

**ΕΛΛΗΝΙΚΟ
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ
ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ**

Γαλανάκη Σοφία

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2020
ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΚΡΗΤΗ**

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
ΚΑΘ. ΓΟΥΜΕΝΑΚΗ ΕΛΕΝΗ
ΔΡ. ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ
ΣΤΡΑΤΑΡΙΔΑΚΗ ΑΡΓΥΡΩ MSc

**ΤΟ ΕΡΓΟ ΑΥΤΟ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΥ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ**

*Στον Γεράσιμο, την Ευαγγελία
και τον Μανούσο*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε στο εργαστήριο Λαχανοκομίας του τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών επιστημών του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου. Αυτή τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί, θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια Ελένη Γουμενάκη για τα υπέροχα διδάγματα ακαδημαϊκής και κοινωνικής φύσεως όπως επίσης και για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ στο εργαστήριό της και να προσπαθήσω να φέρω σε πέρας ένα, όπως αποδείχθηκε, δύσκολο έργο.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δρ. Παπαδάκη Αναστασία για την πολύτιμη βοήθεια της καθώς και τον καλό μου φίλο Καρύδη Γιώργο για την βοήθεια του στη διάρκεια του πειράματος. Τέλος, αναμφίβολα πολλά ευχαριστώ αξίζουν στην αγαπημένη μου οικογένεια για την απaráμιλη υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|--|
| Πρόλογος | Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης. |
| Περίληψη | 8 |
| Κεφάλαιο 1: Βιολογική Καλλιέργεια | 12 |
| 1.1. Ο ρόλος της συμβατικής γεωργίας και η στροφή στην αειφορία | 12 |
| 1.2. Αειφόρος ανάπτυξη και αειφορική γεωργία | 15 |
| 1.3. Βιολογική Γεωργία | 16 |
| 1.3.1. Ιστορική Αναδρομή | 17 |
| 1.3.1.1. Ανάδειξη: 1924-1970..... | 17 |
| 1.3.1.2. Εξάπλωση: 1970-1990 | 18 |
| 1.3.1.3. Ανάπτυξη: 1990-σήμερα..... | 19 |
| 1.3.2. Εθνική και Κοινοτική νομοθεσία της βιολογικής γεωργίας | 22 |
| 1.3.2.1. Κανονισμός (ΕΟΚ) 2092/91 | 22 |
| 1.3.2.2. Νομοθεