.	55
Πίνακας 4.4: Συνεκτικότητα και αντοχή στη διάτρηση των καρπών τομάτας σε kg.	56
Πίνακας 4.5: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της συνεκτικότητας και αντοχής στη διάτρηση σε καρπό τομάτας σε kg.	56
Πίνακας 4.6: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της συνεκτικότητας και της αντοχής σε καρπό τομάτας σε kg.	56
Πίνακας 4.7: Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά στους καρπούς τομάτας σε °Brix.	57
Πίνακας 4.8: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) στα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά στους καρπούς τομάτας σε °Brix.	57
Πίνακας 4.9: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών στους καρπούς τομάτας	58

Πίνακας 4.10: Ολική οξύτητα καρπών τομάτας (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού).	58
Πίνακας 4.11: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της ολική οξύτητα καρπών τομάτας (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού).	59
Πίνακας 4.12: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της ολική οξύτητα καρπών τομάτας (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού).	59
Πίνακας 4.13: Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας.	59
Πίνακας 4.14: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του λόγου των ολικών διαλυτών στερεών και της ολικής οξύτητας.	60
Πίνακας 4.15: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) του λόγου των ολικών διαλυτών στερεών και της ολικής οξύτητας.	60
Πίνακας 4.16: Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας (t/ha).	62
Πίνακας 4.17: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του βάρους νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας (t/ha).	63
Πίνακας 4.18: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) του βάρους νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας (t/ha).	63
Πίνακας 4.19: Συνολική απόδοση και συνολική εμπορεύσιμη απόδοση σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας σε t/ha .	63
Πίνακας 4.20: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) συνολικής και εμπορεύσιμης απόδοσης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας.	64
Πίνακας 4.21: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της συνολικής και εμπορεύσιμης απόδοσης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας,	64
Πίνακας 4.22: Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό.	65
Πίνακας 4.23: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του μέσου αριθμού ριζοκονδύλων ανά φυτό.	65
Πίνακας 4.24: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) μέσου αριθμού ριζοκονδύλων ανά φυτό.	66
Πίνακας 4.25: Μέγιστη δύναμη συμπίεσης και διάτρησης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε kN.	66

- Πίνακας 4.26** Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της μέγιστης δύναμης συμπίεσης και διάτρησης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας. 67
- Πίνακας 4.27:** Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της μέγιστης δύναμης συμπίεσης και διάτρησης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας. 67
- Πίνακας 4.28:** Περιεκτικότητα ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε άζωτο (%) και κάλιο (gK/100g). 68
- Πίνακας 4.29:** Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για την περιεκτικότητα των ριζοκονδύλων σε N (%) και σε g K/100g. 69
- Πίνακας 4.30:** Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της περιεκτικότητας των ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε Άζωτο και Κάλιο. 69
- Πίνακας 5.1** Συσχετίσεις (r) των μεταβλητών ποιότητας και απόδοσης για την βιομηχανική τομάτα επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$. 74
- Πίνακας 5.2:** Συσχετίσεις (r) των σημαντικότερων μεταβλητών ποιότητας και απόδοσης για η γλυκοπατάτα σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$. 77

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3.1: Πορεία θερμοκρασίας και βροχόπτωσης στην περιοχή του Βοτανικού για το 2017.	40
Διάγραμμα 4.1: Μέση συνολική και εμπορεύσιμη απόδοση σε καρπό τομάτας στις 106 ΗΜΦ (t/ha).	54
Διάγραμμα 4.2: Συνεκτικότητα και αντοχή στη διάτρηση των καρπών τομάτας σε kg.	56
Διάγραμμα 4.3: Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά στους καρπούς τομάτας σε °Brix.	57
Διάγραμμα 4.4: Ολική οξύτητα καρπών τομάτας (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού).	58
Διάγραμμα 4.5: 1 Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας (t/ha).	62
Διάγραμμα 4.6: Συνολική απόδοση και συνολική εμπορεύσιμη απόδοση σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας σε t/ha.	64
Διάγραμμα 4.7: Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό.	65
Διάγραμμα 4.8: Μέγιστη δύναμη συμπίεσης και διάτρησης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε kN.	66
Διάγραμμα 4.9: Περιεκτικότητα ριζοκονδύλων σε άζωτο N (%).	68
Διάγραμμα 4.10: Περιεκτικότητα ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε κάλιο (g K/100g).	68

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1: Δορυφορική άποψη του πειραματικού αγρού στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.	39
Εικόνα 3.2 παραλαβή φυντανίων Heinz 3402.	43
Εικόνα 3.3: Παραλαβή μοσχευμάτων γλυκοπατάτας.	44
Εικόνα 3.4: Προετοιμασία μοσχευμάτων δυο φύλλων για την παραγωγή φυτών γλυκοπατάτας για τη μεταφύτευση.	44
Εικόνα 3.5: Φύτευση μοσχευμάτων σε χουμόχωμα για τον σχηματισμό ριζών.	44
Εικόνα 3.6: Φύτευση βιομηχανικής τομάτας.	46
Εικόνα 3.7: Ριζοβολημένο μόσχευμα γλυκοπατάτας.	47
Εικόνα 3.8: Φύτευση μοσχεύματος σε ανάχωμα εδάφους.	47
Εικόνα 3.9: Φυτεμένα μοσχεύματα στις τελικές θέσεις στον αγρό.	47
Εικόνα 4.1: Πειραματικό βιομηχανικής τομάτας 10 ΗΑΦ.	61
Εικόνα 4.2: Πειραματικό βιομηχανικής τομάτας 20 ΗΜΦ.	61
Εικόνα 4.3: Πειραματικό βιομηχανικής τομάτας 42 ΗΑΦ.	61
Εικόνα 4.4: Πειραματικό βιομηχανικής τομάτας 82 ΗΑΦ.	61
Εικόνα 4.5: Φυτό γλυκοπατάτας που αναπτύσσεται σε έδαφος με ανόργανη λίπανση.	77
Εικόνα 4.6: Φυτό γλυκοπατάτας που αναπτύσσεται σε χουμόχωμα.	70
Εικόνα 4.7: ριζοκόνδυλοι γλυκοπατάτας κατά την συγκομιδή που αναπτύχθηκαν σε χουμόχωμα.	70
Εικόνα 4.8: Ριζοκόνδυλοι γλυκοπατάτας που αναπτύχθηκαν στο χώμα με ανόργανη λίπανση.	70
Εικόνα 4.9: Φυτό γλυκοπατάτας που αναπτύχθηκε σε χουμόχωμα.	70

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

Παράρτημα με ανάλυση χουμοχώματος

Πίνακας 1: Ανάλυση βιοκυκλικού χουμοχώματος από το Βιοκυκλικό Πάρκο Καλαμάτας από το 2016. 90

Πίνακας 2: Εκχύλισμα 360g βιοκυκλικού χουμοχώματος και 600 ml απιονισμένου προέλευση χουμοχώματος Βιοκυκλικό Πάρκο Καλαμάτας 2016. 91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εξέλιξη της πορείας της βιολογικής γεωργίας έχουν παρουσιαστεί αρκετές αλλαγές μέσα στις τελευταίες δεκαετίες. Από ένα περιθωριακό σύστημα παραγωγής στα μέσα του 20^{ου} αιώνα μετεξελίχθηκε σε ένα σύστημα παραγωγής παγκόσμιας εμβέλειας με αυξητικές τάσεις τόσο από τη μεριά της παραγωγής όσο και από τη μεριά της κατανάλωσης.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εκστρατεία του Organic 3.0 από την IFOAM και την αναγγελία μιας νέας εποχής για την βιολογική γεωργία δίνοντας ερεθίσματα σε όλο την αλυσίδα και τον κλάδο της βιολογικής γεωργίας για μια ακόμα πιο βιώσιμη και ολοκληρωμένη προσέγγιση της γεωργίας. Για την περαιτέρω διεύρυνση σε παγκόσμιο επίπεδο της βιολογικής γεωργίας απαιτείται η εύρεση ακόμα πιο ολοκληρωμένων, βιώσιμων και οικονομικότερων λύσεων που θα ανταπεξέρχονται στις σύγχρονες απαιτήσεις των παραγωγών, των καταναλωτών και του περιβάλλοντος.

Μέσα σε αυτά τα πλαίσια της συνεχούς βελτίωσης και εξεύρεσης νέων λύσεων στις προκλήσεις της εποχής αναπτύχθηκε και το Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας το οποίο εξελίχθηκε για να συναντήσει τις ανάγκες της βιολογικής γεωργίας και των βιοκαλλιεργητών στις συνθήκες της Μεσογείου και πιο συγκεκριμένα της Ελλάδας ήδη από το 1995. Το Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας είναι αναγνωρισμένο από την IFOAM και από το 2017 ανήκει πλέον στην οικογένεια των προτύπων της βιολογικής γεωργίας της IFOAM (IFOAM's Family of Standards) κάτω από την κατηγορία των παγκόσμιων προτύπων της βιολογικής γεωργίας.

Το Βιοκυκλικό Πρότυπο ήταν ένα πρότυπο βιολογικής παραγωγής που είχε ως αφετηρία τις συνθήκες καλλιέργειας της Ελλάδας δίνοντας μεγάλη έμφαση στην αύξηση της βιοποικιλότητας εντός του αγροοικοσυστήματος και την αύξηση της γονιμότητας των σχετικά φτωχών ελληνικών εδαφών. Από το 2015 ενσωματώθηκε στο Βιοκυκλικό Πρότυπο η προσέγγιση μιας μορφής βιολογικής γεωργίας χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών στη φυτική παραγωγή και γενικότερα την αποσύνδεση της φυτικής παραγωγής από την κτηνοτροφία και γι' αυτό μετονομάστηκε και σε Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας.

Έτσι η αύξηση της γονιμότητας επιτυγχάνεται με μεθόδους όπως η χλωρά λίπανση, η εδαφοκάλυψη κ.α. Ο ακρογωνιαίος λίθος βέβαια της Βιοκυκλικής Φυτοπονίας είναι η ανακύκλωση και η επιστροφή των θρεπτικών που χάνονται κατά τη διαδικασία της παραγωγής μέσω της κομποστοποίησης φυτικών υπολειμμάτων που εκπίπτουν από την ίδια την εκμετάλλευση είτε σε τοπικό επίπεδο από τα υποπροϊόντα επεξεργασίας τροφίμων ή βιοκαυσίμων (όπως πυρήνα και φύλλα ελιάς, στέμφυλα κ.α.)

Για την επίτευξη ενός ώριμου κομπόστ κατάλληλο για την παραγωγή πρέπει να ακολουθηθεί μια πολύ συγκεκριμένη διαδικασία η οποία αναλόγως με τη σύσταση των αρχικών υλικών μπορεί να κρατήσει από 1 έως 6 μήνες. Σε αυτή τη φάση οι παραγωγοί προμηθεύονται το κομπόστ για να το ενσωματώσουν στις καλλιέργειές τους. Σε πολλές χώρες υπάρχουν πλέον και νομοθεσίες για την μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα ενσωμάτωσης κομπόστ στο έδαφος καθώς υπάρχει ακόμα πολύ μεγάλος κίνδυνος έκπλυσης θρεπτικών.

Πέρα όμως από την κλασική παραγωγή κομπόστ το Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας εισάγει μια καινούρια και βασική παράμετρο στη διαδικασία της κομποστοποίησης και είναι αυτή του χρόνου. Μετά από μια τυχαία παρατήρηση σε μονάδα κομποστοποίησης στην περιοχή της Καλαμάτας (Βιοκυκλικό Πάρκο) παρατηρήθηκε μια μεταβολή των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών του κομπόστ μετά από μια μεθωρίμανση 4-10 ετών. Το μεθωριμασμένο κομπόστ είχε πλέον την υφή χώματος και όχι ενός ώριμου κομπόστ. Επίσης μετά από απευθείας φυτεύσεις των λόφων με κηπευτικά παρατηρήθηκαν αυξήσεις των αποδόσεων χρόνο με το χρόνο χωρίς να αλλοιώνεται η χημική σύσταση του κομπόστ. Αντιθέτως παρατηρήθηκε μια συνεχής αύξηση των θρεπτικών. Ταυτόχρονο όμως με μια εξαιρετικά υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (91 meq Na/100g) δεν βρέθηκαν θρεπτικά στοιχεία σε δοκιμασία εκχύλισης σε νερό. Αυτό σημαίνει πως τα θρεπτικά είναι πλέον δεσμευμένα σε χουμικές δομές και είναι διαθέσιμα μόνο στις ρίζες των φυτών, άρα δεν υπόκεινται πια στη διαδικασία έκπλυσης. Ταυτόχρονα αυτό το υλικό αποδείχθηκε ιδιαίτερα φιλικό προς το ριζικό σύστημα των φυτών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί άφοβα ως υπόστρωμα σε οποιοδήποτε σπορείο.

Αυτή η ιδιότητα συναντά και τους στόχους της διεθνούς κοινότητας για την μείωση των επιπτώσεων των αερίων του θερμοκηπίου και πιο συγκεκριμένα τη δέσμευση του ανθρωπογενούς CO₂ στα εδάφη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δέσμευση της παραγόμενης φυτομάζας σε σταθερές δομές οργανικής ουσίας. Ένα τέτοιο υλικό που έχει ξεπεράσει το βαθμό ωριμότητας ενός ώριμου κομπόστ και πληροί τις προαναφερθείσες ιδιότητες έχει χαρακτηριστεί ως χουμόχωμα.

1.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η επιστημονική έρευνα δεν έχει ακόμα στρέψει το βλέμμα της στον παράγοντα χρόνο στη διαδικασία κομποστοποίησης καθώς μέχρι τώρα μια πρακτική μεθωρίμασης του παραγόμενου κομπόστ σε εμπορική κλίμακα δεν θα είχε το ανάλογο οικονομικό αποτέλεσμα. Έτσι γεννήθηκε η ανάγκη και για την επιστημονική παρακολούθηση αυτής της εξέλιξης. Μια πρώτη απόπειρα για την αξιολόγηση του χουμοχώματος έγινε με αυτή τη μελέτη.

Η παρούσα εργασία έχει αρκετά μεγάλο ενδιαφέρον από επιστημονικής πλευράς καθώς είναι η πρώτη φορά που πραγματοποιείται πείραμα με καλλιέργεια γλυκοπατάτας στην Ελλάδα αλλά και το πρώτο πείραμα όπου ενσωματώνεται το βιοκυκλικό χουμόχωμα για την αξιολόγησή του σε συνθήκες αγρού. Καθώς το χουμόχωμα αποτελεί μια εναλλακτική μορφή λίπανσης και υποστρώματος ανάπτυξης για τα δεδομένα της βιολογικής γεωργίας, τα αποτελέσματα της έρευνας θα έχουν μεγάλο ενδιαφέρον και για την καθημερινή γεωργική πράξη των παραγωγών, αφού προτείνεται ένας νέος τρόπος προσέγγισης της ανάπτυξης και θρέψης των φυτών.

Από την άλλη σε αυτή την εργασία μελετήθηκε η καλλιέργεια γλυκοπατάτας για την οποία δεν υπάρχουν καθόλου ερευνητικά στοιχεία, παρόλο που είναι μια πολλά υποσχόμενη και ανερχόμενη καλλιέργεια στην Ελλάδα. Το δεύτερο φυτό που μελετήθηκε είναι η βιομηχανική τομάτα για την οποία επίσης υπάρχουν ελάχιστα επιστημονικά στοιχεία για την Ελλάδα και ιδιαίτερα για την βιολογική παραγωγή της.

Σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του βιοκυκλικού χουμοχώματος ως υπόστρωμα ανάπτυξης για δύο καλλιέργειες, τη βιομηχανική τομάτα και τη γλυκοπατάτα σε συνθήκες αγρού. Αξιολογήθηκαν τόσο αγρονομικά όσο και ποιοτικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών καθώς και οι τυχόν αλληλεπιδράσεις αυτών των παραγόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΤΟΜΑΤΑ

2.1.1 Εισαγωγή

Η τομάτα θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα λαχανικά τόσο από οικονομικής άποψης όσο και από τη μεριά της κατανάλωσης. Σε εμπορικό επίπεδο κατέχει τη δεύτερη θέση μετά την πατάτα με την παγκόσμια έκταση να ανέρχεται περίπου στα 4,8 εκατομμύρια εκτάρια με μια μέση παραγωγή 37 τόνων το εκτάριο για την παραγωγική περίοδο του 2016 (FAOSTAT, 2018).

Η καλλιεργούμενη τομάτα (*Lycopersicon esculentum* Mill.) είναι ένα από τα πιο δημοφιλή λαχανικά. Η τομάτα καταναλώνεται είτε φρέσκια είτε ως προϊόν επεξεργασίας στη μορφή σάλτσας, χυμών αλλά και ολόκληρη ή κομμένη σε κονσέρβα (Grandlilo et al., 1999). Ένας μεγάλος κλάδος στην βιομηχανία τροφίμων αποτελεί η βιομηχανική επεξεργασία της τομάτας. Μόνο το 2017 επεξεργάστηκαν περίπου 38 εκατομμύρια τόνοι βιομηχανικής τομάτας. Σε παγκόσμια παραγωγή η Καλιφόρνια στις Ηνωμένες Πολιτείες και η Κίνα έχουν τον πρωταρχικό ρόλο ενώ η Ιταλία κατέχει την εξέχουσα θέση ανάμεσα στις χώρες της Μεσογείου (WPTC, 2018a).

Η βιομηχανία επεξεργασίας της τομάτας αναπτύχθηκε ιδιαίτερα μετά το 1850 και ήδη από το 1950 υπήρχαν οι πρώτες προσπάθειες γεωργικής βελτίωσης σε ποικιλίες τομάτας που θα είχαν εφαρμογή στη βιομηχανία επεξεργασίας τομάτας (Grandlilo et al., 1999). Η βελτίωση του φυτού της τομάτας διαδραμάτισε έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη ποικιλιών που θα ήταν κατάλληλες για τη βιομηχανική επεξεργασία της τομάτας αλλά και τα νέα δεδομένα στην αγροτική παραγωγή. Έτσι, αναπτύχθηκαν ποικιλίες με καθορισμένο τρόπο ανάπτυξης, πυκνή καρποταξία και συμπαγή σάρκα για να γίνει πιο εύκολη η συγκομιδή με μηχανικά μέσα. Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό κατά τη διαδικασία βελτίωσης είναι η παραγωγή ποικιλιών που εξασφαλίζουν ένα υψηλό ποσοστό στα ολικά διαλυτά στερεά του καρπού (total soluble solids ή αλλιώς TSS και μετριέται σε βαθμούς Brix) καθότι οι ποικιλίες με υψηλά ολικά διαλυτά στερεά και ιδιαίτερα τα σάκχαρα και οξέα είναι πιο κατάλληλες για την παραγωγή συμπυκνωμένων προϊόντων τομάτας (Gould, 2013).

Την δεκαετία του 1950 δύο επιστήμονες ο Coby Lorenzen και ο Jack Hanna από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια εργάστηκαν με στόχο την εκμηχάνιση της παραγωγής της βιομηχανικής με τον τελευταίο να εισάγει για πρώτη φορά τις βελτιωμένες ποικιλίες βιομηχανικής τομάτας κατάλληλες για μηχανική συγκομιδή στην παραγωγή. Με αυτό τον τρόπο επιτεύχθηκε μια σταδιακή μείωση του κόστους συγκομιδής της βιομηχανικής τομάτας μέσα στις δεκαετίες που ακολούθησαν (Miyao & Hartsough, 2010; Stevens & Rick, 1986).

2.1.2 Ανάγκες βιομηχανικής τομάτας σε θρεπτικά

Οι βελτιωμένες ποικιλίες και υβρίδια βιομηχανικής τομάτας έχουν αυξημένες ανάγκες εξωτερικών εισροών ειδικά όσον αφορά την παροχή θρεπτικών στοιχείων, κάτι που συμβαδίζει με τις ως τώρα πρακτικές στην συμβατική γεωργία με τη συνεχή εισροή θρεπτικών υπό τη μορφή συνθετικών λιπασμάτων αλλά και φυτοπροστατευτικών προϊόντων, αλλά είναι σε αντίθεση με τις ως τώρα συνηθισμένες πρακτικές στην βιολογική γεωργία (De Ponti et al., 2012). Ιδιαίτερα αυξημένες είναι οι απαιτήσεις της βιομηχανικής τομάτας σε άζωτο (N) που κυμαίνονται από 222 έως 466 κιλά αζώτου ανά εκτάριο (Battilani, 2003; Hartz & Bottoms, 2010). Πέρα όμως από τις αυξημένες θρεπτικές απαιτήσεις του φυτού πρέπει να σημειωθεί ότι είναι ιδιαίτερα απαιτητικό φυτό σε νερό. Η χορήγηση επαρκούς ποσότητας αρδευτικού νερού στα φυτά συνδέεται άμεσα και με την καλύτερη αξιοποίηση των χορηγούμενων λιπασμάτων ιδιαίτερα του αζώτου (Liu et al., 2012).

2.1.3 Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή βιομηχανικής τομάτας και η οργάνωση της αγοράς

Το 1998 ιδρύθηκε μια διεθνής ένωση μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα με στόχο να εκπροσωπεί διεθνώς τις βιομηχανίες επεξεργασίας τομάτας (The World Processing Tomato Council, WPTC). Αυτή τη στιγμή τα μέλη της μετρούν στο σύνολό τους περίπου το 95% της παγκόσμιας παραγωγής επεξεργασμένης τομάτας (WPTC, 2018a). Μέλος του WPTC είναι η μη κερδοσκοπική ένωση επαγγελματιών που δραστηριοποιούνται στον τομέα της βιομηχανικής τομάτας στις χώρες της Μεσογείου AMITON. Η AMITON ιδρύθηκε το 1979 με σκοπό τη συλλογή και παροχή τεχνικών και οικονομικών στοιχείων και την ανταλλαγή πληροφορικών που αφορούν την παραγωγή και επεξεργασία βιομηχανικής τομάτας αλλά και τις τελευταίες εξελίξεις στην επιστημονική έρευνα (AMITON, 2018). Στον πίνακα 2.1 φαίνονται οι παγκόσμιες παραγόμενες ποσότητες βιομηχανικής τομάτας ανά χώρα από το 2016-2018.

Πίνακας 2.1: Παγκόσμια παραγωγή βιομηχανικής τομάτας για τα έτη 2016-2018 σε χιλιάδες τόνους.

	Χώρα	2016	2017	πρόβλεψη 2018	μέσος όρος 2015-2017	μεταβολή 2018 σε συγκριση με 2017	
Βόρειο Ημισφαίριο	Μέλη της περιοχής της Μεσογείου (AMITOM)	Αλγερία ¹	550	600**	600*	550	0,0%
		Αίγυπτος	350**	300*	300*	300	0,0%
		Γαλλία	183	195	185	183	-5,0%
		Ελλάδα	440	400	425	447	6,0%
		Ιράν ¹	1150	980	1600	1160	63,0%
		Ισραήλ	200	200	200	207	0,0%
		Ιταλία	5180	5200	5000	5258	-4,0%
		Μάλτα ¹	8	8	8	8	0,0%
		Πορτογαλλία	1507	1554	1450	1574	-7,0%
		Ρωσία ¹	145	400	500	212	25,0%
		Ισπανία	2950	3350	2600	3109	-22,0%
		Συρία ¹	70*	70*	70*	70	0,0%
		Τυνησία	650	643	650	743	1,0%
		Τουρκία	2100	1900	1500*	2233	-21,0%
		Ουκρανία ¹	500	650	730	583	12,0%
		Σύνολο μελών AMITOM	16033	16450	15818	16636	-4,0%
		εκ των οποίων μέλη Ε.Ε.	10268	10707	9668	10578	-9,7%
	Άλλα μέλη	Βραζιλία	1450	1450	1250	1400	-13,8%
		Καναδάς	456	426	430	423	1,0%
		Καλιφόρνια	11470	9492	10886	11329	15,0%
		Κίνα	5150	6200	4900	565	-21,0%
		Ιαπωνία	33	30	32	33	7,0%
		Σύνολο άλλων μελών	18559	17598	17498	18834	-0,6%
	Μη μέλη	Βουλγαρία	40**	50**	50*	50	0,0%
		Τσεχία	25*	25*	25*	25	0,0%
		Ουγγαρία	105*	100**	130**	103	30,0%
		Μαρόκο	130*	130*	130*	130	0,0%
		Πολωνία	220**	200**	200*	210	0,0%
		Σλοβακία	20*	20*	20*	20	0,0%
		ΗΠΑ εκτός Καλιφόρνιας	476**	408**	450**	411	10,0%
		Σύνολο μη μελών	1016	933	1005	950	7,7%
	Σύνολο βορείου ημισφαιρίου	35608	34981	34321	36420	-1,9%	
	εκ των οποίων μέλη WPTC	34592	34048	33316	35470	-2,1%	
εκ των οποίων μέλη Ε.Ε.	10678	11102	10093	10956	-9,1%		
Νότιο Ημισφαίριο	Μέλη	Αργεντινή	405	488	420	476	-13,9%
		Αυστραλία	275	185	245	249	32,4%
		Χιλή	800	1080	1090	910	0,9%
		Περού	100	110	100	107	-9,1%
		Νότια Αφρική	145	180	160	155	-11,1%
		Σύνολο μελών	1725	2043	2015	1897	-1,4%
	Μη μέλη	Δομινικανή Δημοκρατία	210*	220*	220*	213	0,0%
		Ινδία	130*	130*	130*	130	0,0%
		Μεξικό	40**	40*	40*	40	0,0%
		Νέα Ζηλανδία	51*	50**	50*	51	0,0%
		Σενεγάλη	28**	53**	60*	54	13,2%
		Ταϊλάνδη	260*	260*	260*	260	0,0%
		Βενεζουέλα	20*	20*	20*	20	0,0%
		Σύνολο μη μελών	739	773	780	768	0,9%
		Σύνολο νοτίου ημισφαιρίου	2464	2816	2795	2665	-0,7%
Σύνολο	38072	37797	37116	39084	-1,8%		
εκ των οποίων μέλη του WPTC	36317	36091	35331	37367	-2,1%		
ποσοστιαίο σύνολο μελών WPTC	95%	95%	95%	96%	-0,3%		

1= συνδεδεμένα μέλη με την AMITON, *= εκτίμηση από WPTC, **= άλλες πηγές (βιομηχανία, τύπος κ.α.), όλα τα άλλα στοιχεία βασίζονται στα δεδομένα των μελών της WPTC

Πηγή: WPTC: The World Processing Tomato Council

<https://www.wptc.to/pdf/releases/WPTC%20World%20Production%20estimate%20as%20of%2021%20February%202018.pdf>

2.1.4 Η Βιομηχανική τομάτα στην Ελλάδα

Η ελληνική βιομηχανία επεξεργασίας τομάτας εκπροσωπείται στην AMITOM μέσω της ΡΕΚ, της Πανελληνίας Ένωσης Κονσερβοποιών, η οποία ιδρύθηκε το 1945 και είναι ιδρυτικό μέλος της AMITOM και τα μέλη της συγκεντρώνουν πάνω από το 90% της εγχώριας παραγωγής. Η Ελλάδα παράγει περίπου το 6% της συνολικά παραγόμενης ποσότητας βιομηχανικής τομάτας των χωρών μελών της AMITOM με μια μέση παραγωγή 420 χιλιάδων τόνων το χρονικό διάστημα 2010-2015. Η κύρια περιοχή παραγωγής βιομηχανικής τομάτας στην Ελλάδα είναι η Θεσσαλία και η Βοιωτία συγκεντρώνοντας το 75% της συνολικής παραγωγής. Η περιοχή της Πελοποννήσου παράγει περίπου το 20% και η Μακεδονία και Θράκη το 5% της παραγωγής. Η άρδευση των χωραφιών με βιομηχανική τομάτα γίνεται στο 95% περίπου της καλλιεργούμενης έκτασης με στάγδην άρδευση. Η μεταφύτευση στις συνθήκες της Ελλάδας γίνεται μεταξύ Απριλίου και Ιουνίου και η συγκομιδή πραγματοποιείται από τον Ιούλιο μέχρι και το Σεπτέμβριο. Το μέσο μέγεθος κάθε εκμετάλλευσης κυμαίνεται από 10 έως 25 εκτάρια. Τα σπορόφυτα που χρησιμοποιούνται είναι όλα υβρίδια που παρέχονται κυρίως από τις εταιρίες Heinz seeds, ISI, Esasem και HMClause. Η απευθείας σπορά δεν συνηθίζεται σαν πρακτική αλλά πραγματοποιείται μεταφύτευση στο 95% περίπου της καλλιεργούμενης έκτασης. Στο 95% της συνολικής έκτασης γίνεται επίσης μηχανική συγκομιδή. Στην Ελλάδα υπάρχουν αυτή τη στιγμή 15 βιομηχανίες επεξεργασίας τομάτας με τις 4 να κατέχουν το 75% του συνολικού μεριδίου. Το 80% της παραγωγής εξάγεται κυρίως στη μορφή βιομηχανικών προϊόντων υψηλών προδιαγραφών όπως τοματοπελτές, χυμός τομάτας, τομάτας κονκασέ σε ασηπτική χύμα συσκευασία αλλά και σε συσκευασίες κατάλληλες για λιανικό εμπόριο. Οι κύριες εξαγωγικές χώρες για την Ελλάδα είναι οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ιαπωνία και οι χώρες του Περσικού Κόλπου (WPTC, 2018b).

Πίνακας 2.2: Στοιχεία βιομηχανικής τομάτας για τα έτη 2001 μέχρι 2015 (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων).

Έτος	Μεταποιηθείσα πρώτη ύλη	καλλιεργηθείσα έκταση (στρ)	Μέση απόδοση (τόνοι/στρ)
2001	935006,0	148283,9	6,3
2002	861246,0	169207,0	5,1
2003	983050,0	178434,5	5,5
2004	1187592,0	183162,5	6,5
2005	880450,0	127630,0	6,9
2006	720400,0	105587,2	6,8
2007	614203,0	99876,5	6,1
2008	639748,3	77994,2	8,2
2009	818555,8	113000,5	7,2
2010	661914,7	90799,6	7,3
2011	330000,0	40000,0	8,3
2012	390000,0	58000,0	6,7
2013	432554,0	45554,0	9,5
2014	463961,0	49923,0	9,3
2015	512695,3	55200,0	9,3

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων

http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Oporokipeytika/stoixeia_kalliergias2001_2015.pdf

2.1.5 Η συρρίκνωση του κλάδου της βιομηχανικής τομάτας μετά το 2004

Από το 2004 παρατηρήθηκε μια μείωση στην εγχώρια παραγωγή βιομηχανικής τομάτας η οποία κορυφώθηκε το 2011 και έτσι, ενώ το 2004 καλλιεργήθηκαν 183.162 στρέμματα το 2011 μόνο 40.000. Η εγκατάλειψη της καλλιέργειας τη βιομηχανικής τομάτας έχει πολλούς λόγους με τον κύριο όμως να είναι η αναθεώρηση της Κ.Α.Π. και της ΚΟΑ οπωροκηπευτικών το 2007 και την εθνική επιλογή διατήρησης της συνδεδεμένης ενίσχυσης σε ποσοστό 30% για 3 χρόνια έως το 2010, ενώ θα υπήρχε και μια πιο σταδιακή επιλογή αυτής της διατήρησης της συνδεδεμένης ενίσχυσης σε ποσοστό 50% για 4 χρόνια. Έτσι, μετά το 2011 και την πλήρη αποδέσμευση της αποδεσμευμένης ενίσχυσης και η ένταξη στο καθεστώς της Ενιαίας Ενίσχυσης ώθησε πολλούς παραγωγούς στην εγκατάλειψη της συγκεκριμένης καλλιέργειας.

Από την άλλη, πολλοί παραγωγοί στράφηκαν προς τις πιο ελκυστικές καλλιέργειες όπως αυτή του βαμβακιού που έχει και μικρότερο καλλιεργητικό κόστος. Πρέπει να σημειωθεί επίσης πως αυξήθηκε και ο ανταγωνισμός από τρίτες χώρες όπως τις ΗΠΑ (Καλιφόρνια) και την Κίνα οι οποίες μπορούν να προσφέρουν προϊόντα σε ανταγωνιστικά χαμηλές τιμές τις οποίες η Ελλάδα με τα διαρθρωτικά προβλήματα της Γεωργίας της δεν μπορεί να συναγωνιστεί. (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, 2018)

2.1.6 Η έρευνα στην Ελλάδα

Η βιομηχανική τομάτα είναι ένα φυτό που έχει μελετηθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια σε αρκετές χώρες όπου το ενδιαφέρον της εν λόγω καλλιέργειας είναι ιδιαίτερα αυξημένο. Στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών πραγματοποιούνται από το 2014 στον βιολογικό αγρό πειράματα με αντικείμενο μελέτης τη βιομηχανική τομάτα. Έτσι κατά την καλλιεργητική περίοδο 2014 έγινε από την Χρυσούλα Π. Δρόντζα η μελέτη της επίδρασης οργανικής και ανόργανης λίπανσης στη ζιζανιοχλωρίδα σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας από την οποία και προέκυψε ότι η βιομηχανική τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί με βιολογικό τρόπο χωρίς να προκαλείται πρόβλημα από τα αγριόχορτα στην τελική απόδοση της καλλιέργειας. (Cheimona et al., 2016) , Την ίδια χρονιά έγινε επίσης μελέτη από την Αργυρώ Α. Δέδε κατά την οποία αξιολογήθηκαν διάφοροι τύποι οργανικών λιπασμάτων κατάλληλων για τη βιολογική γεωργία ως προς αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες αποκλείσεις στις αποδόσεις από την επέμβαση οργανικού λιπάσματος ή κοπριάς με σχέση με το ανόργανο λίπασμα ενώ παρατηρήθηκε μια σημαντικά υψηλότερη ολική οξύτητα στους καρπούς όπου εφαρμόστηκε ανόργανο λίπασμα στα φυτά από τους καρπούς που τα φυτά έλαβαν οργανικά λιπάσματα.

Την καλλιεργητική περίοδο 2015 η Βασιλική Ν. Κανάκη μελέτησε το πώς η πυκνότητα φύτευσης επηρεάζει την βιολογική καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας και συμπέρανε ότι η

πυκνότερη φύτευση οδηγεί σε αυξημένες αποδόσεις απ' ό τι μια αραιή φύτευση χωρίς να επηρεάζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καρπού. Από την άλλη η λίπανση δεν έδειξε σημαντικές διαφορές στις αποδόσεις αλλά παρατηρήθηκε μια μειωμένη ολική οξύτητα στην εφαρμογή με οργανική λίπανση σε σχέση με τον μάρτυρα.

Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2016 πραγματοποιήθηκε από την Νικολίνα Χ. Χειμώνα πείραμα στον βιολογικό αγρό με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης της λίπανσης σε διάφορα χαρακτηριστικά δύο υβριδίων βιομηχανικής τομάτας. Μεταξύ άλλων δεν φάνηκε να έχει κάποια επίδραση η επιμόλυνση της ρίζας με μυκόρριζα όπως και δεν σημειώθηκαν διαφορές στις αποδόσεις λόγω λίπανσης. Η περιεκτικότητα του καρπού σε λυκοπένιο ήταν αυξημένη στους καρπούς που δέχτηκαν οργανική λίπανση.

Στην Ελλάδα άλλες μελέτες που έχουν γίνει για την βιομηχανική τομάτα είναι από το 1999 και το που αφορούν την αξιολόγηση ποικιλιών (Vassiliou & Christou, 1999) αλλά και την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων σε συνάρτηση με την άρδευση και την αζωτούχο λίπανση (Christou et al., 1999)

2.1.7 Έρευνες για την αξιοποίηση του αζώτου σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας

Ο Hartz (2017) αναφέρεται στις αυξημένες θρεπτικές απαιτήσεις των νέων αποδοτικών υβριδίων βιομηχανικής τομάτας σε συνδυασμό και με την βελτιστοποίηση της τεχνολογίας της στάγδην άρδευσης και το πώς μπορεί να γίνει καλύτερη αξιοποίηση της λίπανσης των βασικών θρεπτικών στοιχείων στους διαφορετικούς τύπους εδαφών της Καλιφόρνιας. Καθώς η καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας είναι πολύ απαιτητική σε άζωτο, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες που αξιολογούν την αζωτούχο λίπανση όσον αφορά αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Στις τελευταίες έρευνες γίνεται προσπάθεια για την εξεύρεση περιβαλλοντικά πιο βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης της αζωτούχου λίπανσης, σχετίζοντας τις ανάγκες των φυτών ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης τους αλλά και την αξιολόγηση εναλλακτικών πηγών αζώτου όπως οργανικά λιπάσματα αλλά και με πρακτικές πως η χλωρή λίπανση και καλλιέργειες για εδαφοκάλυψη, έτσι ώστε να μετριαστούν οι δυσμενείς περιβαλλοντικά επιπτώσεις από την αλόγιστη χρήση ανόργανων αζωτούχων λιπασμάτων (Tei et al., 2015; Farneselli et al., 2015; Tosti et al., 2008). Άλλες παλαιότερες μελέτες σχετίζουν ποιοτικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά με διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (Zhang et al., 2010; Atanasova et al., 2009; Elia et al., 2007; Parisi et al., 2004)

2.1.8 Συγκριτικές μελέτες βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας

Η εφαρμογή «Ενεργών Μικροοργανισμών» σε επίπεδο χωραφιού δεν έδειξε σημαντικές διαφορές όσον αφορά την τελική απόδοση και την περιεκτικότητα των καρπών σε λυκοπένιο, β-καρετονειδή, φαινολικές ουσίες και διαλυτά στερεά (Ratajkiewicz et al., 2017).

Η χρήση βιοξυλάνθρακα (Biochar) αποκτά ολοένα και αυξανόμενο ενδιαφέρον από την γεωργική πρακτική καθώς το συγκεκριμένο υλικό που προκύπτει από την πυρόλυση βιομάζας θεωρείται ιδιαίτερα πλούσιο σε άνθρακα. Η ενσωμάτωση του βιοξυλάνθρακα στα εδάφη φαίνεται να είναι μια πολλά υποσχόμενη πρακτική για τη δέσμευση του άνθρακα στα εδάφη, τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου αλλά και την αύξηση των φυτικών αποδόσεων (Marienza et al., 2017). Σε πείραμα όπου ενσωματώθηκε βιοξυλάνθρακας σε συμπυκνωμένη μορφή «πέλετες» και σε μορφή σκόνης στο έδαφος καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας παρατηρήθηκε αύξηση της περιεκτικότητας του εδαφικού άνθρακα, της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων καθώς και η διαθεσιμότητα NH_4^+ , P και K χωρίς όμως να παρατηρούνται στατιστικώς μεγάλες διαφορές στην απόδοση από τον μάρτυρα (Marienza et al., 2015; Vaccari et al., 2015).

Πολλές μελέτες έχουν γίνει για τη σύγκριση βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας όπως οι Ronga et al. (2017) έδειξαν σε διετές πείραμα αγρού ότι η συνολική παραγωγή ξηράς βιομάζας μειώθηκε κατά 25%, η φυλλική επιφάνεια κατά 36% και η αξιοποίηση της ακτινοβολίας κατά 24% στο βιολογικό σύστημα παραγωγής ενώ παρατηρήθηκε μια αύξηση της βιομάζας των στελεχών και των ριζών κατά 34% και 41% αντίστοιχα. Ικανοποιητικά αποτελέσματα προέκυψαν και από την μελέτη υβριδίων με υψηλή περιεκτικότητα σε λυκοπένιο κάτω από συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας. (Leiva-Brondo et al., 2015). Σε άλλες έρευνες φάνηκε να υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών φρέσκιας και επεξεργασμένης βιομηχανικής τομάτας (Sandeï et al., 2015) ενώ άλλοι έδειξαν ότι οι τελικές αποδόσεις και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά βιομηχανικής τομάτας με τη χρήση βιολογικών οργανικών λιπασμάτων είναι συγκρίσιμες με αυτές από συμβατική καλλιέργεια (Rinaldi et al., 2014). Στην Καλιφόρνια αξιολογήθηκαν οργανικά λιπάσματα ως προς την διαθεσιμότητα αζώτου στα φυτά βιομηχανικής τομάτας χρησιμοποιώντας κυρίως μείγματα ζωικών κοπριών και άλευρα πούπουλων (Bustamante & Hartz, 2015).

Άλλες παλαιότερες πάλι έρευνες συγκρίνουν τα δύο παραγωγικά συστήματα βιολογικό και συμβατικό σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας (Pieper & Barrett, 2009; Boček, et al., 2008; Rinaldi et al., 2007).

Άλλες έρευνες αφορούν την αξιολόγηση προσθήκης χουμικών ουσιών που προέρχονται από το ορυκτό λεοναρδίτη στο έδαφος καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Οι Asri et al. (2015) βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μετά την εφαρμογή χουμικών οξέων στο έδαφος παρατηρώντας μια θετική συσχέτιση μεταξύ της εφαρμοζόμενης δόσης και των τελικών αποδόσεων σε καρπό. Σε άλλη έρευνα όμως δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την απόδοση σε καρπό και την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από την καλλιέργεια μετά από εφαρμογή χουμικών οξέων στο έδαφος (Hartz & Bottoms, 2010).

Άλλη μια σημαντική καλλιεργητική πρακτική που χρησιμοποιείται και στην βιολογική γεωργία είναι η κάλυψη του εδάφους με φυτικά υπολείμματα (mulching) με σκοπό την καλύτερη αξιοποίηση της υγρασίας, και των θρεπτικών αλλά και την προστασία της καλλιέργειας από αγριόχορτα και τον εμπλουτισμό του εδάφους με οργανική ουσία. Έχουν γίνει αρκετές έρευνες τα τελευταία χρόνια για την αξιολόγηση διαφόρων υλικών κάλυψης εδάφους είτε από φυτικά υπολείμματα είτε από βιοδιασπώμενα υλικά σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας. (Moreno et al., 2016, 2013; Mancinelli et al., 2015; Sambo et al., 2012; Cirujeda et al., 2012).

Στα πλαίσια της Γεωργίας Συντήρησης (Conservation Agriculture) όπου η βασική ιδέα είναι η προστασία του γεωργικού εδάφους μέσω μειωμένης ή και μηδενικής κατεργασίας, τη συνεχή εδαφοκάλυψη, την αμειψισπορά και την φυτοποικιλότητα έχουν γίνει μελέτες σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας (Mitchell et al., 2012; Madeira et al., 2009; Madden et al., 2004; Thomas et al., 2001).

2.2 ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑ

2.2.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η καλλιεργούμενη γλυκοπατάτα (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) είναι φυτό νεοτροπικής προέλευσης και ταξινομικά ανήκει στο γένος *Ipomoea* συγκεκριμένα στην οικογένεια Convolvulaceae. Το γένος *Ipomoea* έχει πάνω από 500 είδη (Khoury et al., 2015). Η καταγωγή της γλυκοπατάτας φαίνεται να είναι από την κεντρική ή βορειοδυτική Νότια Αμερική λόγω της παρουσίας τροπικών κονδυλόδων ριζωματώδων καλλιεργειών (O'Brien, 1972). Μετά από ανάλυση γονοτύπων γλυκοπατάτας η διασπορά του φυτού της γλυκοπατάτας σε άλλες περιοχές του πλανήτη πραγματοποιήθηκε κυρίως μέσου του κέντρου διασποράς της Κεντρικής (Καραϊβικής) Αμερικής (Gichuki et al., 2003).

Υπάρχουν στοιχεία για την καλλιέργεια της γλυκοπατάτας ήδη από το 6000 π.Χ. στην περιοχή της Κεντρικής Αμερικής ενώ στην Πολυνησία, την Χαβάη και τη Νέα Ζηλανδία κάνει η καλλιέργεια την εμφάνισή της την προ Κολομβιανή εποχή. Στις Φιλιππίνες εισήχθη από τους Ισπανούς τον 16^ο αιώνα ενώ την ίδια εποχή κάνει την εμφάνιση της και στην Κίνα. Οι

Πορτογάλοι εισήγαγαν την καλλιέργεια της γλυκοπατάτας στην Δυτική Μεσόγειο, την Ευρώπη, την Αφρική, την Ινδία και σε μέρη της Νοτιανατολικής Ασίας (O'Brien, 1972; Jia, 2013).

Από οικονομικής άποψης το σημαντικότερο τμήμα του φυτού της γλυκοπατάτας είναι οι ριζοκόνδυλοι. Σε αντίθεση οι κόνδυλοι της πατάτας (*Solanum tuberosum* L.) είναι διογκωμένοι υπόγειοι βλαστοί. Από τους ριζοκόνδυλους της γλυκοπατάτας μετά από τυχαία μεριστωματική δραστηριότητα μπορούν να προκύψουν βλαστοί είτε και ρίζες. Οι γλυκοπατάτες αναπτύσσονται από τυχαίες ρίζες που υπάρχουν σε ομάδες των 4-10 δίπλα στις βάσεις των φύλλων (Firon et al., 2009).

Τα άνθη του φυτού της γλυκοπατάτας είναι χαρακτηριστικά των φυτών του γένους *Ipomoea* και εμφανίζονται σε διάφορα χρώματα, σχήματα και μεγέθη. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και η επικονίαση γίνεται κυρίως από μέλισσες και άλλα έντομα (Martin & Ortiz, 1967; Jones, 1980). Η γλυκοπατάτα είναι κυρίως στραυρογονιμοποιούμενο φυτό αλλά μπορεί να πολλαπλασιαστεί και αγενώς μέσω των βλαστών και μοσχευμάτων της ή και των τυχαίων οφθαλμών των ριζοκονδύλων. Η παραγωγή σπόρου είναι σπάνιο φαινόμενο λόγω υψηλής ασυμβατότητας μεταξύ των γονοτύπων γλυκοπατάτας αλλά πραγματοποιείται τυχαία με τις μέλισσες ή μέσω ελεγχόμενων διασταυρώσεων από βελτιωτές. Ο πολλαπλάσιος των φυτών γίνεται τις περισσότερες φορές αγενώς από τους παραγωγούς (Andersson & de Vicente, 2010).

2.2.2 Στατιστικά στοιχεία για τη γλυκοπατάτα, σε ποιες περιοχές καλλιεργείται και η εμπορική σημασία της

Η γλυκοπατάτα θεωρείται σε παγκόσμιο επίπεδο η έβδομη πιο σημαντική καλλιέργεια σε παραγωγικό επίπεδο. Η συνολική παγκόσμια παραγωγή το 2016 ήταν πάνω από 105 εκατομμύρια τόνοι και καλλιεργήθηκε σε πάνω από 117 χώρες (FAOSTAT, 2018). Η Ασία είναι η μεγαλύτερη παραγωγός γλυκοπατάτας έχοντας πάνω από 80% της παγκόσμιας παραγωγής. Ακολουθεί η Αφρική με 16% και η Αμερική και Ωκεανία με 3% και 1% αντίστοιχα. Το 95% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής γίνεται σε αναπτυσσόμενες χώρες (FAOSTAT, 2018).

Η καλλιέργεια της γλυκοπατάτας αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία καθώς είναι ένα φυτό που εύκολα μπορεί να καλλιεργηθεί κάτω από διαφορετικές κλιματικές συνθήκες και θεωρείται ότι θα διαδραματίσει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην επίτευξη διατροφικής επάρκειας στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου οι συνθήκες καλλιέργειας είναι πολύ συχνά αρκετά οριακές. Επιπλέον με την καλλιέργεια της γλυκοπατάτας παράγεται περισσότερη βιομάζα και θρεπτικά ανά εκτάριο από οποιαδήποτε άλλη καλλιέργεια (Loebenstein, 2009).

Οι αποδόσεις της γλυκοπατάτας σε παγκόσμιο επίπεδο ήταν κατά μέσο όρο 12,2 t/ha το 2016. Οι διαφορές στις αποδόσεις της καλλιέργειας είναι μεγάλες μεταξύ των χωρών και κυμαίνονται από 5,1 t/ha για την Αφρική και 21,6 t/ha για την Βόρεια Αμερική (FAOSTAT, 2018). Ενώ η γλυκοπατάτα είναι μια παραδοσιακή καλλιέργεια για αρκετές χώρες του κόσμου (Κίνα, Μεξικό κ.α.), η κατανάλωση και παραγωγή της έγινε στην Ευρώπη πιο δημοφιλής μόλις τις προηγούμενες δεκαετίες. Η γλυκοπατάτα στην Ευρώπη καλλιεργείται κυρίως στις χώρες της Μεσογείου (Πορτογαλία, Ισπανία, Ιταλία και Ελλάδα) με μια συνολική παραγωγή 52 χιλιάδων τόνων το 2016. Στην Ελλάδα την ίδια χρονιά παράχθηκαν 3,3 χιλιάδες τόνοι γλυκοπατάτας σε μια έκταση 164 εκταρίων.

Σε παγκόσμιο επίπεδο παρατηρείται μια μείωση της καλλιεργούμενης έκτασης γλυκοπατάτας η οποία φαίνεται όμως να εξουδετερώνεται από τις αυξανόμενες αποδόσεις της καλλιέργειας. Η Κίνα δεσπόζει στην αγορά της γλυκοπατάτας παρέχοντας μεγάλες ποσότητες που προορίζονται κυρίως για βιομηχανικά προϊόντα αλλά και για ζωοτροφή (Srinivas, 2009).

Πίνακας 2.3: Καλλιεργούμενη έκταση (ha) και αποδόσεις (t/ha) γλυκοπατάτας (πηγή: FAOSTAT, 2018).

	Καλλιεργούμενη έκταση (ha)	Αποδόσεις (t/ha)
Παγκόσμια	8623973	12,2
Αφρική	4187768	5,1
Βόρεια Αμερική	66103	21,6
Νότια Αμερική	107149	13,6
Ασία	3913673	20,1
Ευρώπη	2632	19,8
Ωκεανία	157774	5,7
Ελλάδα	164	20,1
Ισραήλ	2154	17,8
Ιταλία	624	20
Πορτογαλία	1051	21,8
Ισπανία	794	17
Κένυα	47184	14,8
Νιγηρία	1546562	2,5
Ουγκάντα	482241	4,4
ΗΠΑ	66090	21,6
Κίνα	3291048	21,51

2.2.3 Η γλυκοπατάτα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η γλυκοπατάτα καλλιεργείται σε ορισμένες μόνο περιοχές ακόμα και εντοπίζεται στην περιοχή της Αχαΐας και την περιοχή των Τρικάλων. Στην Κρήτη αυτή τη στιγμή καλλιεργούνται περίπου 25 στρέμματα με γλυκοπατάτα από τα οποία τα 20 έχουν βιολογική πιστοποίηση. Η τιμή παραγωγού κυμαίνεται γύρω στο 1€ ανά κιλό και η μέση απόδοση κυμαίνεται στους 2-2,5 τόνους το στρέμμα για την βιολογική γλυκοπατάτα (Μετά από προσωπική επικοινωνία με εξαγωγέα βιολογικών προϊόντων της Κρήτης, Νεκτάριο Μαριανάκη).

2.2.4 Προϊόντα γλυκοπατάτας και θρεπτική αξία

Η γλυκοπατάτα καλλιεργείται κυρίως για τους ριζοκονδύλους της, οι οποίοι είναι πολύ θρεπτικοί και υψηλής διατροφικής αξίας. Οι ριζοκόνδυλοι μπορεί να είναι από στρόγγυλοι έως μακρόστενοι και το χρώμα τους να κυμαίνεται από λευκό, υπόλευκο, πορτοκαλί μέχρι και σκούρο μωβ. Εκτός από τους ριζοκονδύλους υψηλής διατροφικής αξίας είναι και οι πράσινοι βλαστοί και τα φύλλα του φυτού τα οποία και καταναλώνονται από ορισμένους πολιτισμούς. Η Κίνα παρόλο που είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός γλυκοπατάτας (πάνω από 80% της παγκόσμιας παραγωγής) μόνο το 40% προορίζεται για τελική ανθρώπινη κατανάλωση ενώ το υπόλοιπο αξιοποιείται ως ζωοτροφή. Πέρα από την κατανάλωση της γλυκοπατάτας σε ψητή, βραστή ή τηγανιτή μορφή πολύ συχνή είναι η παραγωγή δευτερογενών προϊόντων όπως άμυλο, πουρές, αλεύρι τα οποία και αξιοποιούνται από την βιομηχανία τροφίμων. Μερικά από τα βιομηχανικά προϊόντα γλυκοπατάτας περιλαμβάνουν κονσερβοποιημένη γλυκοπατάτα, πατατάκια γλυκοπατάτας, κατεψυγμένες γλυκοπατάτες, νιφάδες γλυκοπατάτας, σιρόπι κ.α.

Η γλυκοπατάτα θεωρείται ένα από τα πιο υγιεινά τρόφιμα λόγω της υψηλής συγκέντρωσης ευεργετικών συστατικών όπως φαινολικά οξέα, καρετονοειδή, ανθοκυάνες κ.α. Το κυριότερο συστατικό της γλυκοπατάτας είναι η υδατάνθρακες που αποτελούν το 80-90% της ξηράς ουσίας. Το άμυλο της γλυκοπατάτας αποτελείται από 30-40% αμυλόζη και 60-70% αμυλοπηκτίνη. Το ποσοστό των σακχάρων κυμαίνεται αναλόγως την ποικιλία από 0,38% έως 5,64% (Padmaja, 2009).

2.2.5 Ποικιλίες και υβρίδια

Έχουν καταγραφεί πάνω από 6000 τοπικές ποικιλίες, ποικιλίες και υβρίδια παγκοσμίως. Έχουν γίνει αρκετές έρευνες για την παραγωγή και ανάπτυξη ποικιλιών προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες καλλιέργειας. Για την ανάπτυξη ποικιλιών χρησιμοποιούνται κλασικές τεχνικές της κλωνικής επιλογής, της ανοιχτής επικονίασης, του υβριδισμού, της μετάλλαξης και με τη χρήση της βιοτεχνολογίας.

Το κανονικό χρώμα της σάρκας των ριζοκονδύλων της γλυκοπατάτας είναι λευκό. Υπάρχουν όμως και ποικιλίες όπου η σάρκα έχει χρώμα πορτοκαλί ή και σκούρο μωβ. Η ποικιλίες με πορτοκαλί χρώμα σάρκας είναι πλούσιες σε β-καροτίνη μια πρόδρομη ουσία της βιταμίνης Α. Κάποιες από αυτές τις ποικιλίες ή γονότυποι που καλλιεργούνται στην Ινδία είναι οι Kamala Sundari, Gouri, Sankar, Sree Kanaka, ST14 και στην Ιαπωνία οι Benihayato, Kyushu No. 114, in Mozambique, MGCL01, 440215. Άλλες ποικιλίες που έχουν μια σκούρα μωβ απόχρωση χαρακτηρίζονται από την υψηλή περιεκτικότητά τους σε ανθοκυάνες. Έχουν παραχθεί σε αρκετές χώρες ποικιλίες και σειρές με υψηλά ποσοστά ανθοκυανών όπως η Ayamurasaki στην

Ιαπωνία, η σειρά ST13 στην Ινδία και η ποικιλία PIS 189-257 στην Ταϊλάνδη (Nedunchezhiyan et al., 2012).

Η κύρια καλλιεργούμενη ποικιλία της Βόρειας Αμερικής είναι η Beauregard η οποία καλλιεργείται στο 60% της καλλιεργούμενης έκτασης με γλυκοπατάτα. Η επόμενη σε σημασία ποικιλία γλυκοπατάτας είναι η Covington που καλλιεργείται στο 30% των εκτάσεων και εισήχθη για πρώτη φορά το 2005 από τον ερευνητικό ινστιτούτο της Βόρειας Καρολίνας. Μια άλλη καινούργια ποικιλία η Evangeline φαίνεται να αποκτά ενδιαφέρον καθώς περιέχει αυξημένη ποσότητα σακχάρων.

2.2.5 Κλιματικές και εδαφολογικές απαιτήσεις

Η γλυκοπατάτα ευδοκμεί σε ήπιες κλιματικές συνθήκες (21-26°C) και η καλλιέργεια απαιτεί αρκετή ηλιοφάνεια ενώ η επισκίαση προκαλεί μείωση της παραγωγής. Η γλυκοπατάτα μπορεί να ανεχτεί αρκετά την ξηρασία αλλά και την απουσία νερού. Ιδανικά εδάφη θεωρούνται τα καλά στραγγισμένα πηλώδη και άργιλο-πηλώδη εδάφη ενώ ιδανικά για την καλλιέργεια είναι τα άμμο-πηλώδη με αργιλώδες υπέδαφος. Τα βαριά αργιλώδη εδάφη αναστέλλουν τον σχηματισμό κονδύλων λόγω συμπιεσμένου εδάφους ενώ σε αμμώδη εδάφη προάγεται η ανάπτυξη κυλινδρικών ριζοκονδύλων. Ιδανικό pH για την καλλιέργεια θεωρείται γύρω στο 5,5-6,5. Ένα υψηλό pH μπορεί να επιφέρει ανωμαλίες στους ριζοκονδύλους ενώ σε χαμηλό pH υπάρχει ο κίνδυνος τοξικότητας αλουμινίου. Η γλυκοπατάτα είναι ευαίσθητη σε αλκαλικές συνθήκες και σε συνθήκες αλατότητας (Nedunchezhiyan et al., 2012).

2.2.6 Τεχνικές καλλιέργειας

Ο πολλαπλασιασμός της γλυκοπατάτας γίνεται συνήθως με μοσχεύματα τα οποία παραλαμβάνονται είτε απευθείας από υπάρχουσες καλλιέργειες είτε από φυτώρια. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην υγεία των μοσχευμάτων καθώς πρέπει να είναι απαλλαγμένα από ασθένειες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν της εξέλιξη της νέας καλλιέργειας.

2.2.6.1 Φυτώριο-επιλογή μοσχευμάτων

Η παραγωγή μοσχευμάτων από ριζοκονδύλους πραγματοποιείται σε φυτώρια και η διαδικασία αρχίζει 3 μήνες περίπου πριν την τελική φύτευση στο χωράφι. Οι ριζοκόνδυλοι τοποθετούνται στο έδαφος για να παραχθούν τα αρχικά μοσχεύματα. Για την φύτευση 1 εκταρίου απαιτούνται περίπου 100 τ.μ. και 100 κιλά ριζοκονδύλων μετρίου μεγέθους (125-150 g) οι οποίοι ενσωματώνονται στο έδαφος σε αποστάσεις 20 x 60 cm. Απαιτείται η συχνή άρδευση και μια λίπανση με άζωτο μετά τις 15 πρώτες ημέρες. Μετά από 45 ημέρες τα παραγόμενα μοσχεύματα φυτεύονται σε μια έκταση 500 τ.μ. σε αναχώματα σε απόσταση 20 x 60 cm. Τα μοσχεύματα είναι έτοιμα για την τελική μεταφορά τους στο χωράφι μετά από 45 μέρες.

Τα μοσχεύματα που προκύπτουν από τα ακραία και τα μεσαία τμήματα των βλαστών θεωρούνται τα πιο κατάλληλα για την παραγωγή φυτών γλυκοπατάτας. Το προτεινόμενο μέγεθος των μοσχευμάτων είναι από 20-25 cm έως 30-40 cm και η παρουσία 3-5 κόμβων. Τα μοσχεύματα αποθηκεύονται για 2 ημέρες πριν την τελική φύτευση στο χωράφι για να προαχθεί καλύτερα η ανάπτυξη των ριζών και να επιτευχθεί καλύτερη εγκατάσταση στο χωράφι. Τα φύλλα των μοσχευμάτων μπορούν και να αφαιρεθούν στην περίπτωση που απαιτηθεί η μεταφορά τους.

2.2.6.2 Προετοιμασία εδάφους

Τα μοσχεύματα γλυκοπατάτας φυτεύονται σε αναχώματα, αυλάκια ή και σε επίπεδο έδαφος. Τα μοσχεύματα φυτεύονται στο έδαφος με το μεσαίο τμήμα να είναι βυθισμένο στο έδαφος και τις άκρες να προεξέχουν. Μια άλλη τεχνική είναι η οριζόντια ενσωμάτωση του μισού μόνο μοσχεύματος ή η κατακόρυφη φύτευση. Η απόσταση φύτευσης των μοσχευμάτων κυμαίνεται από 30 - 60 cm μεταξύ των γραμμών φύτευσης και 15 -20 cm ανάμεσα στη γραμμή.

2.2.6.3 Έλεγχος ζιζανίων και απαιτήσεις σε λίπανση

Καθώς η γλυκοπατάτα αναπτύσσεται γρήγορα και εξαπλώνεται σε όλο το έδαφος απαιτούνται κάποια μέτρα για τον έλεγχο των ζιζανίων κυρίως κατά τα αρχικά στάδια με μηχανικό σκάλισμα ή την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Μια άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των ζιζανίων είναι η εδαφοκάλυψη με φυτικά υλικά (mulching) είτε με πλαστικά ή άλλα βιοδιασπώμενα υλικά.

Καθώς αναπτύσσεται η καλλιέργεια αναπτύσσεται πολύ το υπέργειο μέρος το οποίο και μπορεί να κλαδευτεί ως ένα βαθμό χωρίς να επηρεάσει τις τελικές αποδόσεις και να καταναλωθεί ως φρέσκο λαχανικό είτε ως ζωοτροφή ή σαν μοσχεύματα για νέα φύτευση. Η διαθεσιμότητα νερού είναι κρίσιμη ιδιαίτερα κατά τις πρώτες εβδομάδες φύτευσης μέχρι να εγκατασταθεί καλά η καλλιέργεια. Παρόλα αυτά, αντέχει και κάτω από ξηροθερμικές κλιματικές συνθήκες. Η ανάγκη της καλλιέργειας σε θρεπτικά θεωρείται όχι υπερβολικά μεγάλη και μπορεί να καλυφθεί με οργανικά ή ανόργανα λιπάσματα αλλά και με χλωρή λίπανση και κοπριάς. Έχει υπολογιστεί ότι οι ανάγκες σε άζωτο καλύπτονται με μια δόση 50-70 kg αζώτου ανά εκτάριο, του φωσφόρου με 25-50 kg P₂O₅ ανά εκτάριο ενώ του καλίου με 75-100 kg K₂O ανά εκτάριο.

2.2.6.4 Συγκομιδή, μεθωρίμανση και αποθήκευση

Η συγκομιδή πραγματοποιείται 90 με 150 μέρες μετά τη φύτευση στο χωράφι και απαιτείται η άρδευση της καλλιέργειας 2 μέρες πριν τη συγκομιδή έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί με μεγαλύτερη ευκολία η εξαγωγή των ριζοκονδύλων από το έδαφος. Η συγκομιδή πραγματοποιείται από τέλη Ιουλίου μέχρι και αρχές Νοεμβρίου. Η συγκομιδή γίνεται με τα χέρια είτε με μηχανικά μέσα κυρίως στην Βόρεια Αμερική.

Η μεθωρίμανση των ριζοκονδύλων μετά τη συγκομιδή είναι απαραίτητη για την καλύτερη συντήρησή τους καθώς επουλώνονται τυχόν πληγές που έχουν προκληθεί κατά τη συγκομιδή. Οι ιδανικές συνθήκες για τη μεθωρίμανση των ριζοκονδύλων είναι η αποθήκευσή τους σε υψηλή σχετικά θερμοκρασία στους 29 °C και σε υψηλή σχετική υγρασία 80-90% για ένα χρονικό διάστημα από 3 έως 7 ημέρες. Η αποθήκευση των ριζοκονδύλων ακολουθεί της μεθωρίμανσης σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας 85-90% και σε θερμοκρασία 13 °C. Η αποθήκευση των ριζοκονδύλων υπό ιδανικές συνθήκες μπορεί να επιτευχθεί μέχρι και για 13 μήνες (Edmunds et al., 2008).

2.2.7 Εχθροί και ασθένειες

Έχουν σημειωθεί 33 μυκητολογικές, 6 βακτηριακές ασθένειες, πάνω από 16 ιώσεις και πάνω από το 13 είδη παρασιτικών νηματωδών σε καλλιέργειες γλυκοπατάτας (Clark et al. 2013). Το αν θα υπάρξουν επιπτώσεις για την καλλιέργεια εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με την αγροοικολογία του συστήματος, το βαθμό ανθεκτικότητας των χρησιμοποιούμενων ποικιλιών και τις πρακτικές διαχείρισης της καλλιέργειας.

Σε τροπικές περιοχές ένας σημαντικός εχθρός για την καλλιέργεια της γλυκοπατάτας είναι δύο είδη νηματωδών *Meloidogyne spp.* (root-knot) και *Rotylenchulus reniformi* καθώς προκαλούν ζημιές στους ιστούς των ριζοκονδύλων και ευθύνονται για τη μείωση των αποδόσεων και της ποιότητας. Ένας αρκετά σημαντικός εντομολογικός εχθρός στις περισσότερες περιοχές καλλιέργειας θεωρείται το *Cylas formicarius* Fab. (σκαθάρι της γλυκοπατάτας) προκαλώντας μεγάλες ζημιές στους ριζοκονδύλους του χωραφιού αλλά και τους αποθηκευμένους. Ένα άλλο σκαθάρι στην Νότια Αμερική και την Καραϊβική που ευθύνεται για τη μείωση των αποδόσεων είναι το *Euscepes postfasciatus* (Fairm.). Η σημαντικότερη μυκητολογική ασθένεια που εμφανίζεται σε καλλιέργειες γλυκοπατάτας είναι το *Fusarium oxysporum* Schlecht. F.sp. *batatas* ενώ έχουν καταγραφεί πάνω από 12 ιοί όπως ο Sweet potato feathery mottle virus (SPFMV) οι οποίοι προκαλούν τα μεγαλύτερα προβλήματα στις χώρες τις ανατολικής και δυτικής Αφρικής (Nedunchezhiyan et al., 2012).

2.2.8 Έρευνα της καλλιέργειας της γλυκοπατάτας

Η παρούσα εργασία αποτελεί την πρώτη προσπάθεια για την διεξαγωγή μιας επιστημονικής έρευνας στην Ελλάδα πάνω στην καλλιέργεια της γλυκοπατάτας καθώς δεν έχουν διεξαχθεί παρόμοια πειράματα είτε για τη συμβατική είτε για τη βιολογική καλλιέργεια. Αρκετές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί στις χώρες όπου η καλλιέργεια της γλυκοπατάτας γίνεται σε μεγάλη κλίμακα όπως τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και την Κίνα.

2.3 ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

2.3.1 Παγκόσμιοι στόχοι

Το 2015 τα 193 κράτη μέλη των Ηνωμένων Εθνών υιοθέτησαν την Ατζέντα για την Βιώσιμη Ανάπτυξη του 2030 στην οποία περιλαμβάνονται 17 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals, SDGs). Η συγκεκριμένη κίνηση έχει ως στόχο να δεσμεύσει την διεθνή κοινότητα να έρθει αντιμέτωπη και να επιλύσει σε διάφορα επίπεδα τα προβλήματα της φτώχειας, πείνας αλλά και να επιτύχει μια βιώσιμη ανάπτυξη σε όλους τους τομείς κοινωνικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς. Οι συγκεκριμένοι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης έχουν γίνει πλέον σημείο αναφοράς για την ανάπτυξη πολιτικών και προγραμμάτων σε εθνικό επίπεδο. Μάλιστα, λόγω της μεγάλης σημασίας που έχει ο γεωργικός τομέας στην οικονομία και την ανάπτυξη της υπαίθρου δίνεται ιδιαίτερη σημασία μέσα από την αναφορά του στους εν λόγω στόχους όσον αφορά την ανάπτυξή του αλλά και την πιο βιώσιμη εξέλιξή του. Έτσι πιο συγκεκριμένα ήδη στο δεύτερο στόχο που αφορά την πάταξη της πείνας, την επίτευξη επισιτιστικής ασφάλειας, τη βελτίωση της διατροφής αλλά και την προώθηση μιας βιώσιμης γεωργίας γίνεται αναφορά στο ότι μέχρι το 2030 πρέπει να εξασφαλιστούν πιο βιώσιμα συστήματα παραγωγής τροφίμων και να εφαρμοστούν πιο ανθεκτικά συστήματα αγροτικής παραγωγής. Αυτά τα συστήματα παραγωγής είναι αναγκαίο να αυξάνουν την παραγωγικότητα και την παραγωγή αλλά ταυτόχρονα να διατηρούν το οικοσύστημα και να ενισχύουν την ικανότητα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, τις ακραίες καιρικές συνθήκες, πλημμύρες και άλλες καταστροφές και γενικά να προωθούν πρακτικές που να βελτιώνουν την ποιότητα του εδάφους.

Ο 13^{ος} Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης αναφέρεται σε επείγουσες δράσεις για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της δίνοντας κίνητρο για την ενσωμάτωση αντίστοιχων δράσεων στα πλαίσια εθνικών στρατηγικών και πολιτικών (U.N., 2015).

2.3.2 Κλιματικοί στόχοι της γεωργίας

Στα πλαίσια της έκθεσης του FAO (Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας) του 2017 γίνεται αναφορά στο μέλλον των τροφίμων και της γεωργίας κάνοντας μια εκτενή χαρτογράφηση 15 τάσεων και 10 προκλήσεων του 21^{ου} αιώνα. Μεταξύ άλλων όπως η αγωνία που επικρατεί για την εξασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας για έναν όλο και αυξανόμενο παγκόσμιο πληθυσμό, αναφέρεται στην μεταστροφή των διατροφικών επιλογών ενός πολύ μεγάλου μέρους του παγκόσμιου πληθυσμού του οποίου αυξάνεται το κατά κεφαλήν εισόδημα και το οποίο συνδέεται άμεσα με την βιώσιμη χρήση των φυσικών πόρων. Στην 3^η τάση γίνεται λόγος για τον όλο και αυξανόμενο ανταγωνισμό που παρατηρείται μεταξύ των χρήσεων γης ακόμα και μέσα στον κλάδο της γεωργίας για την παραγωγή τροφίμων ή βιοκαυσίμων. Στην

4^η τάση που αναφέρεται στην κλιματική αλλαγή τονίζεται η συμβολή που έχει ο τομέας της γεωργίας σε αυτή έχοντας διπλασιάσει τις εκπομπές της τα τελευταία 50 χρόνια και με αυξητική τάση. Επίσης η γεωργία δεν έχει μείνει και ανεπηρέαστη από την κλιματική αλλαγή επηρεάζοντας έτσι την παραγωγή τροφίμων αλλά και την επισιτιστική και διατροφική ασφάλεια. Τέλος υπογραμμίζεται η ανάγκη για αύξηση των αποδόσεων των γεωργικών προϊόντων σ' ένα κλίμα όμως όπου επικρατεί μια αυξητική τάση ασθενειών τόσο των φυτών όσο και των ζώων σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και τα ακραία φαινόμενα κάνουν ολοένα και πιο συχνά την εμφάνισή τους.

Το βασικό συμπέρασμα της έκθεσης είναι ότι οι συνηθισμένες πρακτικές (Business-as-usual) δεν αποτελούν πλέον επιλογή. Μεγάλες μεταβολές πρέπει να επιτευχθούν στα αγροτικά συστήματα, την αγροτική οικονομία και την διαχείριση των φυσικών πόρων για να εξασφαλιστεί ένα βιώσιμο και υγιές μέλλον για όλους τους ανθρώπους και ολόκληρο τον πλανήτη (FAO, 2017a).

Η κλιματική αλλαγή ως ένα πλέον αδιαμφισβήτητο φαινόμενο έχει απασχολήσει την παγκόσμια κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες. Έχει γίνει ένα θέμα για το οποίο συστήνονται ειδικές επιτροπές σε διεθνές επίπεδο με σκοπό την καλύτερη συνεργασία και την ενσωμάτωση δράσεων σε επίπεδο πολιτικών αποφάσεων.

Το πρώτο Παγκόσμιο Συνέδριο για το Κλίμα (World Climate Conference) έγινε το 1979 στο οποίο καθιερώθηκε και η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (World Panel on Climate Change, IPCC) το 1988. Το 1992 υπογράφηκε η σύμβαση του Ρίο και υιοθετήθηκε η Ατζέντα 21 (Agenda 21) αλλά και καθιερώθηκε η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UN Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Το 2001 ολοκληρώθηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο στο οποίο καθιερώθηκε να γίνεται η μέτρηση για τη μείωση των Αερίων του Θερμοκηπίου (GHG) σε ισοδύναμα του CO₂. Εκείνη την περίοδο γίνεται αναφορά και σε δράσεις για τη μείωση των εκπομπών των αερίων μέσω της δέσμευσης άνθρακα από το έδαφος και τα δάση κάτι που μπορεί να υλοποιηθεί με μέτρα βελτίωσης της διαχείρισης των εδαφών και των δασών. Μεγάλη πρόοδος υπήρξε το 2015 με την Συμφωνία του Παρισιού κατά την 21^η Διάσκεψη για την Κλιματική Αλλαγή στην οποία συμφωνήθηκαν συγκεκριμένες δράσεις από τα κράτη για την μείωση των εκπομπών των Αερίων του Θερμοκηπίου για την αποφυγή αύξησης της θερμοκρασίας της γης μέχρι το 2050 πάνω από 2°C. Από την πλειοψηφία των κρατών έχουν συμφωνηθεί και δράσεις που αφορούν τον τομέα της γεωργίας. Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο ο FAO από το 2009 έχει δημιουργήσει μια δράση για την επίτευξη της επισιτιστικής ασφάλειας αλλά και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής μέσω της αγροτικής ανάπτυξης. Ένας από τους κύριους στόχους του

προγράμματος Κλιματικά Έξυπνη Γεωργία (Climate Smart Agriculture, CSA) είναι η βιώσιμη εξασφάλιση της διατροφικής ασφάλειας αυξάνοντας την παραγωγικότητα και το εισόδημα σε συνδυασμό με την προσαρμογή και ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή μειώνοντας τις εκπομπές των αερίων (Lipper et al., 2018).

Το 1988 ιδρύθηκε από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (World Meteorological Organization, WMO) και το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Programme, UNEP) η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) με σκοπό τη συγκέντρωση των πιο επίκαιρων επιστημονικών μελετών που διαπραγματεύονται θέματα σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Τα πορίσματα της IPCC επηρεάζουν κυβερνητικές δράσεις για το κλίμα και αυτή τη στιγμή βρίσκεται στον 6^ο κύκλο εργασιών της ενώ ο 5^{ος} ολοκληρώθηκε το 2014 (Porter et al., 2014).

Για να επιτευχθούν οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης και στον τομέα της γεωργίας, της δασοπονίας και τις άλλες χρήσεις γης (Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU) είναι αναγκαίο να προωθηθεί μια βιώσιμη ανάπτυξη και να υπάρξει συνεργασία στη διατήρηση και βελτίωση των δεξαμενών συμπεριλαμβανομένης της βιομάζας, των δασών όσο και άλλων παράκτιων και χερσαίων οικοσυστημάτων (Tubiello et al., 2015).

Η κτηνοτροφία μαζί με τις καλλιέργειες για ζωοτροφή ευθύνονται για περίπου το ένα τρίτο των Αερίων του Θερμοκηπίου από το τομέα της γεωργίας (AFOLU). Επίσης η κλιματική αλλαγή μπορεί να αποτελέσει έναν από τους κύριους παράγοντες για την απώλεια της βιοποικιλότητας. Αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής είναι επίσης η υποβάθμιση των εδαφών που αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη των φυτών. Η απώλεια της γονιμότητας των εδαφών συνδέεται με την απώλεια άνθρακα από το έδαφος δημιουργώντας έτσι μια πηγή για εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η αύξηση του άνθρακα των εδαφών σταθεροποιεί τα εδάφη και βελτιώνει την ικανότητά τους να αποθηκεύουν θρεπτικά και νερό κάτι που βοηθάει τους παραγωγούς να ανταπεξέλθουν στην κλιματική αλλαγή αλλά και στην δέσμευση ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η αύξηση της δέσμευσης άνθρακα από το έδαφος η οποία είναι πιο έντονη σε βιολογικά εδάφη μπορεί επίσης να επιφέρει ένα επιπλέον εισόδημα στις εκάστοτε περιοχές (FAO, 2017b). Έχει υπολογιστεί πως μια βελτίωση των υποβαθμισμένων εδαφών θα είχε ως αποτέλεσμα τη δέσμευση 7,26 τόνων CO₂ ανά εκτάριο το χρόνο (t CO₂/ha/year) το οποίο μέχρι το 2030 θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για τη μείωση των επιπέδων του CO₂ παγκοσμίως (IPCC, 2007). Οι απώλειες από τον τομέα της γεωργίας είναι 0,3-4,6 GtCO₂ eq/yr (IPCC, 2011).

2.3. 3 Άνθρακας εδάφους

Η γεωργία πέρα από τις δραστικές προκλήσεις που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, την μεγέθυνση των αστικών κέντρων, την αλλαγή των διατροφικών συνηθειών των ανθρώπων, έρχεται αντιμέτωπη με την αυξανόμενη υποβάθμιση των εδαφών. Παγκόσμιος στόχος είναι η επανόρθωση των υποβαθμισμένων εδαφών και η βελτίωση της υγείας τους. Στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης των εδαφών συμπεριλαμβάνεται και η σωστή φροντίδα τους, έτσι ώστε να ξεδιπλώσουν όλο το δυναμικό τους για να στηρίξουν την παραγωγή τροφίμων αλλά και την αποθήκευση και παροχή καθαρού νερού, την διατήρηση της βιοποικιλότητας, την δέσμευση άνθρακα και την αύξηση της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή.

Η σωστή διαχείριση του εδάφους, ως ένα από τα πιο σημαντικά οικοσυστήματα, αυξάνει την παραγωγή τροφίμων, εξασφαλίζει την παροχή τους με θρεπτικά στοιχεία και βοηθάει στην προσαρμογή και μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Η επιτροπή του FAO δημιούργησε το 2012 την Παγκόσμια Συνεργασία για το Έδαφος (Global Soil Partnership, GSP) με σκοπό την προώθηση και εφαρμογή μιας βιώσιμης διαχείρισης των εδαφών. Από τον FAO μια διαχείριση εδαφών ορίζεται ως βιώσιμη όταν «οι υποστηρικτικές, παρεχόμενες, ρυθμιστικές, και πολιτιστικές υπηρεσίες που παρέχονται από το έδαφος διατηρούνται ή βελτιώνονται χωρίς να βλάπτονται σημαντικά οι λειτουργίες του εδάφους που επιτρέπουν αυτές τις υπηρεσίες ή η βιοποικιλότητα. Ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται για την ισορροπία μεταξύ των υποστηρικτικών και παρεχόμενων υπηρεσιών για την παραγωγή φυτών και τις ρυθμιστικές υπηρεσίες που παρέχει το έδαφος για την ποιότητα και διαθεσιμότητα του νερού και την σύνθεση των ατμοσφαιρικών αερίων του θερμοκηπίου».

Η οργανική ουσία του εδάφους (soil organic matter, SOM) έχει έναν κεντρικό ρόλο στη διατήρηση των ιδιοτήτων του εδάφους και την αποτροπή υποβάθμισης των εδαφών. Το έδαφος αποτελεί τη μεγαλύτερη δεξαμενή οργανικού άνθρακα στη Γη και διαδραματίζει έναν κριτικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος και τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής μέσω της ανταλλαγής μεταξύ των αερίων του θερμοκηπίου και την δέσμευση του άνθρακα. Μεταξύ των προτάσεων για την διατήρηση και την αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους είναι και αυτή της διαχείρισης των υπολειμμάτων των καλλιεργειών, της εφαρμογής της βιολογικής γεωργίας, η χρήση κομπόστ ή ξυλάνθρακα και η κάλυψη του εδάφους με φυτικά υπολείμματα κ.α. Αναφορά γίνεται επίσης στη βελτίωση της φυσικής γονιμότητας των εδαφών και των φυσικών θρεπτικών κύκλων μέσω της αύξησης της οργανικής ουσίας των εδαφών (FAO, 2017c).

Τον Μάρτιο του 2017 έγινε ένα συμπόσιο με σκοπό την αξιολόγηση του ρόλου των εδαφών και του οργανικού άνθρακα των εδαφών στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής, της βιώσιμης ανάπτυξης και την υποβάθμιση των εδαφών. Οι συζητήσεις επικεντρώθηκαν γύρω από την αξιολόγηση του εδαφικού οργανικού άνθρακα (EOA), τη διατήρηση και αύξηση των δεξαμενών του EOA και τη διαχείριση του EOA σε συγκεκριμένου τύπου εδαφών (FAO, 2017d).

Ο εδαφικός οργανικός άνθρακας (EOA) (soil organic carbon, SOC) είναι το κύριο συστατικό της οργανικής ουσίας του εδάφους (OOE) (soil organic matter, SOM). Υπολογίζεται ότι στο πρώτο μέτρο των εδαφών μέσω του EOA είναι δεσμευμένος 1500 PgC (1 PgC = one billion metric tonnes of carbon = 3.7 billion tonnes of CO₂ = 1 GtC (gigaton of carbon) το οποίο είναι περισσότερο και από την ποσότητα που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα (800 PgC) και τη χερσαία βλάστηση μαζί (500 PgC) (FAO and ITPS, 2015).

Με τον όρο δέσμευση του εδαφικού οργανικού άνθρακα νοείται η διαδικασία που περιλαμβάνει τρία στάδια: 1^ο την αφαίρεση του CO₂ από την ατμόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης των φυτών, 2^ο την μεταφορά του άνθρακα από το CO₂ στην φυτική βιομάζα και 3^ο την μεταφορά του άνθρακα από τη φυτική βιομάζα στο έδαφος όπου αποθηκεύεται στη μορφή του EOA στην πιο ασταθή δεξαμενή (FAO, 2017b).

Η μετατροπή της οργανικής ουσίας του εδάφους παίζει έναν καθοριστικό ρόλο στην λειτουργία του οικοσυστήματος του εδάφους και την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας. Η OOE μπορεί να χωριστεί σε δυο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τον χρόνο που απαιτείται για την αποσύνθεσή της. Έτσι υπάρχει η ενεργός δεξαμενή όπου η OOE αποσυντίθεται εντός λίγων μηνών ή και χρόνων και η παθητική δεξαμενή όπου η αποσύνθεση διαρκεί μέχρι και χιλιάδες χρόνια (Gougoulas et al., 2014).

2.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΓΕΩΡΓΙΑΣ-ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

2.4.1 Βιολογική γεωργία

Η βιολογική γεωργία εκπροσωπείται τα τελευταία 45 χρόνια από έναν παγκόσμιο οργανισμό την IFOAM (International Federation of Organic Agricultural Movements). Εκπροσωπεί σε διεθνείς συναντήσεις των Ηνωμένων Εθνών υποστηρίζοντας τις αρχές της βιολογικής γεωργίας. Μεταξύ άλλων το βασικό πρότυπο για την βιολογική γεωργία της IFOAM έχει γίνει σημείο αναφοράς και ορόσημο για άλλα εθνικά πρότυπα (IFOAM, 2005). Το 2017 η IFAOM αριθμούσε 833 συνεργάτες παγκοσμίως σε 121 χώρες (IFOAM 2017).

Η ανάπτυξη της γεωργίας σε όλα τα μέρη του πλανήτη τα τελευταία 10.000 χρόνια είχε σαν αποτέλεσμα την σταδιακή αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού των ανθρώπων. Έτσι ενώ πριν από 10.000 χρόνια υπήρχαν μόλις 5 εκατ. άνθρωποι, το 1000μ.Χ. υπήρχαν ήδη 250 εκατ. Ταυτόχρονα, εξελίχθηκαν συστήματα παραγωγής όπως αυτό της κοπής-καύσης, της υδραυλικής γεωργίας αλλά και το γεωργικό σύστημα χωρίς αγρανάπαυση. Επειδή σε κάθε μορφή γεωργίας χρησιμοποιούνται οι διαθέσιμοι φυσικοί πόροι δεν ήταν λίγες οι φορές που με τον τρόπο διαχείρισης του περιβάλλοντος οι άνθρωποι έφταναν σε επικίνδυνα όρια εκμεταλλευσιμότητας των φυσικών πόρων με κοινωνικές, οικονομικές και οικολογικές επιπτώσεις. Η ανάπτυξη των βιολογικών επιστημών αλλά και η έναρξη της εκβιομηχάνισης στα τέλη του 18ου αιώνα οδήγησαν σε μια ακόμα μεγαλύτερη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού (Mazoyer et al., 1997).

Κατά την περίοδο 1800 με 1860 αναπτύχθηκαν οι επιστήμες της φυσιολογίας και της γεωπονίας. Στον κλάδο της θρέψης των φυτών είχε επικρατήσει η λεγόμενη Θεωρία του Χούμους, της οποίας κύριος εκφραστής υπήρχε ο Albrecht Daniel Thaer. Η θεωρία αυτή υποστήριζε ότι η μόνη πηγή θρέψης των φυτών είναι το εκχύλισμα που προέρχεται από το χούμους. Το 1804 ο de Saussure έδειξε για πρώτη φορά ότι οι ρίζες των φυτών είναι σε θέση να προσλάβουν άλατα από το έδαφος. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και ο Carl Sprengel το 1826 όταν παρατήρησε ότι τα άλατα που βρίσκοντας σε εκχύλισμα χούμους είναι τα ίδια με αυτά που βρίσκονται και στην τέφρα των φυτών. Ο Sprengel υποστήριζε με αυτόν τον τρόπο ότι τα πραγματικά θρεπτικά των φυτών είναι αυτά τα άλατα. Ο Sprengel καθώς και ο Justus von Liebig διατύπωσαν τη Θεωρία του Ελαχίστου και διέψευσαν την μέχρι τότε επικρατούσα Θεωρία του Χούμους (van der Ploeg et al. 1999). Το 1830 εγκαταλείπεται λοιπόν η Θεωρία του Χούμους και κυριαρχεί η θεωρία της ανόργανης θρέψης των φυτών. Το 1840 μέχρι και το 1940 είναι η περίοδος όπου η γεωργία αναπτύσσεται με πολύ εντατικούς ρυθμούς και η χρήση εξωτερικώς προστιθέμενων λιπασμάτων γίνεται ολοένα και εντονότερη και γι' αυτό και ονομάστηκε «ανόργανη περίοδος» σε αντίθεση με την προηγούμενη που ονομάστηκε «χουμική περίοδος». Από το 1940 και μετά διαφαίνεται να κάνει την έναρξή της μια νέα εποχή που λέγεται «οικολογική περίοδος» καθώς γίνονται πλέον φανερές οι δυσμενείς επιπτώσεις που επέφερε η εντατικοποίηση της γεωργίας στηριζόμενη σε χημικά λιπάσματα. Η οργανική ουσία του εδάφους θεωρείται πλέον απαραίτητο στοιχείο για την διατήρηση της γονιμότητας των εδαφών και τη βελτίωση των ιδιοτήτων του και γι' αυτό προωθούνται πρακτικές για την αύξηση της οργανικής ουσίας στα εδάφη (Manlay, 2007).

2.4.2 Ορισμοί της βιολογικής γεωργίας και οι απαρχές της

Σύμφωνα με τις «Κατευθυντήριες Αρχές για την Παραγωγή, Μεταποίηση, Επισήμανση και Εμπορία των Προϊόντων Βιολογικής Παραγωγής» του Codex Alimentarius έχει προταθεί ο εξής ορισμός για την βιολογική γεωργία: «Η βιολογική γεωργία είναι ένα ολιστικό σύστημα διαχείρισης παραγωγής, το οποίο προωθεί και ενισχύει την υγεία των αγροοικοσυστημάτων συμπεριλαμβανομένης της βιοποικιλότητας, των βιολογικών κύκλων και την βιολογική δραστηριότητα του εδάφους. Δίνει έμφαση στις πρακτικές διαχείρισης και τις θέτει σε προτεραιότητα σε σχέση με τη χρήση εξωτερικών εισροών, λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι περιφερειακές συνθήκες απαιτούν τοπικά προσαρμοσμένα συστήματα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση, όπου είναι δυνατόν, γεωπονικών, βιολογικών και μηχανικών μεθόδων σε αντιδιαστολή με τη χρήση συνθετικών υλικών ώστε να εκπληρωθεί οποιαδήποτε λειτουργία εντός του συστήματος» (FAO/WHO 1999).

Σύμφωνα με την IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) (2005) δίνεται ο παρακάτω ορισμός: « Η βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα παραγωγής το οποίο συμβάλλει στη διατήρηση της υγείας του εδάφους, των οικοσυστημάτων και των ανθρώπων. Βασίζεται σε οικολογικές διεργασίες, την βιοποικιλότητα και σε τοπικά προσαρμοσμένες λειτουργίες παρά στη χρήση εξωτερικών εισροών που συνδέονται με αρνητικές επιδράσεις. Η βιολογική γεωργία συνδυάζει την παράδοση, την καινοτομία και την επιστήμη προς όφελος του κοινού περιβάλλοντος και για να προωθήσει τις δίκαιες σχέσεις και την καλή ποιότητα ζωής όλων των εμπλεκομένων».

Παρόλο που τα διάφορα κινήματα της βιολογικής γεωργίας μετρούν τις απαρχές τους στα τέλη του 19ου αιώνα με αρχές του 20ου σε κυρίως γερμανόφωνες αλλά και αγγλόφωνες χώρες, εντούτοις εντοπίζονται οι ρίζες τους σε αρχαίες αλλά και παραδοσιακές καλλιεργητικές πρακτικές των διαφόρων πολιτισμών των προηγούμενων χιλιετιών. Τα αρχικά κινήματα προήλθαν στο διάστημα του Μεσοπολέμου ως αντίδραση στη μηχανοποίηση της γεωργίας και την παγκοσμιοποίηση της αγοράς που είχε ως αποτέλεσμα την αλλαγή του χαρακτήρα των τοπικών παραδοσιακών κοινοτήτων και αργότερα κατά τη δεκαετία του '30 ως αντίδραση στην εκβιομηχάνιση της γεωργίας με την αυξανόμενη χρήση συνθετικών λιπασμάτων και αγροχημικών γνωστή ως «Πράσινη Επανάσταση». Από τη δεκαετία του '70 παρατηρείται μια ευρύτερη αποδοχή της βιολογικής παραγωγής από την κοινωνία και την πολιτεία η οποία συνδέεται άμεσα με την αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθησία για θέματα που αφορούν τη γεωργία (Zikeli et al. 2014).

Σύμφωνα με τον Vogt (2007) οι απαρχές της βιολογικής γεωργίας εντοπίζονται πρώτον στην γενικότερη κρίση που υπήρχε την εποχή εκείνη στην γεωργία και την γεωπονική επιστήμη με

προβλήματα που σχετίζονταν μεταξύ άλλων και με την μειωμένη γονιμότητα των εδαφών λόγω της ανόργανης λίπανσης των καλλιεργειών, δεύτερον στα τέλη του 19ου αιώνα η γεωπονία αρχίζει και αντιμετωπίζεται ως μια βιολογική επιστήμη με την εμφάνιση της γεωργικής βακτηριολογίας. Μάλιστα ήδη σε αυτές τις απαρχές οι ερευνητές τόνισαν την σημασία των μικροοργανισμών του εδάφους και τη σύνδεσή τους με την γονιμότητα των εδαφών προτείνοντας έτσι την «σίτιση» αυτών των μικροοργανισμών με οργανικά υλικά για να βελτιωθεί η γονιμότητα των εδαφών, σε αντιδιαστολή με την συμβατική αντίληψη που συνιστά την αύξηση των ανόργανων θρεπτικών στο έδαφος. Τρίτον, κάνουν την εμφάνισή τους στην Γερμανία και Αμερική αργότερα κινήματα που προωθούν έναν «πιο φυσικό τρόπο ζωής» που βασίζεται σε μια χορτοφαγική διατροφή, τη φυσική άσκηση και διακατέχεται από αρχές όπως την προστασία των ζώων, της φύσης και της παράδοσης. Τέλος, εντοπίζει ως λόγο για το όλο και αυξανόμενο ενδιαφέρον που υπάρχει για τις παραδοσιακές καλλιεργητικές τεχνικές των πολιτισμών της ανατολής και το όραμα για μια βιώσιμη κοινωνία που θα βασίζεται στην κηπουρική και τη γεωργία.

2.4.2 Οι ιστορικές κατευθύνσεις στην εξέλιξη της βιολογικής γεωργίας, Γερμανία και Αγγλία

Δεκαετία του '20 και του '30, «Φυσιολογική Καλλιέργεια» (Natürlicher Landbau):

Όπως προαναφέρθηκε πιο πάνω στα τέλη του 19ου αιώνα εξελίχθηκε στον γερμανόφωνο χώρο ένα κίνημα «Μεταρρυθμιστών της Ζωής» (Lebensreform-Bewegung) το οποίο προασπιζόταν έναν πιο φυσικό τρόπο ζωής πιο κοντά στη φύση σε αντίθεση με τις τάσεις αστικοποίησης και εκβιομηχάνισης της κοινωνίας. Επειδή ακριβώς αυτό το κίνημα των «Μεταρρυθμιστών» βασίστηκε και σε μια χορτοφαγική αντίληψη και διατροφή απαγορεύτηκαν εξ' αρχής στη λίπανση των καλλιεργειών η χρήση χημικών λιπασμάτων αλλά και της ζωικής κοπριάς. Η λίπανση των καλλιεργειών επιτυγχάνεται με τη χρήση οργανικών αποβλήτων, κομπόστ, την κάλυψη εδάφους, την ελάχιστη κατεργασία εδάφους και η ανανέωση των θρεπτικών στο σύστημα θα προερχόταν από κομποστοποιημένα αστικά οργανικά απόβλητα και περιττώματα καθώς και με τη χρήση δύσκολα αποσυντιθέμενων χημικών λιπασμάτων και ορυκτάλευρων. Στο έργο του Könemanns E. "Biologische Bodenkultur und Düngerwirtschaft" (Βιολογική εδαφοκαλλιέργεια και τεχνικές λίπανσης) υπάρχουν οι αρχές της «Φυσιολογικής Καλλιέργειας»

Από το 1924, «Βιοδυναμικός Τρόπος Καλλιέργειας» (Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise):

Παράλληλα με την ανάπτυξη της «Φυσιολογικής Καλλιέργειας» δημιουργήθηκε και ένα δεύτερο οικολογικό σύστημα παραγωγής το οποίο βασίστηκε στις αναγγελίες του Rudolf

Steiner το 1924 οι οποίες διέπονται από τις αρχές της Ανθρωποσοφίας. Μέσα στα επόμενα χρόνια διαμορφώθηκε ένα ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής που συνδύαζε στοιχεία αυτών των αρχών με παραδοσιακά και επιστημονικά στοιχεία. Ήδη από το 1933 δημιουργήθηκε ένα σήμα “Demeter” κάτω από το οποίο ενώθηκαν οι διάφορες βιοδυναμικές οργανώσεις που είχαν δημιουργηθεί.

Δεκαετία του '50 και '60, Οργανική-Βιολογική Καλλιέργεια (Organisch-biologischer Landbau):

Η συνεχιζόμενη εκβιομηχάνιση της γεωργίας μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου η οποία συνδέθηκε με μεγάλες αλλαγές στον άλλοτε πολύ παραδοσιακό τρόπο οργάνωσης της γεωργίας, οδήγησε τον γεωργό Hans Müller να ιδρύσει ένα κίνημα οικολογικής γεωργίας στην Ελβετία το οποίο βασίστηκε σε χριστιανικές αρχές, ενσωματώνοντας και έννοιες που σχετίζονται με την προστασία της φύσης και του καταναλωτή. Τις θεωρητικές βάσεις της Οργανικής-Βιολογικής Καλλιέργειας έθεσε ο γιατρός και μικροβιολόγος Hans Rush Peter.

Δεκαετία του '50 και '60, «Βιολογική Καλλιέργεια» (Biologischer Landbau):

Το κίνημα της Βιολογικής Καλλιέργειας αποτελεί ένα ενδιάμεσο κρίκο μεταξύ της Φυσιολογικής Καλλιέργειας, η οποία εκείνη τη χρονική περίοδο και εγκαταλείφθηκε, και της Οργανικής-Βιολογικής Καλλιέργειας. Εντός του κινήματος της Βιολογικής Καλλιέργειας εμφανίζονται 4 διαφορετικές κατευθύνσεις που συνδέονται με διάφορες εμφανίσεις και κυκλοφορίες έντυπων περιοδικών. Γενικά όμως οι ιδέες της Βιολογικής Καλλιέργειας ανανεώνονταν με επίκαιρες έρευνες που αφορούσαν κυρίως την γονιμότητα του εδάφους και τη διαχείριση του χούμους και του κομπόστ.

Δεκαετία του '80 και '90, «Οικολογική Καλλιέργεια των Οργανικών-Βιολογικών καλλιεργητικών ενώσεων» (Ökologischer Landbau der organisch-biologischen Anbauverbände):

Μετά και από την αναγνώριση των αρχών της βιολογικής γεωργίας από την επιστημονική κοινότητα στα τέλη της δεκαετίας του '70 επικράτησε ο όρος Οικολογική Καλλιέργεια στον γερμανόφωνο κόσμο όπου ο στόχος πια έγινε η ανάπτυξη ενός εναλλακτικού βιώσιμου μοντέλου γεωργίας το οποίο θα προωθεί και την προστασία του περιβάλλοντος. Με το έργο του Preuschen Gerhardt συνδέθηκε η έννοια της γονιμότητας των εδαφών με την θεωρία των οικοσυστημάτων και δόθηκε έμφαση στη μελέτη των διεργασιών που σχετίζονται με την θρέψη των φυτών στη ριζόσφαιρα (Vogt, 2001).

Οι απαρχές της βιολογικής γεωργίας στις αγγλόφωνες περιοχές βασίζονται στο έργο δύο κυρίως επιστημόνων του Albert Howard (1873–1947) και του Robert Mc Carrison (1878–

1960) οι οποίοι και εργάστηκαν στην Ινδία. Μεταξύ άλλων κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το κλειδί για μια πετυχημένη βιολογική γεωργία είναι ένα έδαφος πλούσιο σε χούμο και ότι το γόνιμο έδαφος είναι η προϋπόθεση για να αναπτυχθούν υγιή φυτά που θα προσφέρουν και μια υγιεινή διατροφή στους ανθρώπους και τα ζώα.

2.4.3 Η πιστοποίηση στην βιολογική γεωργία

Είναι αναγκαίο να τονιστεί ο ρόλος της ύπαρξης προτύπων στη βιολογική γεωργία αλλά και η ύπαρξη ενός καλά οργανωμένου μηχανισμού πιστοποίησης που θα διασφαλίζει την εφαρμογή τους, έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργήσει ομαλά όλη η αγροδιατροφική αλυσίδα που βασίζεται στην εμπορία βιολογικών προϊόντων (Albersmeier et al. 2009).

Ένα από τα πρώτα πρότυπα που δημιουργήθηκαν στον χώρο της βιολογικής γεωργίας είναι αυτό της Demeter το 1972 μετά την αναθεώρηση και επέκταση απλών οδηγιών που υπήρχαν ήδη από το 1955. Άλλα ιδιωτικά πρότυπα δημιουργήθηκαν από την Soil Association το 1967 στην Αγγλία και το 1946 από τον Hans Müller πρωτοπόρο της Οργανικής-Βιολογικής Καλλιέργειας στην Ελβετία. Το 1974 ολοκληρώνει και η οργάνωση Nature et Progrès την έκδοση ενός ιδιωτικού προτύπου στην Γαλλία. Το 1972 ιδρύθηκε και η IFOAM ως ενωτικός κρίκος των διαφόρων κινημάτων βιολογικής γεωργίας που είχαν δημιουργηθεί μέχρι τότε και το 1980 εκδόθηκε για πρώτη φορά ένα προσχέδιο ενός διεθνούς προτύπου το οποίο το 1982 εξελίχθηκε σε «Πρότυπο για την βιολογική γεωργία για το διεθνές εμπόριο και τα εθνικά πρότυπα». Ταυτόχρονα με τα ιδιωτικά πρότυπα δημιουργήθηκαν και εθνικά πρότυπα και σήματα σε πολλές χώρες πριν την δημιουργία ενός ενιαίου προτύπου της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 1991, παρόμοιο πρότυπο συντάχθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής το 2002. Το 1999 συντάχθηκαν και οι κατευθυντήριες γραμμές για τη φύση της παραγωγής των βιολογικών τροφίμων γνωστές ως “Codex Alimentarius” και αποτελούν προϊόν της σύμπραξης του FAO και του WHO (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας) (Schmid, 2007).

Για να εξασφαλιστεί η ποιότητα και η αξιοπιστία των βιολογικών προϊόντων που διακινούνται σε μια όλο και αυξανόμενη παγκόσμια αγορά, εξέλιξε η IFOAM ένα Βιολογικό Σύστημα Εγγύησης (Organic Guarantee System , OGS). Το σύστημα αυτό διευκολύνει την ισοδύναμη αναγνώριση των διαφόρων πιστοποιητικών και ελεγκτικών οργανισμών, των εθνικών κανονισμών για την βιολογική γεωργία καθώς και την αναγνώριση ιδιωτικών συστημάτων παραγωγής από τις εκάστοτε εθνικές κυβερνήσεις. Βασικό κομμάτι του (OGS) είναι ένα σύνολο από ιδιωτικά και εθνικά πρότυπα βιολογικής γεωργίας από όλο τον κόσμο (IFOAM Family of Standards) τα οποία έχουν ελεγχθεί από την IFOAM για την συμβατότητά τους ως προς τους Κοινούς Στόχους και Απαιτήσεις για τα Πρότυπα της Βιολογικής Γεωργίας (Common Objectives and Requirements of Organic Standards, COROS) εξασφαλίζοντας με

αυτόν τον τρόπο ότι τα συγκεκριμένα πρότυπα ακολουθούν τις βασικές αρχές που διέπουν την βιολογική γεωργία (IFOAM, 2014).

2.4.4 Η βιολογική παραγωγή σε αριθμούς

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του 2016 για την βιολογική γεωργία της IFOAM και του Ινστιτούτου Ερευνών για την Βιολογική Γεωργία FiBL, η παγκόσμια βιολογικά καλλιεργούμενη έκταση το 2014 ήταν 43,7 εκατ. εκτάρια από την οποία το 40% βρίσκεται στην Ωκεανία, το 27% στην Ευρώπη, το 15% στη Λατινική Αμερική, το 8% στην Ασία, το 7% στην Βόρεια Αμερική και το 3% στην Αφρική. Ως ποσοστό της συνολικά καλλιεργούμενης γης στον κόσμο η βιολογικώς καλλιεργούμενη δεν ξεπερνά το 1% ενώ τα αντίστοιχα νούμερα για την Ωκεανία είναι 4,1% και 2,4% για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Σε όλες όμως τις ηπείρους τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξητική τάση στην μετατροπή της καλλιεργούμενης γης από συμβατική σε βιολογική εκτός από την Λατινική Αμερική, όπου υπήρξε μια μικρή μόνο μείωση για τα έτη 2013-2014. Τα 2/3 της συνολικά βιολογικά καλλιεργούμενης γης είναι λειμώνες και βοσκότοποι ενώ το 20% αντιστοιχεί σε αρόσιμες καλλιέργειες κυρίως δημητριακά και ρύζι. Ο αριθμός το παραγωγών που καλλιεργούν βιολογικά ανά τον κόσμο είναι 2,3 εκατ. Το 2014 η συνολική αξία λιανικών πωλήσεων ανήλθε στα 80 δις. δολάρια (Willer et al. 2016).

Σύμφωνα με την ίδια έκθεση ο αριθμός των χωρών που έχουν εξελίξει κάποιο πρότυπο βιολογικής γεωργίας είναι 87. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναγνωρίσει 12 από αυτά ως ισότιμα με το δικό της (Willer et al. 2016). Σύμφωνα με στοιχεία της IFOAM ο αριθμός των προτύπων βιολογικής γεωργίας που έχουν ενσωματωθεί στην Οικογένεια των Προτύπων της IFOAM (IFOAM Family of Standards) είναι 48 και άλλα 3 που βρίσκονται ακόμα στην διαδικασία έγκρισης και αντιπροσωπεύουν ιδιωτικά αλλά και εθνικά πρότυπα και από τις πέντε ηπείρους της γης (IFOAM, 2016). Εκτός από το σύστημα πιστοποίησης των προτύπων από αναγνωρισμένους ανεξάρτητους πιστοποιητικούς οργανισμούς έχει εισαχθεί και ένα διαφορετικό μοντέλο πιστοποίησης της βιολογικής παραγωγής από την IFOAM το Συμμετοχικό Εγγυητικό Σύστημα (Participatory Guarantee Systems, PGS) και βασίζεται σ' ένα τοπικά οργανωμένο σύστημα πιστοποίησης και ελέγχου. Αυτό το σύστημα εφαρμόζεται κυρίως σε αναπτυσσόμενες περιοχές όπου το κόστος μιας εξωτερικής πιστοποίησης πολλές φορές είναι απαγορευτικό. Σε παγκόσμιο επίπεδο εφαρμόζονται ήδη 123 προγράμματα PGS ενώ άλλα 110 βρίσκονται υπό εξέλιξη (D' Amico et al. 2016).

2.4.5 Κατηγοριοποίηση της βιολογικής γεωργίας σε χρονικές περιόδους από την IFOAM και οι προκλήσεις του μέλλοντος

Στα πλαίσια της βιολογικής έκθεσης στο Goesan Country της Νότιας Κορέας πραγματοποιήθηκε με συνεργασία της IFOAM και του Δικτύου Δράσης για την Βιώσιμη Βιολογική Γεωργία (Sustainable Organic Agriculture Action Network, SOAAN) ένα συνέδριο

στο οποίο κατηγοριοποιήθηκαν ιστορικά οι προηγούμενες περίοδοι του βιολογικού κινήματος και ταυτόχρονα τέθηκαν τα θεμέλια ώστε να εγκαινιαστεί μια νέα εποχή στον κλάδο της βιολογικής γεωργίας. Πιο συγκεκριμένα η πρώτη φάση του βιολογικού κινήματος που χαρακτηρίζεται από τη δράση των πρωτοπόρων της βιολογικής γεωργίας και από την ιδέα σύνδεσης του τρόπου ζωής και παραγωγής με την υγεία του ανθρώπου και του πλανήτη, ονομάστηκε Organic 1.0 και οριοθετείται μέχρι το 1970. Η δεύτερη περίοδος ονομάστηκε Organic 2.0 και περιλαμβάνει το διάστημα από το 1970 έως το 2015. Η Organic 2.0 χαρακτηρίζεται από την εξάπλωση των ιδεών της βιολογικής γεωργίας σε ολόκληρο τον κόσμο και την ευρύτερη αποδοχή της από την κοινωνία με το εμπορικό κομμάτι της να είναι ολοένα και αυξανόμενο.

Παρόλο που υπήρξαν σημαντικά επιτεύγματα σε θέματα που αφορούν την υγεία του καταναλωτή και την βιοποικιλότητα, εντούτοις παρατηρήθηκε συχνά ότι οι ελάχιστες απαιτήσεις που επιβάλλονται από τα διάφορα πρότυπα παραγωγής πολλές φορές δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις βασικές αρχές της βιολογικής φιλοσοφίας όπως είναι οι αρχές της υγείας, της οικολογίας, της δικαιοσύνης και της φροντίδας. Ταυτόχρονα, η γεωργία θεωρείται πλέον ως πεδίο κλειδί για την επίλυση παγκόσμιων προβλημάτων όπως αυτό της πείνας, της μόλυνσης του περιβάλλοντος, της κλιματικής αλλαγής, της απώλειας της βιοποικιλότητας. Γι' αυτό τον λόγο έχει γίνει επιτακτική η ανάγκη για την εξέλιξη ενός νέου μοντέλου βιολογικής γεωργίας ακόμα πιο βιώσιμου το οποίο θα ανταποκρίνεται στις πραγματικές κοινωνικές και οικονομικές προκλήσεις της σημερινής εποχής. Η νέα αυτή περίοδος για την βιολογική γεωργία ονομάστηκε Organic 3.0.

Το όραμα για την εποχή Organic 3.0 είναι να μετεξελιχθεί η σημερινή μορφή της βιολογικής παραγωγής σε ένα ακόμα πιο ολιστικό και δυναμικό πρότυπο παραγωγής το οποίο θα εξασφαλίζει μέσα από την καινοτομία και τη συνεχή βελτίωση ένα πραγματικά βιώσιμο μοντέλο το οποίο θα αποτελέσει μέρος της λύσης των προβλημάτων που αντιμετωπίζει η σημερινή γεωργία και το περιβάλλον. Η αναγγελία του Organic 3.0 αποτελεί ουσιαστικά ένα κάλεσμα προς όλους τους εμπλεκόμενους στον κλάδο της βιολογικής γεωργίας για τη συμμετοχή στη διαμόρφωση της βιολογικής γεωργίας του μέλλοντος, η οποία θα πρέπει να αντικατοπτρίζει ένα πραγματικά εναλλακτικό και βιώσιμο μοντέλο παραγωγής (Arbenzetal. 2015).

2.4.6 Σύνδεση βιολογικής γεωργίας με κλιματικούς στόχους

Το μεθάνιο που προέρχεται από τα βοοειδή και τα πρόβατα αποτελεί περίπου το 40% του συνόλου των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τον αγροτικό τομέα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και περίπου το 4% του συνόλου των ΑτΘ της Ε.Ε. Υποστηρίζεται ότι με

αυτό το ποσοστό πρέπει επειγόντως να αξιολογηθεί η δυνατότητα μείωσής τους στον τομέα της γεωργίας. Μάλιστα, υπογραμμίζεται ότι χωρίς τη μείωση κατά 50% των ζωικών προϊόντων από μηρυκαστικά δεν θα μπορέσει η Ευρώπη να επιτύχει τους κλιματικούς της στόχους που έχει θέσει. Αυτό σημαίνει πως ένα πιο βιώσιμο σύστημα παραγωγής τροφίμων και πιο φιλικό προς το περιβάλλον δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την μεταστροφή της διατροφής των ανθρώπων και χωρίς να βρεθούν φυτικές πηγές πρωτεΐνης ως αντικατάσταση των ζωικών. Επίσης το 15% των εκπομπών του γεωργικού τομέα της Ε.Ε. δηλαδή το 1,5% του συνόλου της Ε.Ε. είναι από το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου που προέρχονται από την διαχείριση της κοπριάς. Ένα επίσης 40% των αερίων ειδικά του υποξειδίου του αζώτου προέρχεται από την εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων ή άλλων μορφών λίπανσης των εδαφών (IFOAM EU Group, 2016).

Η εφαρμογή της βιολογικής γεωργίας περιορίζει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μεταξύ άλλων, καθώς μειώνει την εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου ειδικά του υποξειδίου του αζώτου από τη μη χρήση συνθετικών αζωτούχων λιπασμάτων, συμβάλλει στην αποθήκευση άνθρακα και βιομάζας στο έδαφος με την αύξηση της οργανικής ουσίας και προωθεί τα γεωργοοδασοκομικά συστήματα και απαγορεύει την εκκαθάριση πρωτογενών οικοσυστημάτων.

Με την άσκηση της βιολογικής γεωργίας αυξάνεται η γονιμότητα των εδαφών με τη συνεχή εισαγωγή οργανικής ουσίας. Πολλές πρακτικές της βιολογικής γεωργίας συμβάλλουν στη δέσμευση του άνθρακα στο έδαφος και αυξάνουν την επιστροφή του άνθρακα στο έδαφος. Υπάρχει επίσης η προτροπή για περαιτέρω έρευνα για στοιχεία που αφορούν τον οργανικό άνθρακα του εδάφους και σε αποθήκες οργανικού άνθρακα το οποίο είναι πολύ σημαντικό για τον καθορισμό της δέσμευσης άνθρακα ανάλογα με την γεωργική πρακτική (IFOAM, 2016).

2.5 ΜΟΝΤΕΛΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΜΕ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΖΩΙΚΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ (ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΙΟΚΥΚΛΙΚΗΣ ΦΥΤΟΠΟΝΙΑΣ)

2.5.1 Καταναλωτικά πρότυπα χορτοφαγίας

Μορφές διατροφής των ανθρώπων οι οποίες αποκλείουν την κατανάλωση ζωικών προϊόντων έχουν τις ρίζες τους σε διάφορους αρχαίους πολιτισμούς, θρησκείες και παραδόσεις όπως και την αρχαία ελληνική φιλοσοφία (Ruby, 2011). Στα νεότερα χρόνια ιδρύθηκε το 1847 για πρώτη φορά μια κοινότητα χορτοφαγίας η «Vegeterian Society» στην Αγγλία ενώ στην Γερμανία ιδρύεται το 1892 μια άλλη κοινότητα η οποία προωθεί έκτοτε τον χορτοφαγικό τρόπο ζωής και είναι ο Vebu (Vegetarierbund Deutschland). Την εμφάνισή τους κάνουν διαφόρων ειδών χορτοφαγικές δίαιτες όπως της γαλακτο-χορτοφαγίας, γαλακτο-αυγο χορτοφαγίας, αυγο-χορτοφαγίας, αυστηρής-χορτοφαγίας (βιγκανισμός, Veganism).

Το 1979 προτάθηκε από την Vegan Society της Αγγλίας ο εξής ορισμός για την φυτοφαγία (Veganism): «Είναι μια φιλοσοφία και ένας τρόπος ζωής ο οποίος αποβλέπει στο αποκλεισμό, όσο αυτό είναι δυνατόν, όλων των μορφών εκμετάλλευσης των ζώων για τροφή, ένδυση και άλλους σκοπούς και προωθεί την εξέλιξη και χρήση εναλλακτικών λύσεων προς όφελος των ανθρώπων, των ζώων και του περιβάλλοντος. Από διατροφικής απόψεως αυτό σημαίνει την απόσταση από την κατανάλωση οποιουδήποτε ζωικού προϊόντος» (The Vegan Society, 2004).

2.5.2 Ηθικές αξίες των χορτοφάγων

Οι κύριες ηθικές αρχές που εντοπίζονται σε έναν χορτοφαγικό τρόπο ζωής πηγάζουν από ανησυχίες που αφορούν την ευημερία των ζώων, την προστασία του περιβάλλοντος, την έλλειψη τροφίμων, τη δίκαιη κατανομή των πόρων αλλά και το μέλλον των επόμενων γενεών (Engel, 2015). Μια άλλη πρόσφατη έρευνα καταναλωτών στη Γερμανία έδειξε πως 90% περίπου των χορτοφάγων έχουν κίνητρα που σχετίζονται με την ευημερία των ζώων, 70% σχετίζουν τις διατροφικές τους επιλογές με θέματα σωματικής υγείας και το 46% δηλώνει ότι διακατέχεται από περιβαλλοντικά κίνητρα (Janssen et al. 2016).

2.5.3 Καταναλωτές και προϊόντα φυτικής προέλευσης

Εκτιμάται ότι ο αριθμός των ανθρώπων που τρέφονται χορτοφαγικά-φυτοφαγικά είναι περίπου 1 δισεκατομμύριο. Ενώ μόνο στην Γερμανία υπάρχουν ήδη 7,8 εκατομμύρια, εξ αυτών οι 900.000 χαρακτηρίζονται ως φυτοφάγοι και 42 εκατ. ως «εύκαμπτοι χορτοφάγοι» (Flexitarier) οι οποίοι ακολουθούν κατά βάση έναν χορτοφαγικό τρόπο ζωής αλλά περιστασιακά καταναλώνουν και προϊόντα ζωικής προέλευσης. Επίσης, αυξάνεται συνεχώς η προσφορά προϊόντων που βασίζεται σε φυτικά συστατικά και θεωρούνται υποκατάστατα προϊόντων κρέατος και γάλακτος στην αγορά (Vebu, 2016). Για την διαφοροποίηση των προϊόντων φυτικής προέλευσης από τα υπόλοιπα έχουν εισαχθεί πολλά σήματα που βοηθούν τον καταναλωτή να εντοπίσει εύκολα και γρήγορα τη διαφορά. Ένα από αυτά τα σήματα που τυγχάνει ευρείας αποδοχής στον εμπορικό κόσμο είναι το τυποποιημένο σήμα V-Label της Ευρωπαϊκής Χορτοφαγικής Ένωσης (European Vegetarian Union (EVU) και διασφαλίζει τον καταναλωτή πως στο προϊόν δεν εμπεριέχεται κανένα συστατικό ζωικής προέλευσης (EVU, 2016). Παρόλο που τέτοιου είδους σήματα εξασφαλίζουν την φυτική προέλευση των συστατικών των προϊόντων, δε εξασφαλίζουν όμως και τον αποκλεισμό της χρήση ζωικών εισροών όπως την κοπριά από τη παραγωγική διαδικασία του προϊόντος (Larsoon, et al., 2003).

2.5.4 Πρότυπα παραγωγής βιολογικής γεωργίας χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών Απαρχές της βιολογικής γεωργίας χωρίς ζωικές εισροές

Μετά την εγκατάλειψη των αρχών των «Μεταρρυθμιστών» την δεκαετία του '50 οι οποίοι απέκλειαν καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας τη χρήση ζωικών εισροών

υπήρξε μια αναγέννηση αυτής της ιδέας στο χώρο της βιολογικής γεωργίας στην Αγγλία με την ίδρυση του Vegan Organic Network (VON) το 1996 και το οποίο προωθεί τις πρακτικές που διέπουν μια βιολογική γεωργία χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών (VON, 2016), ενώ το 2014 ιδρύεται και στη Γερμανία ένα δίκτυο για την προώθηση και εξάπλωση ενός βιολογικού τρόπου παραγωγής χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών, το Biologisch-Veganes Netzwerk (Bio-Veganes Netzwerk, 2016).

Οι διάφοροι όροι που χρησιμοποιούνται για να περιγραφεί η βιολογική γεωργία χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών στην Αγγλική γλώσσα είναι Vegan Organic ή Stock free Organic, ενώ στα γερμανικά χρησιμοποιείται ο όρος Biologisch Veganer ή Bio-Veganer Anbau. Στην ελληνική γλώσσα προτείνεται να χρησιμοποιείται ο όρος φυτοπονία για να αποφευχθούν δυσνόητες και άκομψες μεταφράσεις του όρου αυτού.

Έτσι η φυτοπονία αποτελεί μια εναλλακτική μορφή βιολογικής γεωργίας η οποία συνδέει τις βασικές αρχές της φυτοφαγίας (veganism) με τις αρχές που διέπουν την βιολογική γεωργία (Visak, 2007) και με αυτό τον τρόπο προκύπτει ότι «η φυτοπονία είναι μια μορφή βιολογικής γεωργίας που αποκλείει την εκτροφή ζώων και τη χρήση αγροτικών εφοδίων ζωικής προέλευσης και στην οποία έχει επέλθει μια πλήρης αποσύνδεση από τον κλάδο της κτηνοτροφίας» (Bonzheim, 2014).

Με την φυτοπονία εξασφαλίζεται ένας βιώσιμος τρόπος παραγωγής που διαφυλάσσει σε μεγάλο βαθμό τους φυσικούς πόρους χωρίς αυτό να συνδέεται με την εκτροφή ζώων και τη χρήση κοπριάς ή άλλων ζωικών μερών κατά τη διαδικασία παραγωγής (Brünjes, 2015), αλλά αντιθέτως θα μπορέσει να εξασφαλίσει στο μέλλον και στους καταναλωτές την απουσία σύνδεσης του τρόπου παραγωγής των προϊόντων με την κτηνοτροφία (VON, 2016).

2.5.4.1 Το Stockfree-Organic Standard του Vegan Organic Network στην Αγγλία

Το 2004 για πρώτη φορά εκδόθηκαν μια σειρά από οδηγίες που προσδιορίζουν την παραγωγή βιολογικών προϊόντων χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών από το Vegan Organic Network σε συνεργασία και τη Soil Association στην Αγγλία. Αυτές οι οδηγίες συμπύχθηκαν σε ένα πρότυπο για την βιολογική γεωργία χωρίς ζωικές εισροές (Stockfree-Organic Standards). Από το 2014 υπάρχει η δυνατότητα πιστοποίησης αυτού του προτύπου από τη Soil Association στην Αγγλία το οποίο συνδέεται και με τη χρήση του αντίστοιχου σήματος «Stock free Organic-Label». Η χρήση του σήματος «Stockfree» μπορεί να γίνει και από παραγωγούς από όλο τον κόσμο με τη διαδικασία πιστοποίησης που γίνεται με τον έλεγχο από παραγωγό σε παραγωγό (Stockfree Organic Services, 2016).

Στο Stockfree-Organic Standard μεταξύ άλλων απαγορεύεται η εκτροφή ζώων, η χρήση κάθε είδους εισροής ζωικής προέλευσης (όπως κοπριά, ή υποπροϊόντα σφαγίων) αλλά και η καλλιέργεια κτηνοτροφικών φυτών. Επίσης υπάρχουν προτάσεις και μέθοδοι για την διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, την εναλλαγή των καλλιεργειών, τη διαχείριση ασθενειών κ.α. (VON 2007).

2.5.4.2 Βιοκυκλικό Πρότυπο και η μετεξέλιξή του σε Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας

Το Βιοκυκλικό πρότυπο αποτελεί ένα πρότυπο προσαρμοσμένο στις συνθήκες της μεσογειακής γεωργίας και δίνει μεγάλη έμφαση στις θετικές αλληλεπιδράσεις που μπορεί να έχει μια βιολογική καλλιέργεια με το περιβάλλον οικοσύστημά της. Το πρότυπο αυτό αποσκοπεί με την μεθοδευμένη προσπάθεια για την αύξηση της οργανικής ουσίας των εδαφών και την αύξηση της βιοποικιλότητας στην προώθηση και υποβοήθηση των φυσικών κύκλων του οικοσυστήματος (βιόκυκλος). Οι αρχές του Βιοκυκλικού Προτύπου βασίζονται στις εφαρμοσμένες καλλιεργητικές προσπάθειες που έγιναν στον ελλαδικό χώρο τη δεκαετία του '90 από τον Γερμανό καλλιεργητή και πρωτοπόρο της βιολογικής γεωργίας Adolf Hoops ο οποίος ήταν επί 50 χρόνια διαχειριστής ενός επιτυχημένου βιολογικού αγροκτήματος στη βόρεια Γερμανία. Μια πρώτη έκδοση των βιοκυκλικών κατευθυντήριων αρχών συντάχθηκε το 1999 και βασίστηκε στα λεγόμενα και τις ιδέες του Α. Hoops για τις «Βιοκυκλικές αρχές για μια βιολογική γεωργία που βασίζεται σε ζωτικής σημασίας κύκλους λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες και το οικοσύστημα της Ελλάδας» (BNS, 2016a).

Το Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας είναι αναγνωρισμένο από την IFOAM και από το 2017 ανήκει πλέον στην οικογένεια των προτύπων της βιολογικής γεωργίας της IFOAM (IFOAM's Family of Standards) κάτω από την κατηγορία των παγκόσμιων προτύπων της βιολογικής γεωργίας.

Το Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας του οποίου διαχειριστής είναι η BNS Biocyclic Network Services (Cyprus) Ltd. (BNS), εφαρμόστηκε το 2016 από 80 περίπου παραγωγούς στην Ελλάδα και Κύπρο. Το Μάιο και το Σεπτέμβρη του 2016 πραγματοποιήθηκαν δύο ομάδες εργασίας στο Βερολίνο με σκοπό τον εναρμονισμό του Βιοκυκλικού Προτύπου με τις αρχές της βιολογικής γεωργίας χωρίς ζωικές εισροές με σκοπό την έκδοση του πρώτου αναγνωρισμένου από την IFOAM προτύπου για την βιολογική γεωργία χωρίς τη χρήση ζωικών εισροών. Με αυτόν τον τρόπο το Πρότυπο Βιοκυκλικής Φυτοπονίας μπορεί πλέον να εξασφαλίσει ότι καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας των προϊόντων δεν έγινε η χρήση κάποιας ζωικής εισροής. Βασικό ρόλο στη διατήρηση της γονιμότητας και τη θρέψη των φυτών διαδραματίζει η έννοια της κομποστοποίησης. Κατ'αυτόν τον τρόπο προωθείται η χρήση ενός πλήρους ωριμασμένου και σταθεροποιημένου υλικού το οποίο θα εξασφαλίζει και όλα τα απαραίτητα

θρεπτικά για τα φυτά. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οργανικά υλικά που έχουν ξεπεράσει τις απαιτήσεις ωρίμανσης ενός κομποστ (RALV) εμφανίζουν διαφορετικές ιδιότητες ως προς την σύστασή τους, την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά και την αλληλεπίδρασή τους στην ανάπτυξη των φυτών, τέτοια υλικά φαίνεται να είναι η TerraPreta, το Bokashi αλλά και το βιοκυκλικό χουμόχωμα.

2.6 ΧΟΥΜΟΧΩΜΑ

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της βιοκυκλικής φυτοπονίας είναι η χρήση ώριμου κομποστ το οποίο παρέχει τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη και τη διατήρηση μιας μόνιμης γονιμότητας. Είναι συχνό φαινόμενο ακόμα και στην βιολογική γεωργία το κομποστ να εφαρμόζεται κυρίως ως εδαφοβελτιωτικό αλλά όχι ως μια κύρια πηγή λίπανσης. Η χρήση ενδεικνυόμενης χρησιμοποιούμενης ποσότητας κομποστ στις καλλιέργειες συχνά είναι αρκετά περιορισμένη καθώς δεν είναι λίγες οι φορές που χρησιμοποιούνται ανώριμα σχετικά κομποστ (βαθμού ωριμότητας RAL I-III). Ένα ανώριμο ακόμα κομποστ μπορεί να μην είναι φιλικό προς το ριζικό σύστημα των φυτών και υπάρχει ο κίνδυνος έκλυσης των θρεπτικών στοιχείων.

Η περαιτέρω μεθωρίμανση ενός ώριμου κομποστ (βαθμός ωριμότητας RAL V) επιφέρει την μετατροπή του σε ένα υλικό που έχει περισσότερο την υφή χώματος (χουμόχωμα) και χαρακτηρίζεται από μια σταθερή δομή και σύνθεση. Η οργανική ουσία του χουμοχώματος αποτελείται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από χούμους. Αυτή η σταθεροποιημένη δομή καθιστά ένα τέτοιο υλικό φιλικό προς το ριζικό σύστημα και κατάλληλο για την απευθείας φύτευση σποροφύτων και φυντανίων χωρίς την πρόσμειξη άλλων υλικών όπως τύρφη ή περλίτη.

2.6.1 Το χουμόχωμα ως βελτιωτικό εδάφους

Τα κομποστ χαρακτηρίζονται συχνά ως βελτιωτικά εδάφους καθώς συμβάλλουν με τη δομή τους στον καλύτερο αερισμό του εδάφους αλλά και βελτίωση της υδατοϊκανότητας και της μικροχλωρίδας του εδάφους. Έτσι και το χουμόχωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό αλλά και ως ένα υλικό απευθείας φύτευσης των φυτών χωρίς την προσθήκη κάποιου χώματος.

2.6.2 Το χουμόχωμα ως δεσμευτής CO₂

Καθώς το χουμόχωμα αποτελείται από 40-60% άνθρακα μπορεί μέσω της ενσωμάτωσής του στα χωράφια να επιτευχθεί μια δέσμευση του άνθρακα στην οργανική ουσία του εδάφους συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής.

2.6.3 Το χουμόχωμα ως μπαταρία θρεπτικών

Το χουμόχωμα αποτελεί μια πηγή θρεπτικών δεσμευμένων σε οργανική μορφή και τα οποία δεν εντοπίζονται πλέον στην υδατοδιαλυτή μορφή τους. Έτσι αποφεύγεται η έκπλυση των θρεπτικών και ελαχιστοποιούνται οι αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον που προέρχονται

κυρίως από την έκπλυση νιτρικών από τις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Από την άλλη μεριά, τα φυτά που αναπτύσσονται σε ένα υλικό που δεν περιέχει πλέον υδατοδιαλυτά στοιχεία είναι αναγκασμένο να «ξεκλειδώσει» να θρεπτικά στοιχεία που βρίσκονται δεσμευμένα σε οργανικές δομές με τη βοήθεια μυκόρριζων, την έκκριση οξέων αλλά και άλλων μηχανισμών.

Η παραγωγή χουμοχώματος συμβάλλει επίσης και στο κλείσιμο του κύκλου των θρεπτικών αξιοποιώντας φυτικά υπολείμματα των ίδιων των εκμεταλλεύσεων αλλά και τα υποπροϊόντα που προέρχονται από διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες επεξεργασίας τροφίμων ή και βιοκαυσίμων.

Παρακάτω φαίνεται μια ανάλυση του pH, της ολικής εναλλακτικής ικανότητας, των βασικών θρεπτικών στοιχείων (Πίνακας 5.4) σε ξηρό δείγμα χουμοχώματος αλλά και τα αποτελέσματα εκχύλισης χουμοχώματος σε νερό. Στο παράρτημα υπάρχει μια αναλυτική ανάλυση του χουμοχώματος.

2.6.4 Η έρευνα για το χουμόχωμα

Δυστυχώς ως τώρα δεν έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που να σχετίζονται με τις ιδιαιτερότητες και τα χαρακτηριστικά ενός μεθωριμασμένου κομπόστ. Οι συνηθισμένες διαδικασίες κομποστοποίησης δεν ξεπερνούν τους 3 με 4 μήνες και σε πολλές περιπτώσεις και τις 4 εβδομάδες ανάλογα με την αρχική σύνθεση των υλικών.

Πίνακας 2.4: Στοιχεία από την ανάλυση χουμοχώματος (Βιοκυκλικό Πάρκο Καλαμάτας)

Περιγραφή ανάλυσης	Σε ξηρό δείγμα	Εκχύλισμα 360g χουμοχώματος και 600 ml απιονισμένο νερό
Ολικά Άζωτο (N) g/100g	2,8	0,015
(P ₂ O ₅ διαλυμένο σε ανόργανα οξέα (ολικό) g/100g	0,8	0,002
Ολικά Κάλιο (K) g/100g	0,6	0,034
pH σε εκχύλισμα (1:5) pH units	7,6	
Ολική σε κατιόντα εναλλακτική ικανότητα (C.E.C.) meq Na/100g	91,9	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

3.1.1 Τοποθεσία

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην Ιερά οδό 75 όπως φαίνεται και στην παρακάτω δορυφορική εικόνα (γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 59' 1,47''$ Β, γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 42' 6,98''$ Α, 30 m από την επιφάνεια της θάλασσας).



Εικόνα 3.1: Δορυφορική άποψη του πειραματικού αγρού στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

3.1.2 Κλίμα - Μετεωρολογικά δεδομένα

Στον πίνακα 3.1 και το διάγραμμα 3.1 που ακολουθούν καταγράφονται η μέση μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία, η μέση υγρασία για τους μήνες πραγματοποίησης του πειράματος καθώς και η ετήσια μέση θερμοκρασία και βροχόπτωση. Τα δεδομένα πάρθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών της περιοχής Γκάζι στην Αθήνα (Αθήνα - Γκάζι (LGB9)).

Πίνακας 3.1: Μετεωρολογικά δεδομένα για την περίοδο Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο του 2017 για την περιοχή του πειραματικού αγρού.

Μήνας 2017	Μέση max θ ($^{\circ}\text{C}$)	Μέση min θ ($^{\circ}\text{C}$)	Μέση θ ($^{\circ}\text{C}$)	Μέση υγρασία	Βροχόπτωση (mm)
Μάιος	26,1	17,4	21,7	58%	57,2
Ιούνιος	30,9	21,4	26,2	52%	69,2
Ιούλιος	34,1	25,4	29,7	48%	7,4
Αύγουστος	33,7	25,7	29,7	49%	1,4
Σεπτέμβριος	29,7	21,1	25,1	56%	20,0



Διάγραμμα 3.1: Πορεία θερμοκρασίας και βροχόπτωσης στην περιοχή του Βοτανικού για το 2017.

3.1.3 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Στον πίνακα 3.2 φαίνεται η εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών του Εργαστηρίου Γεωργίας:

Πίνακας 3.2: Εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών του Εργαστηρίου Γεωργίας.

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

Η αργιλλοπηλώδης κοκκομετρική σύσταση υποδηλώνει ένα σχετικά συμπαγές έδαφος το οποίο μπορεί να γίνει προβληματικό για αρκετές καλλιέργειες που απαιτούν ένα πιο ελαφρύ έδαφος όπως για παράδειγμα είναι και η γλυκοπατάτα.

3.2 Πειραματικό σχέδιο

Για το συγκεκριμένο πείραμα ακολουθήθηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο καθώς η αξιολόγηση έγινε με βάση μια μόνο παράμετρο, τη λίπανση. Οι επαναλήψεις ήταν 3 όπως και οι επεμβάσεις: Μάρτυρας (CO), Ανόργανο λίπασμα (IN), και Βιοκυκλικό Χουμόχωμα (HS). Κάθε τετράγωνο ήταν 7,2 τ.μ. και συνολικά υπήρχαν 9 τετράγωνα για κάθε φυτό δηλαδή συνολικά 64,8 τ.μ. Το πειραματικό σχέδιο εφαρμόστηκε για κάθε φυτό χωριστά και έτσι προέκυψαν δύο επαναλήψεις του ίδιου σχεδίου. Επομένως η συνολική έκταση του πειράματος ήταν 145,8 τ.μ.

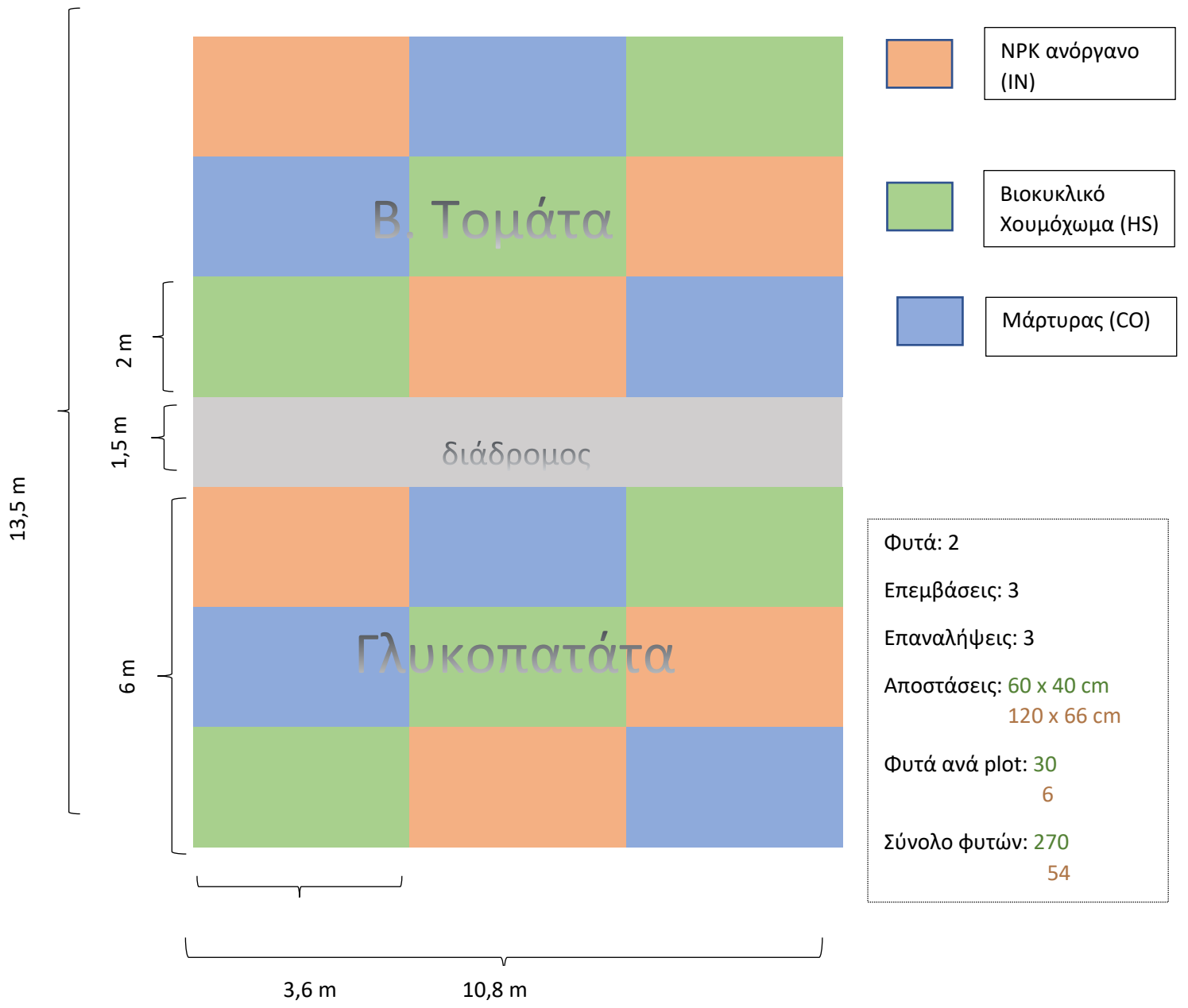
Βιομηχανική τομάτα

Σε κάθε τετράγωνο φυτεύτηκαν 30 φυτά σε αποστάσεις 60 x 40 cm συνολικά, δηλαδή 270 φυτά βιομηχανικής τομάτας.

Γλυκοπατάτα

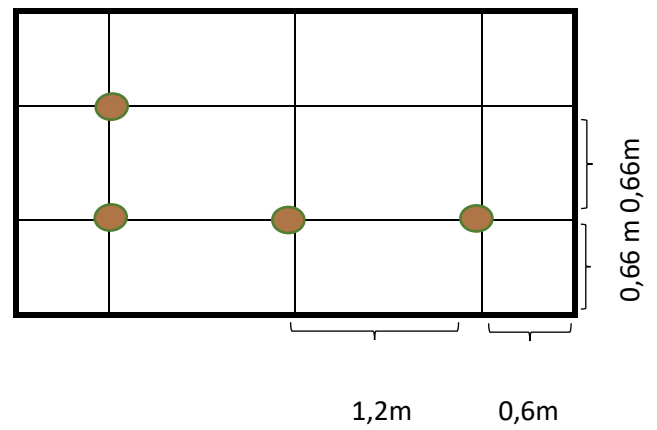
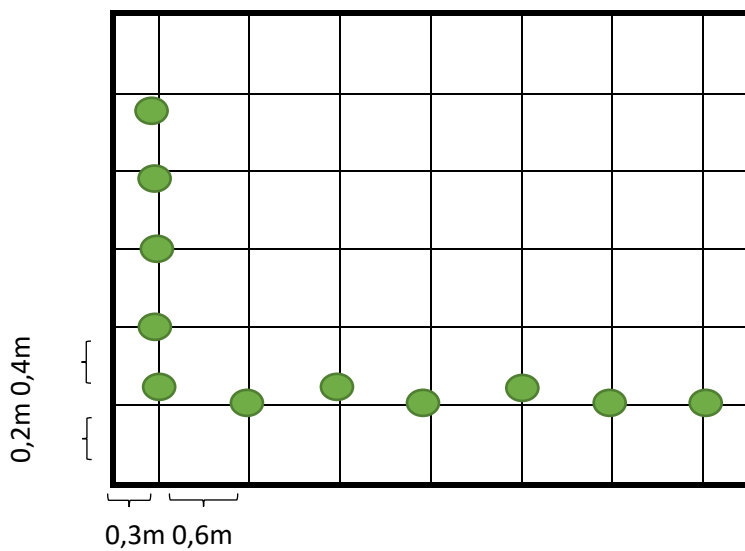
Μεταφυτεύτηκαν 6 μοσχεύματα γλυκοπατάτας σε απόσταση 1,2 x 0,66 m σε κάθε τετράγωνο, δηλαδή συνολικά 54 φυτά.

Το πειραματικό σχέδιο φαίνεται παρακάτω:



Β. Τομάτα

Γλυκοπατάτα



3.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

3.3.1 Φυτικό υλικό

Βιομηχανική τομάτα

Φυτεύτηκε το υβρίδιο βιομηχανικής τομάτας Heinz 3402 από την εταιρία Δ. Νομικος Α.Β.Ε.Κ. - Βιομηχανία Προϊόντων Τομάτας. Τα φυτά παραδόθηκαν σε δίσκους σποράς στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στις 3 Μαΐου του 2017 και η μεταφύτευσή τους στην τελική θέση πραγματοποιήθηκε 2 μέρες μετά στις 5 Μαΐου.

Πίνακας 3.3: Χαρακτηριστικά υβριδίου Heinz 3402 (Heinz Company, 2018).

Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Ωρίμανση, Συγκομιδή	Μεσοπρώιμη (120 ημέρες), μηχανική συγκομιδή
Τύπος βλάστησης	Μεγάλος ημι-έρπων θάμνος
Καρπός	Λείοι, ομοιόμορφοι, \cong 66 g, °Brix = 5,1 κατά μέσο όρο.
Ανεκτικότητες	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 3.2 παραλαβή φυντανίων Heinz 3402.

Γλυκοπατάτα

Κάθε φυτό γλυκοπατάτας προέκυψε από ένα μόσχευμα δύο φύλλων το οποίο προήλθε από μεγαλύτερο μόσχευμα βλαστού γλυκοπατάτας. Τα μοσχεύματα βλαστών παραλήφθηκαν στις 30 Απριλίου του 2017 από τον βιοκαλλιεργητή παραγωγό της Κρήτης Κωνσταντίνο Σταθωράκη μετά από ιδιοπαραγωγή. Τα μοσχεύματα δύο φύλλων ετοιμάστηκαν ακόμα την ίδια μέρα και τοποθετήθηκαν σε 4 ζαρντινιέρες με βιοκυκλικό χουμόχωμα ώστε να ριζοβολήσουν όπως φαίνεται στις εικόνες 3.3-3.5. Οι ζαρντινιέρες τοποθετήθηκαν σε εσωτερικό χώρο και τις πρώτες 3 μέρες δέχθηκαν υδρονέφωση κάθε 3 με 4 ώρες. Η φύτευση των μοσχευμάτων στην τελική τους θέση έγινε 8 μέρες μετά στις 8 Μαΐου του 2017.



Εικόνα 3.3: Παραλαβή μοσχευμάτων γλυκοπατάτας.



Εικόνα 3.5: Φύτευση μοσχευμάτων σε χουμόχωμα για τον σχηματισμό ριζών.



Εικόνα 3.4: Προετοιμασία μοσχευμάτων δυο φύλλων για την παραγωγή φυτών γλυκοπατάτας για τη μεταφύτευση.

3.3.2 Λίπανση

Οι τρεις επεμβάσεις όπως προαναφέρθηκε και στα δύο φυτά πραγματοποιήθηκε με ανόργανο λίπασμα (IN), βιοκυκλικό χουμόχωμα (HS) και ο μάρτυρας (CO) που δεν δέχτηκε κανενός είδους λίπανσης.

Ανόργανο λίπασμα

Σε κάθε τετράγωνο 7,2 m² (plot) που δέχτηκε ανόργανο λίπασμα ενσωματώθηκαν 340 gr λιπάσματος 42-0-0 σε μορφή ουρίας το οποίο αντιστοιχεί σε 20 kg αζώτου (N) το στρέμμα. Η διασπορά του λιπάσματος έγινε ομοιόμορφα με το χέρι και ακολούθησε η μεταφύτευση των φυτών. Δεν πραγματοποιήθηκε κάποια συμπληρωματική λίπανση στη συνέχεια.

Βιοκυκλικό χουμόχωμα

Για την καλύτερη αξιολόγηση του χουμοχώματος κρίθηκε σκόπιμο να ενσωματωθεί τόση ποσότητα στο έδαφος έτσι ώστε η ανάπτυξη του μεγαλύτερου μέρους του ριζικού συστήματος των φυτών να γίνει μέσα σ' αυτό το υλικό. Για τον σκοπό αυτό ενσωματώθηκαν οι εξής ποσότητες ανά φυτό. Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκε χουμόχωμα το οποίο προέκυψε από ώριμο κομπόστ με κύρια συστατικά παραπροϊόντα ελαιοτριβείων. Πιο συγκεκριμένα η αρχική σύνθεση των πρώτων υλών για την παραγωγή του κομπόστ ήταν 30% πυρήνα ελιάς ως παραπροϊόν της έκθλιψης ελαιοκάρπου, 50% φύλα ελιάς, 10% στέμφυλα, 10% ώριμο χουμόχωμα. Η διαδικασία κομποστοποίησης που ακολουθήθηκε για να επιτευχθεί ένα ώριμο κομπόστ βαθμού ωριμότητας RAL V είναι μια βιομηχανική διαδικασία κομποστοποίησης όπως αυτή περιγράφεται από τον Μάνιο (2004). Η κομποστοποίηση των υλικών έγινε σε ευθείες 150 μέτρων, πλάτους 2,5 μέτρων και ύψους 1,5 μέτρων. Η άρδευση των λόφων γινόταν εβδομαδιαίως στο 60% της υδατοχωρητικότητας τους για τους πρώτους 3 μήνες και έπειτα ανά 4 εβδομάδες για τους επόμενους δύο μήνες. Για να επιτευχθεί η μετάβαση του ώριμου κομπόστ σε χουμόχωμα και ως εκ τούτου σε ένα υλικό που έχει περισσότερο τη δομή εδάφους ακολουθήθηκε μια φάση μεθωρίμανσης για περίπου 3 χρόνια. Μετά από αυτή τη φάση μεθωρίμανσης το υλικό είναι πλέον κατάλληλο για απευθείας φύτευση, ιδιαίτερα χρήσιμη ιδιότητα για την παραγωγή κηπευτικών αλλά και τον αγενή πολλαπλασιασμό και την παραγωγή σποροφύτων.

Βιομηχανική τομάτα

Ανοίχθηκε ένα αυλάκι σε κάθε σειρά φύτευσης (6 σε κάθε plot) στο οποίο ενσωματώθηκαν 40 λίτρα χουμοχώματος για 5 φυτά τομάτας. Δηλαδή 8 λίτρα για κάθε φυτό.

Γλυκοπατάτα

Σε κάθε θέση φύτευσης ενός μοσχεύματος γλυκοπατάτας (6 σε κάθε plot) ενσωματώθηκαν 15 λίτρα χουμοχώματος.

3.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

3.4.1 Εγκατάσταση πειράματος

Στις 27 Απριλίου πραγματοποιήθηκε φρεζάρισμα του πειραματικού τεμαχίου και στις 3 Μαΐου ακολούθησε η χάραξη των υποτεμαχίων.

Βιομηχανική τομάτα

Για την βιομηχανική τομάτα η ενσωμάτωση των λιπασμάτων έγινε στις 4 Μαΐου και οι μεταφύτευση των νεαρών φυτών στις 5 Μαΐου του 2017 (Εικόνα 3.6).



Εικόνα 3.6: Φύτευση βιομηχανικής τομάτας.

Γλυκοπατάτα

Η ενσωμάτωση των λιπασμάτων και η μεταφύτευση των ριζοβολημένων μοσχευμάτων έγινε στις 8 Μαΐου του 2017 (Εικόνες 3.7 - 3.9).



Εικόνα 3.7:
Ριζοβολημένο μόσχευμα
γλυκοπατάτας.



Εικόνα 3.8: Φύτευση
μοσχεύματος σε ανάχωμα
εδάφους.



Εικόνα 3.9: Φυτεμένα
μοσχεύματα στις τελικές
θέσεις στον αγρό.

3.4.2 Πότισμα

Το πότισμα και των δύο φυτών πραγματοποιήθηκε με το σύστημα της κατάκλισης με λάστιχο στο χέρι. Το πότισμα της βιομηχανικής τομάτας διακόπηκε στις 1 Αυγούστου.

3.4.3 Βοτάνισμα

Για την αποφυγή της ανεπιθύμητης βλάστησης πραγματοποιούνταν βοτανίσματα μια φορά κάθε τρεις εβδομάδες.

3.4.4 Συγκομιδή

Βιομηχανική τομάτα

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε σε 3 στάδια. Έγιναν δύο δειγματοληπτικές συγκομιδές στις 10 και 18 Αυγούστου και μια τελευταία (ολική) στις 28 Αυγούστου.

Γλυκοπατάτα

Η ολική συγκομιδή των ριζοκονδύλων της γλυκοπατάτας έγινε στις 22 και 23 Σεπτεμβρίου

3.4.5 Μετακίνηση και αποθήκευση δειγμάτων

Βιομηχανική τομάτα

Μετά από κάθε συγκομιδή τομάτας οι καρποί τοποθετούνταν σε κατάλληλες σακούλες στην κατάψυξη μέχρι να γίνει η ανάλυση των δειγμάτων.

Γλυκοπατάτα

Οι ριζοκόνδυλοι της γλυκοπατάτας αποθηκεύτηκαν για μια εβδομάδα σε σκοτεινό χώρο για μεθώριμανση στους 28° C με 80-90% σχετική υγρασία και ύστερα αποθηκεύτηκαν για ένα μήνα έως ότου πραγματοποιηθούν οι ποιοτικές μετρήσεις των ριζοκονδύλων στους 15° C και σχετική υγρασία 80-90%.

3.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

3.4.1 Αγρονομικά χαρακτηριστικά

Βιομηχανική τομάτα

3.4.1.1 Απόδοση βιομηχανικής τομάτας

Στις 28 Αυγούστου έγινε η τελική συγκομιδή των καρπών. Στις 10 και 18 Αυγούστου έγινε δειγματοληπτική συγκομιδή με 7 έως 10 καρπούς ανά τετράγωνο για τη μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών. Η τελική απόδοση υπολογίστηκε ως το άθροισμα των δειγματοληπτικών συγκομιδών στις 10 και 18 Αυγούστου και αυτής στις 28 Αυγούστου. Στην τελική απόδοση υπολογίστηκαν μόνο οι υγιείς και ώριμες τομάτες.

Γλυκοπατάτα

3.4.1.2 Βάρος στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας

Για τη μέτρηση του νωπού βάρους του υπέργειου τμήματος της γλυκοπατάτας ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας KERN & Sohn GmbH (max = 60 kg, d = 2 g) τα στελέχη μαζί με τα φύλλα τους καθενός από τα έξι φυτά σε κάθε τετράγωνο.

3.4.1.3 Απόδοση γλυκοπατάτες

Η τελική μέτρηση της απόδοσης σε ριζοκονδύλους της γλυκοπατάτας έγινε στις 22 και 23 Σεπτεμβρίου με την εκσκαφή των ριζοκονδύλων και των έξι φυτών γλυκοπατάτας ανά τετράγωνο από το έδαφος και τη ζύγισή τους σε ζυγό ακριβείας KERN & Sohn GmbH (max = 60 kg, d = 2 g).

3.4.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Βιομηχανική τομάτα

Η μέτρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της τομάτας έγινε σε δείγμα που προέκυψαν από την τελευταία συγκομιδή στις και 28 Αυγούστου. Για κάθε δείγμα επιλέχθηκαν 7 με 10 ώριμοι καρποί από κάθε τετράγωνο. Η διατήρηση των δειγμάτων μέχρι τις τελικές μετρήσεις έγινε σε κατάψυξη.

3.4.2.1 Σκληρότητα - Αντοχή στη διάτρηση καρπών βιομηχανικής τομάτας

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για την εκτίμηση της σκληρότητας των φρούτων και λαχανικών . Μια απ' αυτές είναι και η μέθοδος MT των Magness και Taylor (1925) η οποία δημιουργήθηκε αρχικά για την εκτίμηση της ωριμότητας των φρούτων πριν τη συγκομιδή. Αργότερα

χρησιμοποιήθηκε και ως μέθοδος για την εκτίμηση της ωριμότητας και της συντήρησης πολλών οπωροκηπευτικών. (Haller, 1941). Οι Blanpied et al. (1978) συνέταξαν μια τυποποιημένη μέθοδο έτσι ώστε η μετρήσεις MT να πραγματοποιούνται και με κοινά όργανα μέτρησης όπως τα πενετρόμετρα. Στο συγκεκριμένο πείραμα η σκληρότητα των καρπών της τομάτας μετρήθηκε με δοκιμασία διάτρησης σε επιτραπέζιο πενετρόμετρο Chatillon DFIS 10. Η βάση του πενετρόμετρου ήταν Chatillon TMC 201 Το έμβολο που χρησιμοποιήθηκε ήταν διαμέτρου 6,3 mm και η ταχύτητα καθόδου 200 mm/min που μετρά συμπίεση έως και 50 N με ακρίβεια 0,1 N. Σε κάθε καρπό έγινε μέτρηση στην περιοχή του ισημερινού με το έμβολο να διαπερνά έως και λίγα χιλιοστά την επιδερμίδα και τη σάρκα. Η τελική τιμή κάθε μέτρησης εκφράστηκε ως ο μέσος όρος 9 καρπών. Κάθε μέτρηση εκφράστηκε ως η δύναμη (σε kg) που απαιτείται για τη διάτρηση του καρπού.

3.4.2.2 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά καρπών βιομηχανικής τομάτας

Τα σάκχαρα, τα οξέα καθώς και μικρή ποσότητα διαλυτών βιταμινών, φρουκτανών, πρωτεϊνών, χρωστικών, φαινολών και ιχνοστοιχείων χαρακτηρίζονται συχνά ως ολικά διαλυτά στερεά (Tadeo et al., 1987, Chope et al., 2006). Τα ολικά διαλυτά στερεά μπορούν να μετρηθούν με τη χρήση της κλίμακας Brix με τη βοήθεια ενός υδρομέτρου είτε ενός διαθλασίμετρου. Η κλίμακα εκφράζεται σε βαθμούς Brix ($^{\circ}$ Brix) που είναι ισοδύναμη με μια ποσοστιαία έκφραση (%). Οι βαθμοί Brix χρησιμοποιούνται κυρίως για την μέτρηση της περιεκτικότητας διαλυμάτων σε σουκρόζη. (Wardowski et al., 1979, Dongare et al., 2014). Σ' αυτό το πείραμα η μέτρηση των διαλυτών στερεών έγινε με τη βοήθεια ενός διαθλασίμετρου χειρός Schmidt & Hänsch HR32B. Μια σταγόνα χυμού που προέκυπτε από την σύνθλιψη των καρπών με το χέρι τοποθετούνταν στην γυάλινη υποδοχή του οργάνου για να πραγματοποιηθεί η μέτρηση. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου 20 C με ακρίβεια 0,2 Brix. Η τελική τιμή προέκυπτε από τον μέσο όρο 9 καρπών.

3.4.2.3 Ολική οξύτητα καρπών βιομηχανικής τομάτας

Η ολική οξύτητα ενός δείγματος είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό για τον προσδιορισμό της ποιότητας πολλών προϊόντων. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι μέτρησης της ολικής οξύτητας βασίζονται σε τιτλοδότηση του δείγματος με βάση γνωστής συγκέντρωσης και την χρήση ενός έγχρωμου δείκτη για τον προσδιορισμό του τελικού σημείου της αντίδρασης εξουδετέρωσης. (Berezin et al. 1995). Στο συγκεκριμένο πείραμα για την αντίδραση εξουδετέρωσης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα NaOH N/50 (0,8 g NaOH σε 1 l απεσταγμένου νερού) με δείκτη φαινολοφθαλεΐνη 1% (1 g φαινολοφθαλεΐνης σε 100 ml αιθυλικής αλκοόλης 95 %). Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η εξής: οι καρποί πολτοποιήθηκαν με οικιακό πολυκόπτη, έπειτα ζυγίστηκαν με ακρίβεια 10 g πολτού και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο. Ο ογκομετρικός κύλινδρος πληρώθηκε μέχρι τα 200

ml με απεσταγμένο νερό. 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. Στη συνέχεια προστέθηκαν 1-2 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης 1 % (δείκτης) και έγινε η τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH N/50, μέχρι να εμφανιστεί ροδόχρους χροιά με διάρκεια 30 δευτερολέπτων. 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) =

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

όπου:

Κανονικότητα NaOH = 1/50 N

mEq 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

3.4.2.4 Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας καρπών βιομηχανικής τομάτας

Η συγκέντρωση των διαλυτών οξέων, της ολικής οξύτητας και του λόγου τους μεταβάλλονται καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης των φρούτων και ως εκ τούτου χρησιμοποιούνται ως δείκτες για την πορεία ωρίμανσης πολλών γεωργικών προϊόντων (Genizi & Cohen, 1988, Kader, 2008). Ο λόγος των διαλυτών στερεών προς την ολική οξύτητα είναι ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης για μερικά φρούτα και λαχανικά για την πορεία ωριμότητας των καρπών.

Γλυκοπατάτα

3.4.2.5 Συμπύεση καρπών γλυκοπατάτας

Οι μονοαξονικές δοκιμασίες συμπύεσης αποτελούν μια συνηθισμένη μέθοδο για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων τάσης και παραμόρφωσης πολλών τροφίμων (Alvarez & Canet, 1998). Στο συγκεκριμένο πείραμα έγινε η δοκιμή συμπύεσης με το όργανο Instron Universal Testing Machine (Instron Model 1011, Canton, MA, USA). Χρησιμοποιήθηκε έμβολο διαστάσεων 4 cm και γέφυρα 5 kN η οποία κατεβαίνει με ταχύτητα 6 mm/min με μέγιστη

δυνατότητα παραμόρφωσης του δείγματος 15 mm. Για την διεξαγωγή των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν κυλινδρικά δείγματα διαμέτρου \varnothing 2.5 cm τα οποία πάρθηκαν από το κέντρο κάθε γλυκοπατάτας με έναν πυρηνολήπτη και τεμαχίστηκαν με ανοξείδωτο μαχαίρι στα 2 cm. Για κάθε μέτρηση τοποθετούνταν ένα κυλινδρικό δείγμα στην επίπεδη πλάκα του μηχανήματος και πραγματοποιούνταν η δοκιμή της συμπίεση. Για κάθε μέτρηση έγιναν τρεις επαναλήψεις. Μετρήθηκε η μέγιστη δύναμη παραμόρφωσης (kN).

3.4.2.5 Διάτρηση καρπών γλυκοπατάτας

Για τη δοκιμή διάτρησης χρησιμοποιήθηκε το ίδιο όργανο όπως και για την συμπίεση. Η διάσταση του εμβόλου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 4 mm με μια γέφυρα 5 kN και ταχύτητας 6 mm/min και μέγιστη προκαλούμενη παραμόρφωση 6 mm. Για κάθε μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν ολόκληρες γλυκοπατάτες που τοποθετήθηκαν σε σταθερό σημείο πάνω στην κάτω πλάκα του οργάνου και ύστερα ακολουθούσε η κάθοδος του εμβόλου. Για κάθε μέτρηση έγιναν 3 επαναλήψεις. Μετρήθηκε η μέγιστη δύναμη παραμόρφωσης (kN).

3.4.2.6 Άζωτο σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας

Ο προσδιορισμός του αζώτου στα δείγματα γλυκοπατάτας έγινε με τη μέθοδο Kjeldahl (AOAC, 2006). Με τη μέθοδο Kjeldahl πραγματοποιείται υγρή οξείδωση και το άζωτο μετατρέπεται σε NH_4^+ (αμμωνιακό ιόν) με την εν θερμώ κατεργασία του με πυκνό H_2SO_4 και τη δέσμευση από βορικό οξύ κατά την απόσταξη. Στη συνέχεια υπολογίζεται με ογκομέτρηση εξουδετέρωσης. Το κρίσιμο της μεθόδου είναι η οξείδωση του C και του H του δείγματος σε CO_2 και H_2O . Πιο συγκεκριμένα ζυγίζονται 0,2 gr ξηρού φυτικού δείγματος, προσθέτονται 7 ml πυκνού (96%) H_2SO_4 και μια ταμπλέτα καταλύτη Ti (τιτανίου). Το δείγμα αφήνεται να καεί στους 380 °C για 3 ώρες. Το δείγμα μεταφέρεται στη συνέχεια σε ποτήρι 25 ml που περιέχουν δείκτη πράσινο της βρωμοκρεζόλης 0,5 ml (0,165 g πράσινο Βρωμοκρεσόλης και 0,33 g Methilenium red διαλυμένα σε 500 ml αιθυλικής αλκοόλης 96%) και εξουδετερώνεται σε προχοΐδα ακριβείας 0,05 ml με $\text{H}_2\text{SO}_4/14$. Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης αζώτου γίνεται με τον παρακάτω τύπο:

Συγκέντρωση αζώτου (g αζώτου σε 100 g ξηρού δείγματος) = ((Ποσότητα H_2SO_4 που δαπανήθηκε – Τυφλό)*5)/10.

3.4.2.7 Κάλιο σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας

Ο προσδιορισμός του καλίου στους ριζοκονδύλους της γλυκοπατάτας έγινε με τη μέθοδο της ξηρής καύσης με τη χρήση φλογοφωτόμετρου. Πριν τη εισαγωγή των δειγμάτων το φλογοφωτόμετρο ζυγίστηκαν 2 δείγματα 2 g κονιοποιημένου ιστού ριζοκονδύλου γλυκοπατάτας και τοποθετήθηκαν στον κλίβανο στους 500 °C για ξηρή καύση για 24 ώρες. Η τέφρα που δημιουργήθηκε εκχυλίστηκε σε 20 ml διαλύματος οξέος HCl 1N και στη

ακολούθησε δεύτερη εκχύλιση με διηθητικό χαρτί σε πλαστικά μπουκάλια των 50 ml. Για τον υπολογισμό των K^+ έγινε αραίωση των δειγμάτων σε 100 ml νερού.

3.5 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK 74104, USA). Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για τα δεδομένα του πειράματος και οι συγκρίσεις των μέσων όρων για στατιστικά σημαντικές διαφορές πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference). Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές εκτιμήθηκαν σε επίπεδο σημαντικότητας 5 % ($p < 0,05$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΤΟΜΑΤΑ

Στη συγκεκριμένη μελέτη εφαρμόστηκε βιοκυκλικό χουμόχωμα σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας και μελετήθηκε η επίδραση του σε αγρονομικά χαρακτηριστικά (ύψος, αποδόσεις) και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά (συνεκτικότητα – αντοχή στη διάτρηση, ολικά διαλυτά στερεά, ολικά οξέα, λόγος ολικών διαλυτών στερεών προς τα ολικά οξέα) των καρπών.

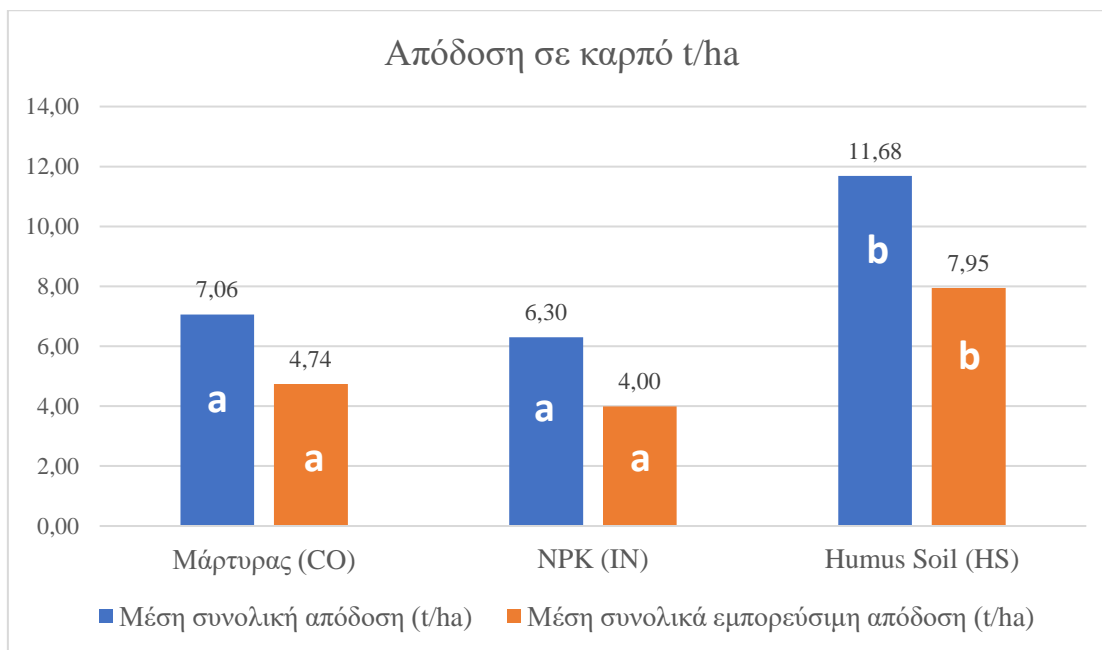
Οι μετρήσεις της τομάτας έγιναν σε τυχαίους καρπούς που συγκομίστηκαν 106 ΗΑΦ. (SS= Sum of Square - άθροισμα τετραγώνων, df=βαθμοί ελευθερίας, MS= Mean Square μέσα τετράγωνα, F=F-Ratio, P=P- value).

4.1.1 Απόδοση σε καρπό

Στον πίνακα 4.1 και το διάγραμμα 4.1 παρουσιάζεται η επίδραση του χουμοχώματος στην τελική συνολική και εμπορεύσιμη απόδοση σε καρπό ύστερα από συγκομιδή στις 106 ημέρες από την φύτευση (ΗΑΦ) και στον πίνακα 4.2 απεικονίζεται η ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA).

Πίνακας4.1: Μέση συνολική και εμπορεύσιμη απόδοση σε καρπό τομάτας στις 106 ΗΑΦ (t/ha).

Επέμβαση	Μέση συνολική απόδοση (t/ha)	Μέση συνολικά εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)
Μάρτυρας (CO)	7,06 a	4,74 a
NPK (IN)	6,30 a	4,00 a
Humus Soil (HS)	11,68 b	7,95 b



Διάγραμμα 4.1: Μέση συνολική και εμπορεύσιμη απόδοση σε καρπό τομάτας στις 106 ΗΜΦ (t/ha).

Πίνακας 4.2 Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της απόδοσης σε καρπό στις 106 ΗΑΦ σε t/ha.

	SS	df	MS	F	p
Μέση συνολικά εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)	24,33511	2	12,16756	3,473374	0,099534
Σφάλμα	21,01856	6	3,503094		
Μέση συνολική απόδοση (t/ha)	26,40366	2	13,20183	3,432148	0,10146
Σφάλμα	23,07913	6	3,846521		

Όπως φαίνεται και από την ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) η απόδοση σε καρπό (συνολική και εμπορεύσιμη) είναι αρκετά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη απόδοση με ανόργανο λίπασμα και από αυτή του μάρτυρα. Αυτή η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($F=3.47$ και $p=0.09$ για τη μέση συνολική εμπορεύσιμη απόδοση, $F=3.43$ και $p=0.1$). Έτσι η συνολική απόδοση σε καρπό διαμορφώνεται σε 11,68 t/ha για την επέμβαση με χουμόχωμα και σε 6,3 και 7,06 t/ha για την επέμβαση με ανόργανο λίπασμα και τον μάρτυρα αντίστοιχα. Για τη συνολική εμπορεύσιμη απόδοση τα νούμερα διαμορφώνονται σε 7,95 t/ha για το χουμόχωμα και σε 4 και 4,75 t/ha για το ανόργανο λίπασμα και τον μάρτυρα αντίστοιχα. Η συνολική απόδοση ήταν κατά 46% μεγαλύτερη για το χουμόχωμα απ' ότι για το ανόργανο λίπασμα ενώ η συνολική εμπορεύσιμη κατά 50% μεγαλύτερη. Στον πίνακα 4.3 φαίνεται η σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD.

Πίνακας 4.3 Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της μέσης συνολικής και εμπορεύσιμης απόδοσης σε καρπό τομάτας 106 ΗΑΦ.

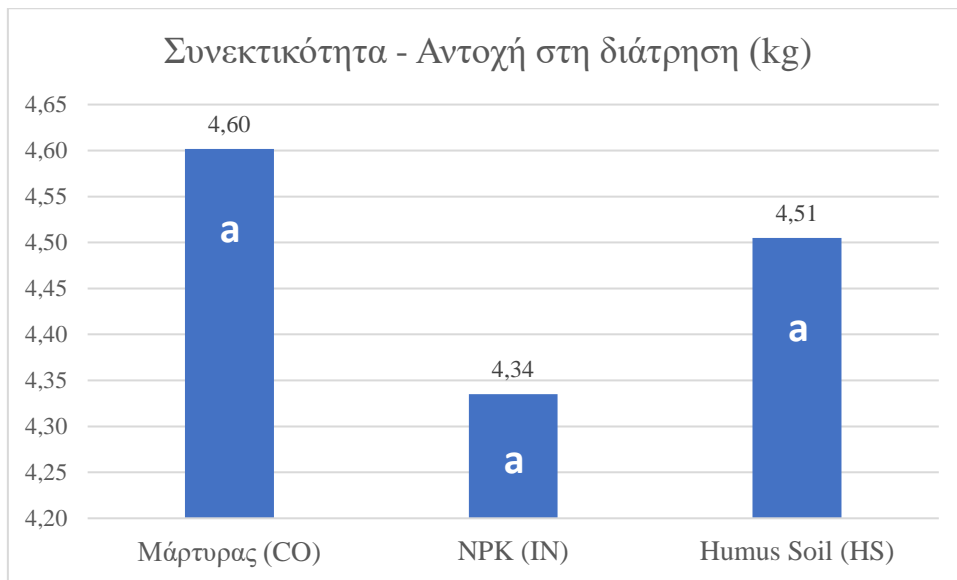
Μέση συνολικά εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)	[1] M=4,5540	[2] M=3,8360	[3] M=7,6273
Μάρτυρας (CO) [1]		0,655064	0,091018
NPK (IN) [2]	0,655064		0,047746
Humus Soil (HS) [3]	0,091018	0,047746	
Μέση συνολική απόδοση (t/ha)	[1] M=5,0853	[2] M=4,5347	[3] M=8,4120
Μάρτυρας (CO) [1]		0,742671	0,083033
NPK (IN) [2]	0,742671		0,051773
Humus Soil (HS) [3]	0,083033	0,051773	

4.1.2 Συνεκτικότητα – Αντοχή στη διάτρηση

Στον πίνακα 4.4 και το διάγραμμα 4.2 φαίνεται η αντοχή των καρπών στη διάτρηση όπου παρουσιάστηκε η υψηλότερη τιμή στον μάρτυρα με 4,6 kg στη συνέχεια 4,51 kg για το χουμόχωμα και 4,34 kg για την ανόργανη λίπανση. Από την ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) (πίνακας 4.5), και τη σύγκριση μέσω (πίνακας 4.6) όμως δεν μπορούν να θεωρηθούν αυτές οι διαφορές ως στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 4.4: Συνεκτικότητα και αντοχή στη διάτρηση των καρπών τομάτας σε kg.

Επέμβαση	Συνεκτικότητα - Αντοχή στη διάτρηση (kg)
Μάρτυρας (CO)	4,60 a
NPK (IN)	4,34 a
Humus Soil (HS)	4,51 a



Διάγραμμα 4.2: Συνεκτικότητα και αντοχή στη διάτρηση των καρπών τομάτας σε kg.

Πίνακας 4.5.: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της συνεκτικότητας και αντοχής στη διάτρηση σε καρπό τομάτας σε kg.

	SS	df	MS	F	p
Συνεκτικότητα - Αντοχή στη διάτρηση (kg)	0,109356	2	0,054678	21,34924	0,00187
Σφάλμα	0,015367	6	0,002561		

Πίνακας 4.6: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της συνεκτικότητας και της αντοχής σε καρπό τομάτας σε kg.

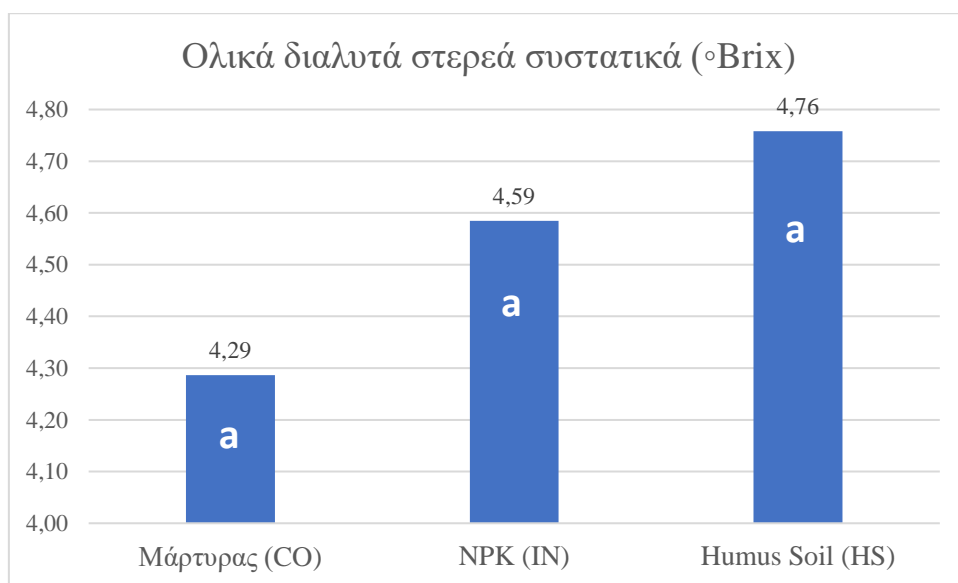
	[1] M=4,6017	[2] M=4,3350	[3] M=4,5050
Μάρτυρας (CO) [1]		0,000656	0,05789
NPK (IN) [2]	0,000656		0,006257
Humus Soil (HS) [3]	0,05789	0,006257	

4.1.3 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°Brix)

Παρατηρείται ότι τα ολικά διαλυτά στερεά (πίνακας 4.7, διάγραμμα 4.3, πίνακας 4.8) είναι υψηλότερα κατά 10% στην επέμβαση από το χουμόχωμα απ' ότι ο μάρτυρας και κατά 4% μεγαλύτερη από την επέμβαση με ανόργανο λίπασμα. Έτσι τα ολικά διαλυτά στερεά ήταν 4,76 °Brix για το χουμόχωμα, 4,59 για την ανόργανη λίπανση και 4,29 για τον μάρτυρα. Παρόλα αυτά από την ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) (πίνακας 4.8) δεν προέκυψε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά στα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά

Πίνακας 4.7: Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά στους καρπούς τομάτας σε °Brix.

Επέμβαση	Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°Brix)
Μάρτυρας (CO)	4,29 a
NPK (IN)	4,59 a
Humus Soil (HS)	4,76 a



Διάγραμμα 4.3. Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά στους καρπούς τομάτας σε °Brix.

Πίνακας 4.8: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) στα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά στους καρπούς τομάτας σε °Brix.

	SS	df	MS	F	p
Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°Brix)	0,341517	2	0,170758	19,69026	0,002311
Σφάλμα	0,052033	6	0,008672		

Πίνακας 4.9: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών στους καρπούς τομάτας.

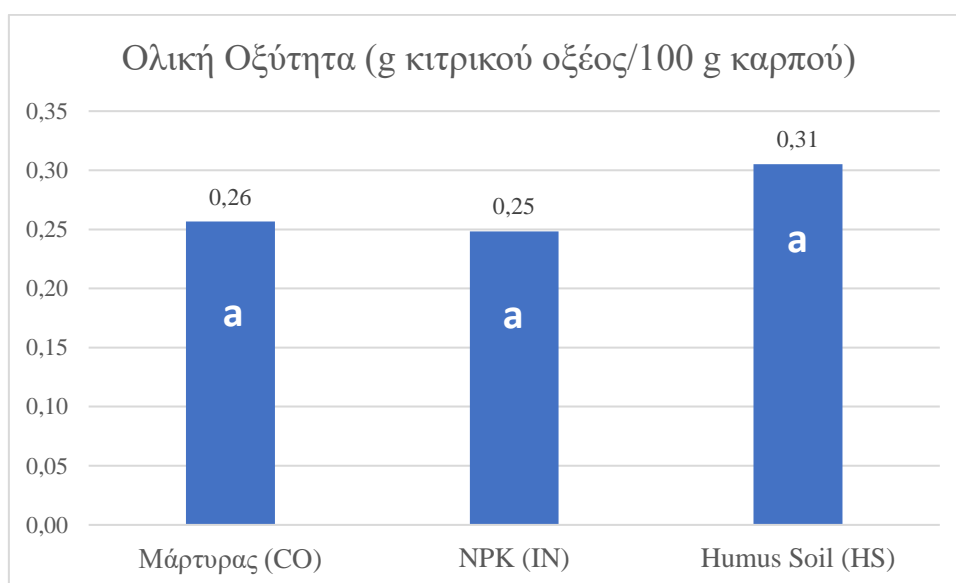
	[1] M=4,2867	[2] M=4,5850	[3] M=4,7583
Μάρτυρας (CO) [1]		0,00777	0,000809
NPK (IN) [2]	0,00777		0,062832
Humus Soil (HS) [3]	0,000809	0,062832	

4.1.4 Ολική Οξύτητα

Ως προς την ολική οξύτητα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όπως προκύπτει από την ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) (πίνακας 4.11) με την υψηλότερη τιμή όμως να καταγράφεται στους καρπούς με την επέμβαση του χουμοχώματος με 0,31 g κιτρικού οξέος/ 100 g καρπού και την χαμηλότερη στην επέμβαση με ανόργανο λίπασμα στα 0,25 g κιτρικού οξέος/ 100 g καρπού (πίνακας 4.10, διάγραμμα 4.4).

Πίνακας 4.10: Ολική οξύτητα καρπών τομάτας (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού).

Επέμβαση	Ολική Οξύτητα (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού)
Μάρτυρας (CO)	0,26 a
NPK (IN)	0,25 a
Humus Soil (HS)	0,31 a



Διάγραμμα 4.4: Ολική οξύτητα καρπών τομάτας (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού).

Πίνακας 4.11: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της ολικής οξύτητας καρπών τομάτας (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού).

	SS	df	MS	F	p
Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°Brix)	0,005617	2	0,002808	34,86207	0,000497
Σφάλμα	0,000483	6	0,000081		

Πίνακας 4.12: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της ολικής οξύτητας καρπών τομάτας (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού).

	[1] M=0,25667	[2] M=0,24833	[3] M=0,30500
Μάρτυρας (CO) [1]		0,298842	0,000584
NPK (IN) [2]	0,298842		0,000246
Humus Soil (HS) [3]	0,000584	0,000246	

4.1.5 Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας

Ο λόγος των ολικών διαλυτών στερεών προς την ολική οξύτητα ήταν μεγαλύτερος για το χουμόχωμα με 0,22 έναντι 0,17 που ήταν για την ανόργανη λίπανση χωρίς όμως να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές (πίνακας 4.13, 4.14, 4.15).

Πίνακας 4.13: Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας.

Επέμβαση	Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας
Μάρτυρας (CO)	0,20 a
NPK (IN)	0,17 a
Humus Soil (HS)	0,22 a

Πίνακας 4.14: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του λόγου των ολικών διαλυτών στερεών και της ολικής οξύτητας.

	SS	df	MS	F	p
Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας	0,004572	2	0,002286	30,48148	0,000719
Σφάλμα	0,00045	6	0,000075		

Πίνακας 4.15: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) του λόγου των ολικών διαλυτών στερεών και της ολικής οξύτητας.

	[1] M=0,19833	[2] M=0,16667	[3] M=0,22167
Μάρτυρας (CO) [1]		0,0042	0,016411
NPK (IN) [2]	0,0042		0,000238
Humus Soil (HS) [3]	0,016411	0,000238	

Στις εικόνες 4.1 – 4.2 φαίνεται η πορεία ανάπτυξης της βιομηχανικής τομάτας στο πειραματικό τεμάχιο.



Εικόνα 4.1: Πειραματικό βιομηχανικής τομάτας 10 ΗΑΦ.



Εικόνα 4.2: Πειραματικό βιομηχανικής τομάτας 20 ΗΜΦ.



Εικόνα 4.3: Πειραματικό βιομηχανικής τομάτας 42 ΗΑΦ.



Εικόνα 4.4: Πειραματικό βιομηχανικής τομάτας 82 ΗΑΦ.

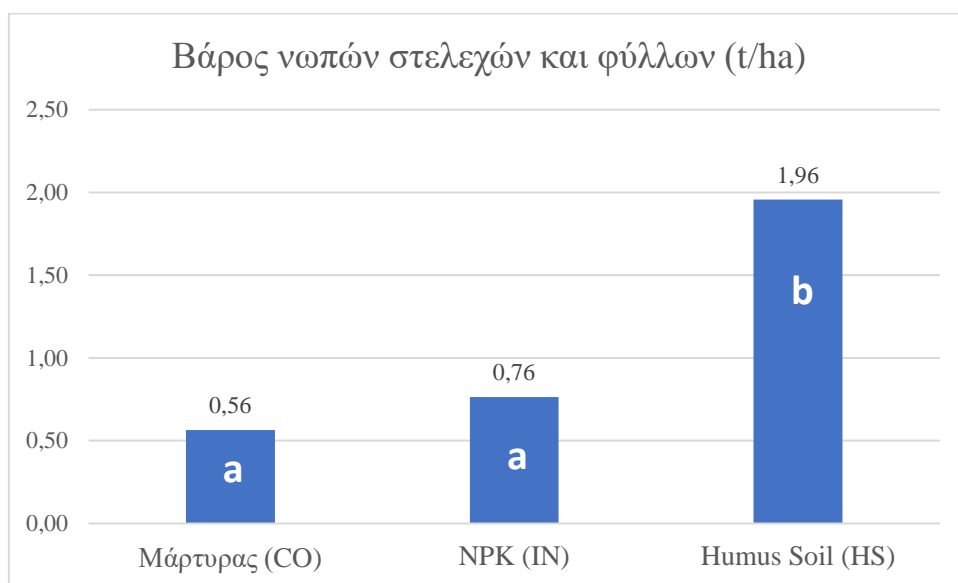
4.2 ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑ

4.2.1 Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας

Στον πίνακα 4.16 και το διάγραμμα 4.5 απεικονίζεται το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών γλυκοπατάτας που αποτελείται από στελέχη και φύλλα. Η αναγωγή έχει γίνει σε τόνους νωπού βάρους ανά εκτάριο. Παρατηρείται μια παραπάνω παραγωγή κατά 61% νωπού βάρους στα φυτά που δέχτηκαν μεταχείριση με χουμόχωμα έναντι των φυτών με ανόργανη λίπανση και η διαφορά αυτή είναι και στατιστικά σημαντική ($F=7,67$ και $p=0.02$) (πίνακας 4.17, 4.18).

Πίνακας 4.16: Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας (t/ha).

Επέμβαση	Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων (t/ha)
Μάρτυρας (CO)	0,56 a
NPK (IN)	0,76 a
Humus Soil (HS)	1,96 b



Διάγραμμα 4.5: Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας (t/ha).

Πίνακας 4.17: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του βάρους νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας (t/ha).

	SS	df	MS	F	p
Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων (t/ha)	3,40638	2	1,70319	7,667876	0,02224
Σφάλμα	1,332721	6	0,22212		

Πίνακας 4.18: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) του βάρους νωπών στελεχών και φύλλων φυτών γλυκοπατάτας (t/ha).

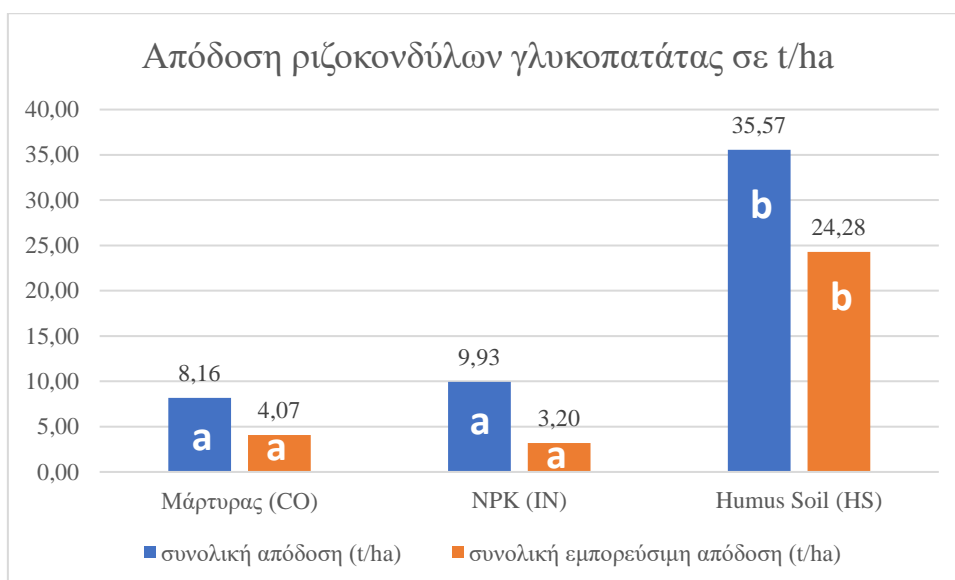
	[1] M=0,56389	[2] M=0,76389	[3] M=1,9574
Μάρτυρας (CO) [1]		0,621858	0,01108
NPK (IN) [2]	0,621858		0,021074
Humus Soil (HS) [3]	0,01108	0,021074	

4.2.2 Απόδοση

Στον πίνακα 4.19 και το διάγραμμα 4.6 φαίνονται οι συνολικές τελικές αποδόσεις σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας αλλά και οι συνολικά εμπορεύσιμες αποδόσεις σε τόνους ανά εκτάριο. Η παραγωγή από το χουμόχωμα ήταν κατά 72% περισσότερη απ' ό τι η παραγωγή με ανόργανη λίπανση και διαμορφώθηκε στους 35,57 t/ha και 9,93 t/ha αντιστοίχως. Στην συνολικά εμπορεύσιμη παραγωγή η απόδοση ήταν 24,28 t/ha για το χουμόχωμα και 3,2 t/ha για την ανόργανη λίπανση. Η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική ($F=60,79364$ και $p=0,000104$ για τη συνολική απόδοση) (πίνακας 4.20, 4.21).

Πίνακας 4.19: Συνολική απόδοση και συνολική εμπορεύσιμη απόδοση σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας σε t/ha.

Επέμβαση	συνολική απόδοση (t/ha)	συνολική εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)
Μάρτυρας (CO)	8,16 a	4,07 a
NPK (IN)	9,93 a	3,20 a
Humus Soil (HS)	35,57 b	24,28 b



Διάγραμμα 4.6: Συνολική απόδοση και συνολική εμπορεύσιμη απόδοση σε ριζοκονδύλους γλυκοπατάτας σε t/ha.

Πίνακας 4.20: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) συνολικής και εμπορεύσιμης απόδοσης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας.

	SS	df	MS	F	p
Συνολική απόδοση (t/ha)	1412,167	2	706,0835	60,79364	0,000104
Σφάλμα	69,68658	6	11,61443		
Συνολική εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)	853,6754	2	426,8377	37,63887	0,000402
Σφάλμα	68,04206	6	11,34034		

Πίνακας 4.21: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της συνολικής και εμπορεύσιμης απόδοσης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας.

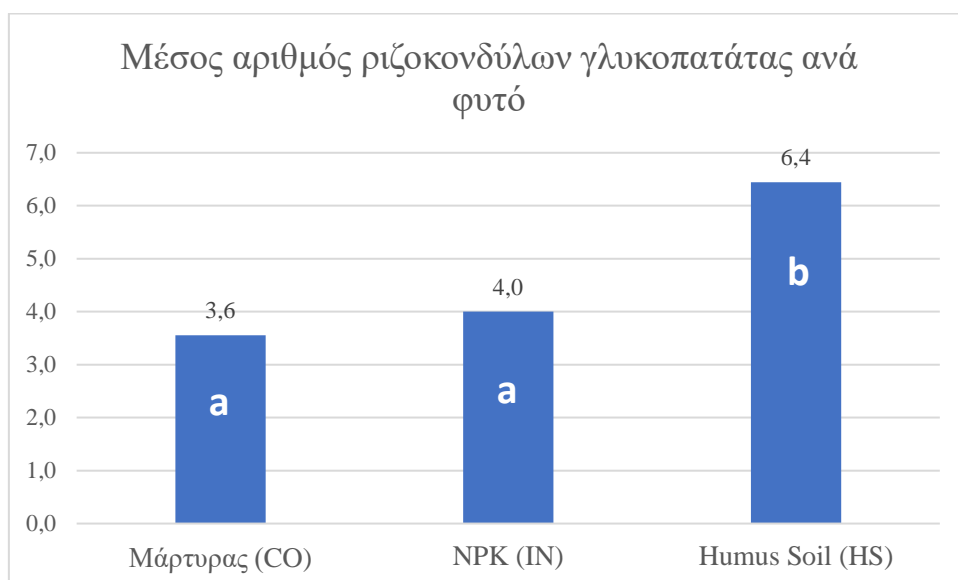
Συνολική απόδοση (t/ha)	[1] M=8,1593	[2] M=9,9333	[3] M=35,574
Μάρτυρας (CO) [1]		0,547306	0,000063
NPK (IN) [2]	0,547306		0,000092
Humus Soil (HS) [3]	0,000063	0,000092	
Συνολική εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)	[1] M=4,0667	[2] M=3,1963	[3] M=24,278
Μάρτυρας (CO) [1]		0,762312	0,000324
NPK (IN) [2]	0,762312		0,000257
Humus Soil (HS) [3]	0,000324	0,000257	

4.2.3 Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό

Ο μέσος αριθμός ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας ανά φυτό είναι 6,4 για το χουμόχωμα, 4 για την ανόργανη λίπανση και 3,6 για τον μάρτυρα (πίνακας 4.22, διάγραμμα 4.7). Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($F=9,046154$ και $p=0,015446$) (πίνακας 4.23, 4.24).

Πίνακας 4.22: Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό.

Επέμβαση	μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό
Μάρτυρας (CO)	3,6 a
NPK (IN)	4,0 a
Humus Soil (HS)	6,4 b



Διάγραμμα 4.7: Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό.

Πίνακας 4.23: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) του μέσου αριθμού ριζοκονδύλων ανά φυτό.

	SS	df	MS	F	p
Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό	14,51852	2	7,259259	9,046154	0,015446
Σφάλμα	4,814815	6	0,802469		

Πίνακας 4.24: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) μέσου αριθμού ριζοκονδύλων ανά φυτό.

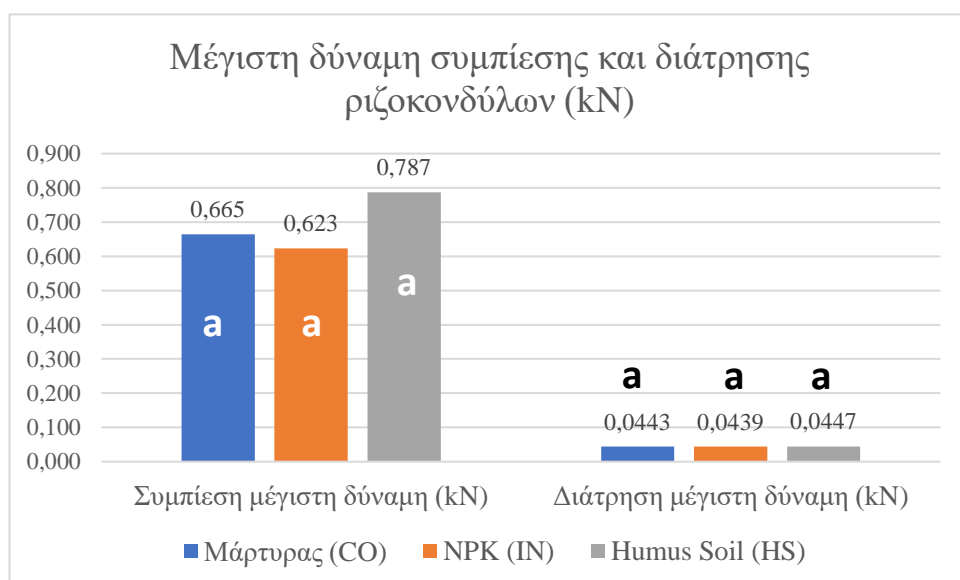
	[1] M=3,5556	[2] M=4,0000	[3] M=6,4444
Μάρτυρας (CO) [1]		0,565697	0,00754
NPK (IN) [2]	0,565697		0,015572
Humus Soil (HS) [3]	0,00754	0,015572	

4.2.4 Συμπύεση και διάτρηση

Για την μέγιστη δύναμη συμπύεσης και διάτρησης παρατηρείται μια μικρή υπεροχή στους ριζοκονδύλους της επέμβασης με χουμόχωμα με 0,787 kN για την συμπύεση και 0,0447 kN για τη διάτρηση (πίνακας 4.25, διάγραμμα 4.8) Οι διαφορές δεν θεωρούνται στατιστικά σημαντικές (πίνακας 4.26, 4.27).

Πίνακας 4.25: Μέγιστη δύναμη συμπύεσης και διάτρησης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε kN.

Επέμβαση	Συμπύεση μέγιστη δύναμη (kN)	Διάτρηση μέγιστη δύναμη (kN)
Μάρτυρας (CO)	0,665 a	0,0443 a
NPK (IN)	0,623 a	0,0439 a
Humus Soil (HS)	0,787 a	0,0447 a



Διάγραμμα 4.8: Μέγιστη δύναμη συμπύεσης και διάτρησης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε kN.

Πίνακας 4.26 Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) της μέγιστης δύναμης συμπίεσης και διάτρησης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας.

	SS	df	MS	F	p
Συμπίεση μέγιστη δύναμη (kN)	0,043739	2	0,021869	3,250404	0,110571
Σφάλμα	0,040369	6	0,006728		
	SS	df	MS	F	p
Διάτρηση μέγιστη δύναμη (kN)	0,000001	2	0	0,035789	0,965048
Σφάλμα	0,000081	6	0,000013		

Πίνακας 4.27: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της μέγιστης δύναμης συμπίεσης και διάτρησης ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας.

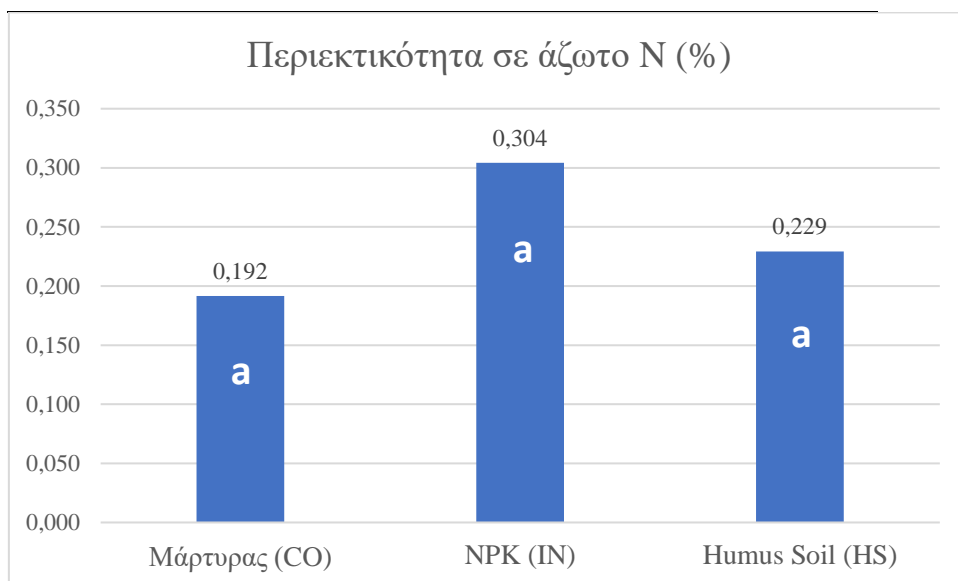
Συμπίεση μέγιστη δύναμη (kN)	[1] M=0,66456	[2] M=0,62278	[3] M=0,78706
Μάρτυρας (CO) [1]		0,555721	0,117138
NPK (IN) [2]	0,555721		0,049597
Humus Soil (HS) [3]	0,117138	0,049597	
Διάτρηση μέγιστη δύναμη (kN)	[1] M=0,04430	[2] M=0,04388	[3] M=0,04468
Μάρτυρας (CO) [1]		0,892387	0,903641
NPK (IN) [2]	0,892387		0,798113
Humus Soil (HS) [3]	0,903641	0,798113	

4.2.5 Άζωτο και Κάλιο

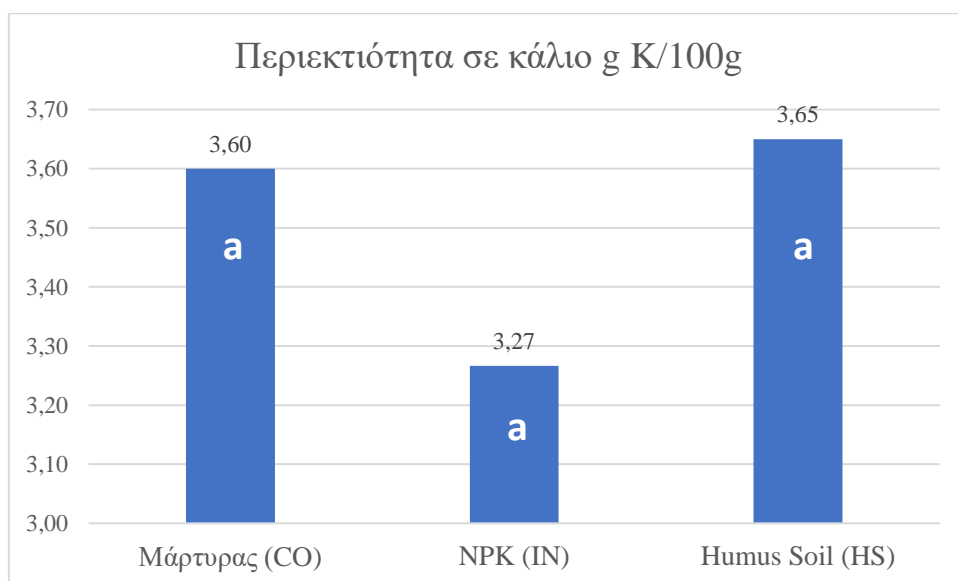
Η περιεκτικότητα σε άζωτο ήταν υψηλότερη στους ριζοκονδύλους της ανόργανης επέμβασης με 0,304% ενώ για το χουμόχωμα ήταν 0,229%. Η περιεκτικότητα σε Κάλιο ήταν υψηλότερη στους ριζοκονδύλους με χουμόχωμα με 3,65% και αμέσως μετά ακολούθησε ο μάρτυρας με 3,27% (πίνακας 4.28, διάγραμμα 4.9, 4.10) Οι διαφορές τόσο στο άζωτο όσο και στο κάλιο δεν μπορούν να θεωρηθούν στατιστικά σημαντικές (πίνακας 4.29, 4.30).

Πίνακας 4.28: Περιεκτικότητα ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε άζωτο (%) και κάλιο (gK/100g).

Επέμβαση	Περιεκτικότητα σε άζωτο N (%)	Περιεκτικότητα σε κάλιο g K/100g
Μάρτυρας (CO)	0,192 a	3,60 a
NPK (IN)	0,304 a	3,27 a
Humus Soil (HS)	0,229 a	3,65 a



Διάγραμμα 4.9: Περιεκτικότητα ριζοκονδύλων σε άζωτο N (%).



Διάγραμμα 4.10: Περιεκτικότητα ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε κάλιο (g K/100g).

Πίνακας .4.29: Ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) για την περιεκτικότητα των ριζοκονδύλων σε N (%) και σε g K/100g.

	SS	df	MS	F	p
Περιεκτικότητα σε άζωτο N (%)	0,019688	2	0,009844	2,907692	0,130951
Σφάλμα	0,020313	6	0,003385		
	SS	df	MS	F	p
Περιεκτικότητα σε κάλιο g K/100g	0,260556	2	0,130278	0,862132	0,468686
Σφάλμα	0,906667	6	0,151111		

Πίνακας 4.30: Σύγκριση μέσων με τη μέθοδο LSD (Least Significant Difference) της περιεκτικότητας των ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας σε Άζωτο και Κάλιο.

Περιεκτικότητα σε άζωτο N (%)	[1] M=0,19167	[2] M=0,30417	[3] M=0,22917
Μάρτυρας (CO) [1]		0,055668	0,459952
NPK (IN) [2]	0,055668		0,165482
Humus Soil (HS) [3]	0,459952	0,165482	
Περιεκτικότητα σε κάλιο g K/100g	[1] M=3,6000	[2] M=3,2667	[3] M=3,6500
Μάρτυρας (CO) [1]		0,334069	0,879994
NPK (IN) [2]	0,334069		0,272588
Humus Soil (HS) [3]	0,879994	0,272588	

Στις εικόνες 4.5 -4.9 φαίνεται το υπέργειο και υπόγειο τμήμα φυτών γλυκοπατάτας την ημέρα της συγκομιδής.



Εικόνα 4.5: Φυτό γλυκοπατάτας που αναπτύσσεται σε έδαφος με ανόργανη λίπανση.



Εικόνα 4.6: Φυτό γλυκοπατάτας που αναπτύσσεται σε χουμόχωμα.



Εικόνα 4.7: ριζοκόνδυλοι γλυκοπατάτας κατά την συγκομιδή που αναπτύχθηκαν σε χουμόχωμα.



Εικόνα 4.8: Ριζοκόνδυλοι γλυκοπατάτας που αναπτύχθηκαν στο χώμα με ανόργανη λίπανση.



Εικόνα 4.9: Φυτό γλυκοπατάτας που αναπτύχθηκε σε χουμόχωμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 ΤΟΜΑΤΑ

Στη βιομηχανική τομάτα παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις τελικές συνολικές και εμπορεύσιμες αποδόσεις μεταξύ των επεμβάσεων λίπανσης με μια υπεροχή έως και 50% για τις εμπορεύσιμες αποδόσεις των φυτών που αναπτύχθηκαν στο χουμόχωμα. Η μεγάλη αυτή διαφορά μπορεί να ερμηνευτεί κυρίως από δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι ότι το χουμόχωμα προσφέρει ένα πολύ φιλικό περιβάλλον ανάπτυξης του φυτού και του ριζικού συστήματος προσφέροντάς του όλα τα θρεπτικά στοιχεία που απαιτεί η καλλιέργεια σε κάθε στάδιο ανάπτυξης. Έτσι, επιτεύχθηκε εξ' αρχής μια πολύ καλή πρώτη ανάπτυξη. Ακόμα και με μακροσκοπική παρατήρηση, η ανάπτυξη των φυτών που αναπτύχθηκαν σε χουμόχωμα είχαν μια πιο εύρωστη και δυναμική ανάπτυξη από τις πρώτες κιόλας ημέρες. Πέρα όμως από την περίσσεια θρεπτικών που προσφέρει ένα υπόστρωμα ανάπτυξης όπως το χουμόχωμα πρέπει να σημειωθεί ότι με τη δομή του χουμοχώματος επιτρέπεται καλός αερισμός του ριζικού συστήματος χωρίς να υπάρχουν αναστολές στην ανάπτυξη από την παρουσία ενός συμπαγούς εδάφους. Κατ' επέκταση, η υδατοχωρητικότητα του χουμοχώματος είναι μεγαλύτερη από αυτή του εδάφους συμβάλλοντας στην πιο ισόρροπη παροχή νερού στα φυτά. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι δεν ακολουθήθηκε το πιο ιδανικό πρόγραμμα άρδευσης της καλλιέργειας η οποία γινόταν με κατάκλυση και όχι με στάγδην άρδευση που ενδείκνυται σε ένα μεσογειακό περιβάλλον. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την απώλεια μεγάλων ποσοτήτων νερού μέσω της επιφανειακής απορροής. Το στρεσάρισμα που υπέστη η καλλιέργεια από την μη ομοιόμορφη άρδευση είχε και ως αποτέλεσμα την απώλεια σημαντικής ποσότητας καρπών από την ξηρή σήψη κορυφής (Saure, 2014).

Η διαχείριση της άρδευσης έχει μεγάλη επίδραση στην τελική απόδοση της καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας όπως φαίνεται και στο πείραμα των Lovelli et al. (2016) όπου οι αποδόσεις μπορούν να διπλασιάζονται όταν ακολουθηθούν οι συνθήκες άρδευσης κοντά στο 100% της υδατοχωρητικότητας του εδάφους έναντι του ξηρικού μάρτυρα. Στην ίδια έρευνα φαίνεται πως η άρδευση επηρεάζει και την περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά διαλυτά στερεά με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις στην μέγιστη και ελάχιστη άρδευση ενώ χαμηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν σε ενδιάμεσα επίπεδα άρδευσης (50% και 75%). Η θετική επίδραση της άρδευσης στην τελική απόδοση φαίνεται και στους Pék et al. (2014) όπου όμως παρατηρήθηκε και μια μείωση των ολικών διαλυτών στερεών και μια αύξηση της σκληρότητας των καρπών. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Favati et al. (2009).

Θετική επίδραση στην ανάπτυξη και τις τελικές αποδόσεις έδειξε να υπάρχει με τη συχνή εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης μέσω του νερού άρδευσης (Farneselli et al., 2015). Μια άλλη έρευνα έδειξε να μεγιστοποιούνται οι τελικές αποδόσεις σε μια δόση 271 kg N ανά εκτάριο (Zhang et al., 2010). Ενώ οι Elia et al. (2007) έδειξαν μια μεγιστοποίηση της απόδοσης στα 200 kg N ανά εκτάριο.

Η εφαρμογή βιοξυλάνθρακα (Biochar) έδειξε μια θετική επίδραση στην αρχική ανάπτυξη χωρίς όμως να επιφέρει κάποια διαφορά στις τελικές αποδόσεις (Maienza et al., 2014). Θετική επίδραση στις τελικές αποδόσεις έδειξε και η χορήγηση χουμικών οξέων που προέρχονταν από το πέτρωμα λεοναρδίτη, οργανική ουσία και οξείδια του καλίου μέσω του νερού άρδευσης όπου επιτεύχθηκε μέγιστη αποτελεσματικότητα με δόσεις 80 και 120 λίτρων ανά εκτάριο (Asri et al., 2015).

Οι Ronga et al., 2017 παρατήρησαν μια μείωση της παραγόμενης βιομάζας από καλλιέργεια βιολογικής βιομηχανικής τομάτας σε σύγκριση με συμβατική καλλιέργεια. Από μια μελέτη για την αποτελεσματικότητα της αζωτούχου λίπανσης σε βιολογικό σύστημα παραγωγής βιομηχανικής τομάτας παρατηρήθηκε μια θετική επίδραση στις τελικές αποδόσεις με την εφαρμογή αλεύρου από πούπουλα (Bustamante et al., 2015).

Παρόμοιες τελικές αποδόσεις βρέθηκαν και σε πείραμα σύγκρισης βιολογικών λιπασμάτων και συμβατικού σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας (Rinaldi et al., 2014; Boček et al., 2008; Rinaldi et al., 2007). Διαφορές στις αποδόσεις δεν φάνηκαν μετά από εφαρμογή ενεργών μικροοργανισμών σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας (Ratajkiewicz et al. 2017).

Η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο για την βιομηχανία επεξεργασίας τομάτας και ακόμα και μια μικρή αύξηση μπορεί να μειώσει το κόστος επεξεργασίας (Hewitt et al., 1982). Στο συγκεκριμένο πείραμα δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ολικά διαλυτά στερεά μεταξύ των επεμβάσεων παρόλα αυτά υπήρξε μια μικρή υπεροχή για τους καρπούς που αναπτύχθηκαν στο χουμόχωμα. Καμία διαφορά στα ολικά διαλυτά στερεά λόγω εφαρμογής οργανικών λιπασμάτων σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας βρέθηκε και από τους Boček et al. (2008) όπως και από τους Asri et al. (2015) μετά από εφαρμογή χουμικών οξέων. Τα ολικά διαλυτά στερεά είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε καρπούς βιολογικής παραγωγής απ' ό,τι της σε καρπούς συμβατικής παραγωγής (Pieper & Barrett, 2009).

Η ολική οξύτητα δεν έχει πολύ μεγάλη σημασία για τη γεύση της τομάτας αλλά είναι ένα σημαντικό κριτήριο για τη συντήρηση των κονσερβοποιημένων προϊόντων. Στο παρόν πείραμα υπήρξε μια αυξημένη ολική οξύτητα των καρπών που αναπτύχθηκαν στο χουμόχωμα χωρίς

όμως αυτή η διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική. Θετική συσχέτιση στην ολική οξύτητα είχε η εφαρμογή χουμικών οξέων σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας με την υψηλότερη τιμή στα 0,37 g/100 ml σε μια δόση 160 λίτρων χουμικών οξέων ανά εκτάριο (Asri et al., 2015). Παρατηρήθηκε μια αυξημένη συγκέντρωση κατά 10% της γλυκόζης και της φρουκτόζης σε καρπούς βιολογικής βιομηχανικής τομάτας και ταυτόχρονα ο λόγος κιτρικού οξέος και γλυταμινικού οξέος (σε ισοδύναμα σουκρόζης SEq) ήταν κατά 46% μεγαλύτερος για το βιολογικό σύστημα παραγωγής σε σύγκριση με το συμβατικό (Leiva-Brondo et al., 2015)

Από οπτικές παρατηρήσεις η ανάπτυξη των φυτών που αναπτύχθηκαν στο χουμόχωμα είχαν μια πιο εύρωστη εικόνα ήδη από τις πρώτες ημέρες φύτευσης. Αυτή η εικόνα συνεχίστηκε καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής πορείας που αντικατοπτρίζονται και στην πορεία της άνθισης και ωρίμανσης των καρπών κάτι που έρχεται σε αντίθεση με το πείραμα των Pieper και Barrett, (2009) όπου η ανάπτυξη των φυτών της βιολογικής καλλιέργειας έδειξαν μια καθυστέρηση σε σχέση με αυτά της συμβατικής όπως καθυστέρηση υπήρξε και στην πορεία ωρίμανση των καρπών.

Στον πίνακα 5.1 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις (r) των μεταβλητών ποιότητας και απόδοσης της βιομηχανικής τομάτας. Σε επίπεδο σημαντικότητας 5% δεν παρατηρούνται σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 5.1 Συσχετίσεις (r) των μεταβλητών ποιότητας και απόδοσης για την βιομηχανική τομάτα επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$

	Συνολική απόδοση σε καρπό (t/ha)	Συνολική εμπορεύσιμη απόδοση	Συνεκτικότητα - Αντοχή στη διάτρηση	Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°Brix)	Ολική Οξύτητα (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού)	Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας
Συνολική απόδοση (t/ha)	1					
	p= ---					
Συνολική εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)	0,9992	1				
	p=0,001	p= ---				
Συνεκτικότητα - Αντοχή στη διάτρηση	0,2633	0,2911	1			
	p=0,494	p=0,447	p= ---			
Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°Brix)	0,4875	0,4633	-0,4962	1		
	p=0,183	p=0,209	p=0,174	p= ---		
Ολική Οξύτητα (g κιτρικού οξέος/100 g καρπού)	0,6609	0,6611	0,3009	0,6189	1	
	p=0,053	p=,0053	p=0,431	p=0,076	p= ---	
Λόγος ολικών διαλυτών στερεών και ολικής οξύτητας	0,5643	0,583	0,6122	0,2634	0,8175	1
	p=0,113	p=0,099	p=0,080	p=0,494	p=0,007	p= ---

5.2 ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑ

Στην γλυκοπατάτα επιτεύχθηκαν πολύ μεγάλες διαφορές στις τελικές αποδόσεις, τον αριθμό ριζοκονδύλων ανά φυτό και στο βάρος των στελεχών και φύλλων της γλυκοπατάτας για τα φυτά που αναπτύχθηκαν στο χουμόχωμα. Φαίνεται πως η δομή του χουμοχώματος παρείχε πολύ ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη του φυτού και τον σχηματισμό ριζοκονδύλων. Δυστυχώς το άργιλο-πηλώδες έδαφος του πειραματικού αγρού δεν αποδείχθηκε κατάλληλο για την καλλιέργεια γλυκοπατάτας καθώς είναι αρκετά συμπαγές για την ανάπτυξη του φυτού το οποίο χρειάζεται ένα καλά αεριζόμενο άργιλο-αμμώδες έδαφος. Ένας άλλος παράγοντας μπορεί να ήταν και το ελαφρά αλκαλικό έδαφος του πειραματικού αγρού το οποίο δεν ευνόησε την σωστή θρέψη των φυτών. Η ανάπτυξη του φυτού και των ριζοκονδύλων υστέρησε πολύ στις επεμβάσεις που έγιναν στο χώμα.

Παγκοσμίως η μέση απόδοση της γλυκοπατάτας σχεδόν διπλασιάστηκε από 7,3 t/ha σε 13,9 t/ha από το 2001 μέχρι το 2006. Η μέση απόδοση της Ελλάδας βρίσκεται περίπου στους 20 t/ha ενώ στην Βόρεια Αμερική από 18,6 t/ha μέχρι και 35,9 t/ha (FAOSTAT, 2018). Σύμφωνα με τους Nwosini et al. (2017) η μέση εμπορεύσιμη απόδοση σε πείραμα αξιολόγησης διαφόρων ποικιλιών και τεχνικών εδαφοκάλυψης κυμαίνεται από 20-28 t/ha για τις διαφορετικές τεχνικές εδαφοκάλυψης και από 4-40 t/ha για τις διαφορετικές ποικιλίες.

Σε πείραμα αξιολόγησης 13 ποικιλιών γλυκοπατάτας όπου χρησιμοποιήθηκε ξυλάνθρακας (Biochar) (5 t/ha) από την βιομηχανία επεξεργασίας καπνών επιτεύχθηκε αύξηση στις τελικές αποδόσεις από 8% μέχρι 45% ανάλογα με την ποικιλία σε σύγκριση με συμβατική ανόργανη λίπανση (Indawan et al., 2017).

Η εφαρμογή 3 t/ha κοπριάς από βοοειδή σε συνδυασμό με 100 kg/ha ανόργανου λιπάσματος έδειξε τις υψηλότερες αποδόσεις με 8,9 t/ha σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στη Νιγηρία (Onwudike, 2010).

Σε πείραμα για την αξιολόγηση ποικιλιών που καλλιεργούνται στην Σερβία επιτεύχθηκαν αποδόσεις από 32 – 39 t/ha (Šlosár et al. 2016). Η ποικιλία «Beauregard» έδειξε σε πειράματα αποδόσεις από 22,5 – 36,8 t/ha (Bonte & Wilson, 2008) και 20,8 – 25,5 t/ha (Uwah et al., 2013).

Η περιεκτικότητα σε κάλιο των ριζοκονδύλων δεν έδειξε σημαντική διαφορά ανάμεσα στις επεμβάσεις. Οι George et al. (2002) αξιολόγησαν τη συσχέτιση μεταξύ ποικιλιών και καλιούχου λίπανσης όσον αφορά την απορρόφηση και αξιοποίηση του καλίου από το φυτό και η συγκέντρωση κυμάνθηκε από 0,94 έως 2,19 g/100 g ξ.ο.

Θετική συσχέτιση μεταξύ λίπανσης και της απορρόφησης θρεπτικών φάνηκε να υπάρχει με την εφαρμογή κοπριάς βοοειδών μαζί με ανόργανο λίπασμα. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις

επιτεύχθηκαν στη λίπανση με 3 t/ha κοπριάς βοοειδών σε συνδυασμό με 100 kg/ha ανόργανου λιπάσματος με την απορρόφηση του αζώτου να φτάνει τα 12,3 kg/ha και του καλίου 3,8 kg/ha (Onwudike, 2010).

Από πείραμα αξιολόγησης 10 ποικιλιών γλυκοπατάτας που καλλιεργούνται στην Αφρική βρέθηκε η συγκέντρωση καλίου στους ριζοκονδύλους να είναι από 0,308 έως 0,328 g/100 g ξ.ο. (Sanoussi et al., 2016). Η αζωτούχος λίπανση επίσης δείχνει να βελτιώνει τα επίπεδα β-καροτενοειδών και πρωτεϊνών (Ukom et al., 2009).

Οι διαφορές από τη δοκιμή συμπίεσης και διάτρησης δεν έδειξαν σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Για τη γλυκοπατάτα δεν βρέθηκαν στη βιβλιογραφία αντίστοιχες αναφορές.

Στον πίνακα 5.2 φαίνονται οι συσχετίσεις των μεταβλητών ποιότητας και απόδοσης της γλυκοπατάτας. Οι παράγοντες που επηρεάζονται άμεσα είναι η ολική απόδοση, η εμπορεύσιμη απόδοση και ο αριθμός ριζοκονδύλων ανά φυτό. Έτσι η εμπορεύσιμη απόδοση μπορεί να αποδοθεί ως συνάρτηση της συνολικής απόδοσης ριζοκονδύλων και του μέσου αριθμού ριζοκονδύλων ανά φυτό με βάση την παρακάτω εξίσωση πολλαπλής συσχέτισης:

Συν. εμπορεύσιμη απόδοση = $5.52202 + 1.3943 * (\text{Συν. απόδοση}) - 0.4556 * (\text{Μ. αρθ. ριζ. Γλυκ. ανά φυτό})$

St. error: (2,24837) (0,10954) (0,10954)

P(level) (0,049) (0,000014) (0,005949)

Std. Error of estimate: 1,3366 F (2, 6) = 254,95

Πίνακας 5.2: Συσχετίσεις (r) των σημαντικότερων μεταβλητών ποιότητας και απόδοσης για η γλυκοπατάτα σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.05$

	Συνολική απόδοση ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας (t/ha)	Συνολική εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)	Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων (t/ha)	Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας ανά φυτό	Μέγιστη δύναμη συμπίεσης (kN)	Μέγιστη δύναμη διάτρησης (kN)	Περιεκτικότητα σε άζωτο N %	Περιεκτικότητα σε Κάλιο g K/100g
Συνολική απόδοση ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας (t/ha)	1							
	p= ---							
Συνολική εμπορεύσιμη απόδοση (t/ha)	0,9772	1						
	p=0,001	p= ---						
Βάρος νωπών στελεχών και φύλλων (t/ha)	0,9113	0,8976	1					
	p=,0001	p=0,001	p= ---					
Μέσος αριθμός ριζοκονδύλων γλυκοπατάτας ανά φυτό	0,9157	0,8212	0,8634	1				
	p=0,001	p=0,007	p=0,003	p= ---				
Μέγιστη δύναμη συμπίεσης (kN)	0,6026	0,6078	0,335	0,4882	1			
	p=0,086	p=0,083	p=0,378	p=0,182	p= ---			
Μέγιστη δύναμη διάτρησης (kN)	0,0932	0,1349	0,1896	0,0519	-0,2091	1		
	p=0,812	p=0,729	p=0,625	p=0,894	p=0,589	p= ---		
Περιεκτικότητα σε άζωτο N %	-0,1087	-0,1045	-0,0568	-0,1611	-0,4873	0,2906	1	
	p=0,781	p=0,789	p=0,885	p=0,679	p=0,183	p=0,448	p= ---	
Περιεκτικότητα σε Κάλιο g K/100g	0,3899	0,4017	0,3273	0,3491	-0,0972	0,0158	-0,1051	1
	p=0,300	p=0,284	p=0,390	p=0,357	p=0,804	p=0,968	p=0,788	p= ---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την παρούσα εργασία έγινε μια πρώτη προσπάθεια αξιολόγησης του βιοκυκλικού χουμοχώματος (ένα μεθωριμασμένο σταθεροποιημένο φυτικό κομπόστ) ως προς τις ιδιότητές του ως υπόστρωμα καλλιέργειας σε συνθήκες αγρού.

Οι τελικές αποδόσεις παρουσίασαν μεγάλες διαφορές τόσο στη βιομηχανική τομάτα όσο και στη γλυκοπατάτα με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα για τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο χουμόχωμα. Διαφορά υπήρχε και στο βάρος του υπεργείου τμήματος των φυτών της γλυκοπατάτας και του μέσου αριθμού των ριζοκονδύλων ανά φυτό γλυκοπατάτας.

Στη βιομηχανική τομάτα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ολικά διαλυτά στερεά ($^{\circ}\text{Brix}$) την ολική οξύτητα και την σκληρότητα των καρπών. Σε όλα τα μεγέθη όμως εκτός της σκληρότητας υπήρχε μια μικρή υπεροχή των τιμών στους καρπούς που αναπτύχθηκαν στο χουμόχωμα. Ενώ στη γλυκοπατάτα δεν υπήρχαν στατιστικές διαφορές στη συνολική δύναμη συμπίεσης και διάτρησης των ριζοκονδύλων αλλά και την περιεκτικότητά τους σε άζωτο και κάλιο. Μικρή υπεροχή φάνηκε στην περιεκτικότητα αζώτου στους ριζοκονδύλους της ανόργανης μεταχείρισης.

Συμπεραίνουμε δηλαδή ότι η εφαρμογή χουμοχώματος σε καλλιέργειες θα μπορούσε να διαδραματίσει μια σημαντική εναλλακτική για τη βιολογική γεωργία προσφέροντας στα φυτά ένα ιδανικό περιβάλλον ανάπτυξης του ριζικού συστήματος και παροχής θρεπτικών στοιχείων εξουδετερώνοντας έτσι ακόμα και δυσμενείς εδαφολογικές συνθήκες που επικρατούν πολύ συχνά σε καλλιεργούμενα εδάφη. Μια άλλη χρήση πολύ σημαντική για τη βιολογική γεωργία είναι η χρήση χουμοχώματος ως υπόστρωμα σε σπορεία και φυτώρια χωρίς να είναι αναγκαία οποιαδήποτε επιπλέον προσθήκη επιπρόσθετων θρεπτικών στοιχείων.

Μια κριτική στη μεθοδολογία του πειράματος θα μπορούσε να είναι η αξιολόγηση ανομοιομορφων μέσων, του εδάφους και του χουμοχώματος, αλλά στόχος ήταν να ληφθούν οι πρώτες ενδείξεις μιας συγκριτικής μελέτης έτσι ώστε να ακολουθήσει μια πιο εμπειριστατωμένη έρευνα πάνω στο χουμόχωμα.

Η ιδέα για την έρευνα των ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών ενός μεθωριμασμένου κομπόστ δεν υπήρχε ως τώρα στην επιστημονική έρευνα. Επομένως θα απαιτηθούν ακόμα πολλές έρευνες πάνω σε αυτό το αντικείμενο για να δοθούν πιο εμπειριστατωμένες εξηγήσεις και αξιολογήσεις ενός τέτοιου υλικού. Σίγουρα απαιτούνται πειράματα για την καθαρή αξιολόγηση ενός υλικού σαν το βιοκυκλικό χουμόχωμα ώστε να γίνει πιο συγκεκριμένος ο προσδιορισμός του. Ταυτόχρονα πρέπει να μελετηθούν τα κριτήρια όπως ο απαιτούμενος χρόνος ή τα απαιτούμενα

μέσα που χρειάζονται έτσι ώστε ένα ώριμο κομπόστ να μεταφερθεί στην φάση του χουμοχώματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

- Albersmeier, F., Schulze1, H., Jahn, G., Spiller, A. 2009. The reliability of third-party certification in the food chain. From checklists to risk-oriented auditing. *Food Control* 20(10): 927–935.
- Alvarez, M.D., Canet, W. 1998. Rheological characterization of fresh and cooked potato tissues (cv. Monalisa). *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 207: 55–65.
- Andersson, M., de Vicente M. 2010 Gene flow between crops and their wild relatives. *John Hopkins University Press* 3(4): 402-403.
- AOAC. 2006. Official methods of analysis of AOAC International. In: Horwitz, W., Latimer Jr., G.W. (eds.). 18th ed. AOAC International. Gaithersburg: MD.
- Arbenz, M., Could D., Stopes, C. 2015. Organic 3.0: for truly sustainable farming & consumption. Based on think talking by SOAAN & IFOAM. Goesan Country: Organics international Organic EXPO 2015.
- Asri, F.O., Demirtas, E.I., Ari, N. (2015). Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 21(3): 585-591.
- Atanasova, E., Ivanka, M., Stoicheva, D. 2009. Assessment of biochemical and morphological parameters of processing tomatoes in dependence on nitrogen fertilization. In: Conference: Seminar of Ecology, Sofia, Bulgaria 23-24 April 2009.
- AMITON. 2018. Mediterranean International Association of the Processing Tomato. Διαθέσιμο στο: <http://www.amitom.com/english/> [ανάκτηση 05/02/2018]
- Battilani, A. 2003. Processing tomato water and nutrient integrated crop management: State of art and future horizons. *Acta Horticulturae* 613(613): 63–73.
- Berezin, O.Yu., Tur'yan Ya.I., Kuselman, I., Shenhar, A. 1995. Alternative Methods for Titratable Acidity Determination. *Talanta*.42: 507–517.
- Biocyclic Network Services Ltd. (2016a). Was sind die Biozyklischen Standards? Διαθέσιμο στο: <http://www.biocyclic-network.net/die-biozyklischen-standards.html> [ανάκτηση 22/12/2017].
- Blanpied, G.D., Bramlage, W.J., Dewey, D.H., LaBelle, R.L., Massey, L.M. Jr., Mattus, G.E., Stiles, W.C., Watada, A.E. 1978. A standardized method for collecting apple pressure test data. *New York Food Life Sciences Bull.* No. 74.
- Boček, S., Malý, I., Patočková, Š. 2008. Yield and quality of bush processing tomatoes fertilized with dried organic and organomineral fertilizers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 56(2): 31-37.
- Bonzheim, A. 2014. Die bio-vegane Landwirtschaft in Deutschland: Definition, Motive und Beratungsbedarf, Προπτυχιακή μελέτη, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Germany Διαθέσιμο στο: http://biovegan.org/wp-content/uploads/2014/02/Bonzheim_Bachelorarbeit_Bio-veganeLandwirtschaft.pdf.

- Brünjes, L., Lamla, S., Tsilimekis, K. 2015. Bio-veganer Landbau – wie geht das? Διαθέσιμο στο: http://www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2015/KAB2015_293_298_Mertz.pdf [ανάκτηση 12/12/2017].
- Bustamante, S., Hartz, T.K. 2015. Nitrogen management in organic processing tomato production: nitrogen sufficiency prediction through early-season soil and plant monitoring. *HortScience* 50: 1055-1063.
- Cheimona N., Angeli, C., Panagiotou, E., Tzanidaki, A., Drontza, C., Travlos, I., Bilalis, D. 2016. Effect of different types of fertilization on weed flora in processed tomato crop. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 10: 26-31.
- Chope, G.A., Terry, L.A., White, P.J. 2006. Effect of controlled atmosphere storage on abscisic acid concentration and other biochemical attributes of onion bulbs. *Postharvest Biology and Technology* 39: 233–242.
- Christou, M., Dumas, Y., Dimirkou, A., Vassiliou, Z. 1999. Nutrient uptake by processing tomato in Greece. *Acta Horticulturae* 487: 219-223.
- Cirujeda, A., Aibar, J., Alvaro, A., Martín-Closas, L., Meco, R., Moreno, M., Pardo, A., María P., Rojo, F., Royo-Esnal, A., Suso L., Zaragoza, C. 2012. Biodegradable mulch instead of polyethylene for weed control of processing tomato production. *Agronomy for Sustainable Development* 32: 889-897.
- Clark C., Ferrin D., Smith, T., Holmes, G. 2013 *Compendium of Sweetpotato Diseases, Pests, and Disorders*. St. Paul: American Phytopathological Society.
- D’Amico, S., Castro, F. 2016. Overview of Participatory Guarantee Systems in 2015. In: Willer H., Lernoud, J. (eds.). *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016*. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, IFOAM – Organics International.
- De Ponti, T., Rijk, B., Van Ittersum, M. 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems* 108: 1–9.
- Dongare, M.L., Buchade, P.B., Awatade, M.N., Shaligram, A.D. 2014. Mathematical modeling and simulation of refractive index based Brix measurement system. *Optik-International Journal for Light and Electron Optics* 125: 946–949.
- Edmond, J. B. 1971. Harvesting, Curing and Storing. In: Edmond J.B, Ammerman G.R. (eds.). *Sweetpotatoes: Production, Processing and Marketing*. Westport: Avi Publishing co. Inc,
- Elia, A., Conversa, G., La Rotonda, P., Montemurro, F. 2007. Nitrogen level effect on yield and quality of fertigated processing tomato in Southern Italy. *Acta Horticulturae* 758: 235-240.
- Engel, M.Jr. 2015. Vegetarianism. In: Have H. (ed.). *Encyclopedia of Global Bioethics Switzerland*: Springer International Publishing.
- European Vegetarian Union (EVU). 2016. The European V-Label. Διαθέσιμο στο: <http://v-label.eu/about-v-label#evu> [ανάκτηση 10/12/2017].

- Farneselli, M., Benincasa, P., Tosti, G., Simonne, E., Guiducci, M., Tei, F., 2015. High fertigation frequency improves nitrogen uptake and crop performance in processing tomato grown with high nitrogen and water supply. *Agricultural Water Management* 154: 52-58.
- Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Di Tommaso, T., Candido, V. 2009. Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae* 122: 562-571.
- Firon, N., LaBonte, D., Villordon, A., McGregor, C., Kfir Y., Pressman, E., 2009. Botany and Physiology: Storage Root Formation and Development, In: Loebenstein G., Thottappilly G., (eds.). *The Sweetpotato*. Dordrecht: Springer.
- Food and Agricultural Organization FAO, Intergovernmental Technical Panel on Soils ITPS. 2015. Status of the World's Soil Resources. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/3/a-i5126e.pdf> [ανάκτηση 10/04/2018].
- Food and Agricultural Organization FAO. 2017a, Strategy on climate change. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/3/a-i7175e.pdf> [ανάκτηση 10/04/2018].
- Food and Agricultural Organization FAO. 2017b. Soil Organic Carbon: the hidden potential. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/3/a-i6937e.pdf> [ανάκτηση 10/04/2018].
- Food and Agricultural Organization FAO. 2017c, Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/3/a-b1813e.pdf> [ανάκτηση 10/04/2018].
- Food and Agricultural Organization FAO. 2017d. Unlocking the potential of soil organic carbon. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/3/b-i7268e.pdf> [ανάκτηση 10/04/2018].
- Food and Agriculture Organization (FAO) /World Health Organization (WHO). 1999. Guidelines for the production, processing, marketing and labeling of organically produced foods. Διαθέσιμο στο: <https://www.codexalimentarius.org/>. [ανάκτηση 20/12/2017].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. FAOSTAT statistics database. Διαθέσιμο στο <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [ανάκτηση 03/01/2018].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. FAOSTAT statistics database. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [ανάκτηση 03/03/2018].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. FAOSTAT statistics database. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [ανάκτηση 03/03/2018].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. FAOSTAT statistics database. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [ανάκτηση 03/03/2018].
- Genizi, A., Cohen, E. 1988. The chemical composition and sensory flavor quality of 'Mineola' tangerines. II. Relationship between composition and sensory properties. *Journal of Horticultural Science* 63: 179–182.
- George, M. S., Lu, F., Zhou, W. 2002. Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Field Crops Research* 77: 7-15.

- Gichuki, S.T., Berenyi, M., Zhang, D., Hermann, M., Glossi, J., and Burg, K. 2003. Genetic diversity in sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] in relationship to geographic sources as assessed with RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 429–437.
- Gougoulias, C., Clark, J. M., Shaw, L. J. 2014. The role of soil microbes in the global carbon cycle: tracking the below-ground microbial processing of plant-derived carbon for manipulating carbon dynamics in agricultural systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94: 2362-2371.
- Gould, W.A. 2013. *Tomato Production, Processing and Technology*. 3rd ed., Baltimore, USA: CTI Publication.
- Grandillo, S., Zamir, D., Tanksley, S.D. 1999. Genetic improvement of processing tomatoes: a 20 years perspective. *Euphytica* 110: 85–97.
- Haller, M.H. 1941. *Fruit pressure testers and their practical applications*: Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture Circular 627.
- Hartz, K.T., Bottoms, G.T. 2010. Humic Substances Generally Ineffective in Improving Vegetable Crop Nutrient Uptake or Productivity. *HortScience* 45(6): 906-910
- Hartz, T.K. 2017. The challenge of nutrition management of processing tomatoes in an era of rising yield expectations. *Acta Horticulturae* 1159: 1-6.
- Heinz Company. 2018. H3402 EFS. [online]. Διαθέσιμο στο: http://www.heinzseed.com/new/hs_var_h3402.html [ανάκτηση 25/02/2018].
- Hewitt, J. D., Dinar, M., Stevens, M. A. 1982. Sink strength of fruits of two tomato genotypes differing in total fruit solids content. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 107: 896-900.
- Indawan, E., Lestari, S., Thiasari, N. 2018. Sweet potato response to biochar application on sub-optimal dry land. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 5: 1133-1139.
- International Federation of Organic Agricultural Movements IFOAM EU Group. 2016. *Organic in Europe prospects and developments 2016*. Διαθέσιμο στο: <https://shop.fibl.org/DEde/mwdownloads/download/link/id/767/?ref=1> [ανάκτηση 20/12/2017].
- International Federation of Organic Agricultural Movements IFOAM. 2017. *Organic IFOAM Family of Standards, That's Organic-Worldwide*. Διαθέσιμο στο: από http://www.ifoam.bio/sites/default/files/familyframe_web_2.pdf [ανάκτηση 20/12/2017].
- International Federation of Organic Agricultural Movements IFOAM. 2005. *Definition of Organic Agriculture*. Διαθέσιμο στο: <https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture> [ανάκτηση 20/12/2017].
- International Federation of Organic Agricultural Movements IFOAM. 2014. *The NORMS for Organic Production and Processing*. Bonn: IFOAM.

- International Federation of Organic Agricultural Movements IFOAM. 2016. Organic agriculture and healthy soils. https://www.ifoam.bio/sites/default/files/oa_and_soils_web.pdf [ανάκτηση 20/12/2017].
- International Panel on Climate Change IPCC, 2007. Διαθέσιμο στο: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch8s8-4-2.html [ανάκτηση 04/03/2018].
- International Panel on Climate Change IPCC, 2011. Διαθέσιμο στο: www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf [ανάκτηση 04/03/2018].
- Janssen, M., Busch, C., Rödiger, M., Hamm, U. 2016. Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite* 105: 643-651.
- Jia, R. 2013. Weather, shocks, sweet potatoes and peasant revolts in historical China. *The Economic Journal* 124:92–118.
- Jones, A. 1980. Sweet potato. In: Fehr, W., Hadley, H., (eds.). *Hybridization of crop plants*. Madison: American Society of Agronomy.
- Kader, A.A. 2008. Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 1863–1868.
- Khoury, C., Heide, B., Castañeda-Álvarez, N., Achicanoy H., Sosa C., Miller R., Scotland R., Wood J., Rossel, G., Eserman, L., Jarret R., Yenchu G., Bernau V., Juarez, H., Sotelo, S., de Haan, S., Struik P. 2015. Distributions, ex situ conservation priorities, and genetic resource potential of crop wild relatives of sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam., I. series *Batatas*]. *Front Plant Science* 6: 251-260.
- La Bonte, D.R., Wilson, P.W. 2008. ‘Evangeline’ Sweetpotato. *HortiScience* 43(1): 258-259.
- Larsson, C.L., Rönnlund, U., Johansson, G., Dahlgren, L. 2003. Veganism as a status passage: The process of becoming a vegan among youth in Sweden. *Appetite* 41(1): 61-67.
- Leiva-Brondo, M., Martí, R., Macua, J.I., Lahoz, I., González, A., Campillo, C., Roselló, S., Cebolla-Cornejo, J. 2015. Sugar and acid profile of processing tomato cultivars grown under conventional or organic conditions. *Acta Horticulturae* 1081: 181-186.
- Leiva-Brondo, M., Martí, R., Macua, J.I., Lahoz, I., González, A., Campillo, C., Roselló, S., Cebolla-Cornejo, J. 2015. Sugar and acid profile of processing tomato cultivars grown under conventional or organic conditions. *Acta Horticulturae* 1081: 181-186.
- Lipper, L., McCarthy, N., Zilberman, D., Asfaw S., Branca, G. 2018. Climate Smart Agriculture. In: Zilberman, D., Goetz, R., Garrido, A. *Natural Resource Management and Policy*. Rome: FAO & Springer.
- Liu, K., Zhang, T.Q., Tan, C.S., Astatkie, T., Price, G.W. 2012. Crop and soil nitrogen responses to phosphorus and potassium fertilization and drip irrigation under processing tomato. *Nutrient Cycling Agroecosystems* 93:151–162.

- Loebenstein, G. 2009. Origin, Distribution and Economic Importance. Loebenstein G., Thottappilly, G. (eds.). The Sweetpotato. Dordrecht: Springer.
- Lovelli, S., Potenza, G., Castronuovo, D., Perniola, M., Candido, V. 2016. Yield, quality and water use efficiency of processing tomatoes produced under different irrigation regimes in Mediterranean environment. *Italian Journal of Agronomy* 12: 795.
- Madden, N, Mitchell, J., Lanini, W., Cahn, M., Herrero, E.V., Park, S., Temple R, Van Horn, M. 2004. Evaluation of conservation tillage and cover crop systems for organic processing tomato production. *HortTechnology* 14: 243-250.
- Madeira, N., Melo, R., Souza, R., Pereira C., Robson, P.C. 2009. No-tillage and reduced tillage for processing tomatoes production under different levels of fertilization. *Horticultura Brasileira* 27: 3359-3364.
- Magness, J.R., Taylor, G.F. 1925. An improved type of pressure tester for the determination of fruit maturity. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture Circular 350.
- Maienza, A., Baronti, S., Pusceddu, E., Cornali, S., Lonardo, S., Genesio, L., Vaccari, F., Pozzi, A., Ranieri, R., Miglietta, F. 2015. The biochar - A solution to enhance processing tomato production. *Acta Horticulturae* 1081: 209-214.
- Maienza, A., Genesio, L., Acciai, M., Miglietta, F., Pusceddu, E., Vaccari, F. 2017. Impact of Biochar Formulation on the Release of Particulate Matter and on Short-Term Agronomic Performance. *Sustainability* 9: 1-10.
- Mancinelli, R., Marinari, S., Brunetti, P., Radicetti, E., Campiglia, E. 2015. Organic mulching, irrigation and fertilization affect soil CO₂ emission and C storage in tomato crop in the Mediterranean environment. *Soil and Tillage Research* 152: 39-51.
- Manios, T. 2014. The composting potential of different organic solid wastes: experience from the island of Crete. *Environmental International* 29(8): 1079-1089.
- Manlay, R.J., Feller, C., Swift, M.J. 2007. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119:217–233.
- Martin, F.W., Ortiz, S. 1967. Anatomy of the stigma and style of sweet potato. *New Phytology* 66:109–113.
- Mazoyer, M., Roudart, L. 1997. Ιστορία των γεωργιών του κόσμου: Από την νεολιθική εποχή στη σύγχρονη κρίση (Δ. Λάμπρου, Μτφρ.) Αθήνα: Εξάντας Εκδοτική Α.Ε.
- Mitchell, J., Miyao, G., Klonsky, K.M., DeMoura, R. 2012. Cover cropping and conservation tillage in California processing tomatoes. *University of California Agriculture and Natural Resources* 8404: 1-12.
- Miyao, G., Hartsough, B. 2010. History of Mechanized Harvesting of Processing Tomatoes in California, In: Annual Conference of the American Society for Horticultural Science, California, U.S.A., 2-5 August 2010.

- Moreno, M., Cirujeda, A., Aibar, J., Valencia, M. 2016. Soil thermal and productive responses of biodegradable mulch materials in a processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) crop. *Soil Research* 54: 1-10.
- Moreno, M., Valencia, M., Tarquis, A. 2013. Mulch materials in processing tomato: A multivariate approach. *Scientia Agricola* 70: 250-256.
- Nedunchezhiyan, M., Byju G., Jata, S. 2012. Sweet Potato Agronomy. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology* 6: 1-10.
- Nwosisi, S., Nandwani, D., Pokharel B. 2017. Yield performance of organic sweetpotato varieties in various mulches. *Horticulturae* 3: 48.
- O'Brien, J.P. 1972. The Sweet Potato. Its Origin and Dispersal. *American Anthropologist* 74: 342-365.
- Onwudike, S.U. 2010. Effectiveness of cow dung and mineral fertilizer on soil properties, nutrient uptake and yield of sweet potato (*Ipomoea batatas*) in southeastern Nigeria. *Asian Journal of Agriculture Research* 4(3): 148-154.
- Padmaja, G. 2009. Uses and Nutritional Data of Sweetpotato. In: Loebenstein, G., Thottappilly, G. (eds.). *The Sweetpotato*. Dordrecht: Springer.
- Parisi, M., Pentangelo, A., D'Onofrio, B., Villari G., Giordano, I. 2004. Effects of Different Levels of Nitrogen Fertilization on Yield and Fruit Quality in Processing Tomato. *Acta Horticulturae* 700: 129-132.
- Pék, Z., Helyes, L., Lugasi, A., Daood, H. 2014. The simultaneous effect of water supply and genotype on yield quantity, antioxidants content and composition of processing tomatoes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 42: 143-149.
- Pieper R., Barrett, D. 2009. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89:177-194.
- Pieper, R., Barrett, D. 2009. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 177-194.
- Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B., Travasso, M.I. 2014. Food security and food production systems. In: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J, Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N, MacCracken, S, Mastrandrea, P.R., White L.L. (eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
- Ratajkiewicz, H., Radziejewska-Kubzdela, E., Spizewski, T., Krzesinski, W., Starzyk, J., Biegańska-Marecik, R. Gaj, R, Piekarczyk, J. 2017. The influence of "Effective Microorganisms" and solar radiation on carotenoids and phenolic compounds content in processing tomato. *European Journal of Horticultural Science* 82: 134-140.

- Rinaldi, M., Convertini G, & Elia, A. 2007. Organic and mineral fertilization for processing tomato in Southern Italy. *Acta Horticulturae* 758:241-247.
- Rinaldi, M., Vonella, A.V., Garofalo, P. 2014. Organic fertilization in a "tomato - pea" rotation in southern Italy. In: 3rd QLIF Congress, Hohenheim, Germany, 20-23 March 2007.
- Ronga, D., Zaccardelli, M., Lovelli, S., Perrone, D., Francia, E., Milc, J., Ulrici, A., Pecchioni, N. 2017. Biomass production and dry matter partitioning of processing tomato under organic vs conventional cropping systems in a Mediterranean environment. *Scientia Horticulturae* 224: 163–170.
- Ruby, M.B. 2011. Vegetarianism. a blossoming field of study. *Appetite* 58:141-150.
- Sambo, P., Santagata, S., Elsayed, M., Peretto, G., Zanin, G., Nicoletto, C. 2012. Influence of Planting Date and Mulching on Some Qualitative Traits of Processed Tomatoes. *Acta Horticulturae* 934: 1163-1169.
- Sandei, L. Stingone, C., Morini, E., Zaccardelli, M., Adamo, P., Agrelli, D., Rao, M. 2015. Nutritional and quality comparison between organic and conventional fresh and processing tomato: Results of a two-year project. *Acta Horticulturae* 1081: 331-338.
- Sanoussi, A. F., Adjatin, A., Dansi, A., Adebowale A., Sanni, L.O., Sanni, A. 2016. Mineral composition of ten elites Sweet Potato (*Ipomoea batatas* [L] Lam) Landraces of Benin. *International Journal of Current Microbiology Applied Sciences* 5(1): 103-115.
- Saure, M., 2014. Why calcium deficiency is not the cause of blossom-end rot in tomato and pepper fruit – a reappraisal. *Scientia Horticulturae* 174: 151-154.
- Schmid, O. 2007. Development of standards for organic farming. In: Lockeretz, W. (ed.). *Organic farming an International history*. Boston: Friedman School of Nutrition Science and Policy, Tufts University.
- Šlosár, M., Mezeyova, I., Hegedusova, A., Golian, M. 2016. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) growing in conditions of Southern Slovak Republic. *Potravinarstvo* 10: 384-392.
- Srinivas, T. 2009. Economics of Sweetpotato Production and Marketing In: Loebenstein, G., Thottappilly, G. (eds.). *The Sweetpotato*. Dordrecht: Springer.
- Stevens, M.A., Rick, C.M. 1986. Genetics and breeding. In: Atherton, J.G., Rudich, J. (ed.). *The Tomato Crop: A Scientific Basis for Improvement*. New York: Chapman and Hall.
- Stockfree Organic Services. 2016. Grower-to-grower certification. Διαθέσιμο στο: <http://stockfreeorganic.net/stockfree-grower-to-grower-certification-facebook-scheme/> [ανάκτηση 22/12/2017].
- Tadeo, J.L., Ortiz, J.M., Estelles, A. 1987. Sugar changes in clementine and orange fruit during ripening. *Journal of Horticultural Science*: 62, 531–537.
- Tei, F., Benincasa, P., Farneselli, M., Tosti, G., Guiducci, M. 2015. Environmentally Sustainable Nitrogen Nutrition Management in Processing Tomato. *Acta Horticulturae* 1081: 41-48.

- The Vegan Society. 2004. Ripened by human determination, 70 years of The Vegan Society. Διαθέσιμο στο: <http://www.vegansociety.com/sites/default/files/uploads/Ripened%20by%20human%20determination.pdf> [ανάκτηση 03/0/2018].
- Thomas, R., O'Sullivan, J, Hamill, A., Swanton, C. 2001. Conservation tillage systems for processing tomato production. *Horticultural Science (HORTSCI)* 36: 1264-1268.
- Tosti, G., Boldrini, A., Benincasa, P., Tei, F., Guiducci, M. 2008. The N Nutritional Status of Processing Tomato Grown after Green Manures. *Italian journal of agronomy* 3: 275-276.
- Tubiello N.F., Salvatore, M., Ferrara, F.A., House, J., Federici, S., Rossi, S., Biancalani, R., Condor Golec, D.R., Jacobs, H., Flammioni, A., Prosperi P., Cardenas-Galindo, P., Schmidhuber, J., Sanz Sanchez, J.M., Srivastava, N., Smith, P. 2015. The Contribution of Agriculture, Forestry and other Land Use activities to Global Warming, 1990–2012. *Global Change Biology* 21(7): 1-10.
- Ukom, A., Ojmelukwe, P., Okpara, D. 2009. Nutrient composition of selected Sweet Potato [*Ipomea batatas* (L) Lam] Varieties as influenced by different levels of nitrogen fertilizer application. *Pakistan Journal of Nutrition* 8(11): 1791-1795.
- United Nations. 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Διαθέσιμο στο: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> [ανάκτηση 15/03/2018].
- Uwah, D. F., Undie, U. L., John, N. M., Ukoha, G. O. 2013. Growth and yield response of improved Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) varieties to different rates of potassium fertilizer in Calabar, Nigeria. *Journal of Agricultural Sciences* 5(7): 61-69.
- Vaccari, F. Maienza, A., Miglietta, F., Baronti, S., Lonardo, S., Giagnoni, L., Lagomarsino, A, Pozzi, A., Pusceddu, E., Ranieri, R., Valboa, G., Genesio, L. 2015. Biochar stimulates plant growth but not fruit yield of processing tomato in a fertile soil. *Agriculture Ecosystems & Environment* 207: 163-170.
- van der Ploeg, R.R., Böhm, W., Kirkham, M.B. 1999. History of soil science: On the origin of the theory of mineral nutrition of plants and the law of the minimum. *Soil Science* 63:1055-1058.
- Vassiliou, Z., Christou, M. 1999. Behavior of processing tomato varieties in Greece. *Acta Horticulturae* 487: 335-338.
- Vebu, Vegetarierbund Deutschland e. V. 2016. Vegan-Trend: Daten und Fakten zum Veggie-Boom. Διαθέσιμο στο: <https://vebu.de/veggie-fakten/entwicklung-in-zahlen/vegan-trend-fakten-zum-veggie-boom/> [ανάκτηση 15/12/2017].
- Vegan Organic Network (VON). 2016. An Introduction to Vegan-Organics. Διαθέσιμο στο: <http://veganorganic.net/> [ανάκτηση 22/12/2017].
- Vegan Organic Network. 2007. The Stockfree-Organic Standards. Ημερομηνία Διαθέσιμο στο: <http://veganorganic.net/wp-content/uploads/2016/08/von-standards.pdf> [ανάκτηση 10/12/2017].

- Vogt, G. 2001. Geschichte des ökologischen Landbaus im deutschsprachigen Raum (History of organic agriculture in the German-speaking region). Germany: Ökologie & Landbau,
- Vogt, G. 2007. The origins of organic farming. In: Lockeretz W. (ed.). Organic farming an international history Boston: Friedman School of Nutrition Science and Policy, Tufts University.
- Wardowski, W., Grierson, S.W., Westbrook, G. 1979. Florida Citrus quality test. Florida Cooperative Extension Service Bulletin No. 188.
- Willer, H., Lernoud J. 2016. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends Bonn: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), IFOAM – Organics International.
- World Processing Tomato Council WPTC. 2018a. World Production Estimate of Tomatoes for Processing. Διαθέσιμο στο <http://www.wptc.to> [ανάκτηση 03/02/2018].
- World Processing Tomato Council WPTC. 2018b. The tomato processing industry in Greece. Διαθέσιμο στο <http://www.sud-concept.fr/wptc.to/fichiers/files/GREECE%202016.pdf> [ανάκτηση 03/02/2018].
- Zhang, T.Q., Tan, C., Liu, K., Drury, C., Papadopoulos P., Warner, J. 2010. Yield and Economic Assessments of Fertilizer Nitrogen and Phosphorus for Processing Tomato with Drip Fertigation. *Agronomy journal* 102(2) 774-780.
- Zikeli, S., Rembiałkowska, E., Zatecka, A., Badowski, M. 2014. Organic farming and organic food quality: Prospects and limitations. In: Campbell, W.P., Lopez-Ortiz S. (eds.). Sustainable Food Production Includes Human and Environmental Health, Issues in Agroecology – Present Status and Future Prospectus. Dordrecht: Springer.
- Δέδε Α., 2015. Επίδραση της οργανικής λίπανσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιολογικής καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Δρόντζα, Χ. 2015. επίδραση της οργανικής και ανόργανης λίπανσης στη ζιζανιοχλωρίδα καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κανάκη, Β. 2016 Επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά βιολογικής καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. 2018. Παράγοντες που επηρέασαν την παραγωγή της βιομηχανικής τομάτας. Διαθέσιμο στο: http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Oporokipeytika/paragogh_biomhxanikh_tomata201016.pdf [ανάκτηση 05/02/2018]
- Χειμόνα, Ν. 2017 Επίδραση της οργανικής λίπανσης σε δύο υβρίδια βιομηχανικής τομάτας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1: Ανάλυση βιοκυκλικού χουμοχώματος από το Βιοκυκλικό Πάρκο Καλαμάτας από το 2016.

ΕΙΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ (ANALYSIS DESCRIPTION)	ΜΟΝΑΔΕΣ (UNITS)	Σε δείγμα ως έχει (On sample as recieved)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (METHOD OF ANALYSIS)
Απώλεια πύρωσης (105°C) (Total Moisture (105 °C))	g/100g	41,0	A.O.A.C. 967.03, I/ 16 th edition
ΔΟΚΙΜΗ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ (Phytotoxicity test)	%	114	Phytotoxicity test of 1:3 wt/vol. water extract, using watercress seeds (Zucconi test)
ΕΙΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ (ANALYSIS DESCRIPTION)	ΜΟΝΑΔΕΣ (UNITS)	Σε ξηρό δείγμα (105 °C) (On dry basis)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (METHOD OF ANALYSIS)
ρ.Η. σε εκχύλισμα (1:5)* (ρ.Η. in extract (1:5))	pH units	7,6	Methods of soil analysis, American Society of Agronomy, No 9, Part 2, 1982, Madison, Wisconsin USA.
Ηλεκτρική αγωγιμότητα σε εκχύλισμα (1:5)* (Electrical Conductivity (1:5))	μS/cm**	460	
	dS/m**	0,460	
Τέφρα (550°C) (Ash (550°C))	g/100g	53,7	A.O.A.C. 967.04/16th edition
Ολικό Άζωτο (N) (Total Nitrogen (N))	g/100g	2,8	A.O.A.C. 973.06/16 th edition
N αμμωνιακό (Ammoniacal nitrogen)	mg/Kg	10	A.O.A.C. 920.03/16th edition
Λόγος C/N C/N ratio		8,1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ (By calculation)
P ₂ O ₅ διαλυτός σε ανόργανα οξέα (ολικό) (P ₂ O ₅ soluble in inorganic acids (total))	g/100g	0,8	Κανονισμός Ε.Κ. 2003/2003/ 3.1.1 & AFNOR U42-246.
K ολικό (Total Potassium)	g/100g	0,6	Κανονισμός Ε.Κ. 2003/2003/ 3.1.1 & A.A.S.
Na ολικό (Total Sodium)	g/100g	0,1	Κανονισμός Ε.Κ. 2003/2003/ 8.1 & 8.10.
Ca ολικό (Total Calcium)	g/100g	9,6	Κανονισμός Ε.Κ. 2003/2003/ 8.1 & A.A.S.
Mg ολικό (Total Magnesium)	g/100g	2,2	Κανονισμός Ε.Κ. 2003/2003/ 8.1 & 8.7.
Ολικό Θείο (Total Sulfur)	g/100g	<0,1	Κανονισμός Ε.Κ. 2003/2003/ 8.1 & 8.9.
Οργανική ουσία (organic matter)	g/100g	46,3	A.O.A.C. 967.05/16th edition
ή ως Οργανικός άνθρακας C (or Organic Carbon)	g/100g	22,8	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ (By calculation)
Διαλυμένος οργανικός άνθρακας C σε εκχύλισμα (1:5)* (Dissolved organic carbon C in extract (1:5))	g/Kg	1,2	Methods of soil analysis, No 9, Part 2, 1982, Dichromate oxidation techniques, Modified Mebius Procedure
Water Holding Capacity	ml H ₂ O/100 g	86	European method
Ολική σε κατιόντα εναλλακτική ικανότητα (C.E.C.) (Cation Exchange Capacity (C.E.C.))	meq Na/100g ***	91,9	National Agricultural Research Foundation, Methods of soil analysis, 1982.
Ανταλλάξιμο Νάτριο (Sodium exchangeable)	meq Na/100g	1,0	
Ανταλλάξιμο Κάλιο (Potassium exchangeable)	meq K/100g	1,5	
Ανταλλάξιμο Ασβέστιο (Calcium exchangeable)	meq Ca/100g	73,1	
Ανταλλάξιμο Μαγνήσιο (Magnesium exchangeable)	meq Mg/100g	15,8	
Ισοδύναμο ανθρακικό ασβέστιο (Calcium carbonate equivalent)	g/100g	4,2	Bernard method

συνέχεια πίνακα...

ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (EXTRACTABLE TRACE ELEMENTS)			
Fe (DTPA extractable)	mg/Kg	92	DTPA extraction. Methods of soil analysis, Agronomy No 9, Part 2, 2 nd Edition 18-3.4 p.319 και 19-3.3 pp.331-332.
Mn (DTPA extractable)	mg/Kg	5,3	
Zn (DTPA extractable)	mg/Kg	12,4	
Cu (DTPA extractable)	mg/Kg	2,7	
B (DTPA extractable)	mg/Kg	3,1	
Mo (DTPA extractable)	mg/Kg	<0,1	

Πίνακας 2: Εκχύλισμα 360g βιοκυκλικού χουμοχώματος και 600 ml απιονισμένου προέλευση χουμοχώματος Βιοκυκλικό Πάρκο Καλαμάτας 2016.

ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ 360g ΧΟΥΜΟΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ 600 ml ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟΥ ΥΔΑΤΟΣ
(Extraction with 600 ml deionised water from 360g humus soil)

ΕΙΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ (ANALYSIS DESCRIPTION)	ΜΟΝΑΔΕΣ (UNITS)	Σε δείγμα ως έχει (On sample as received)	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (METHOD OF ANALYSIS)
Ολικό Αζωτο (N) (Total Nitrogen (N))	g/100ml	0,015	A.O.A.C. 973.06/16 th edition
	mg/l	15	
P ₂ O ₅ διαλυτός σε ανόργανα οξέα (ολικό) (P ₂ O ₅ soluble in inorganic acids (total))	g/100ml	0,002	Κανονισμός Ε.Κ. 2003/2003/ 3.1.1 & ISO 6878
	mg/l	2,0	
Κ ολικό (Total Potassium)	g/100ml	0,034	Κανονισμός Ε.Κ. 2003/2003/ 3.1.1 & A.A.S.
	mg/l	34	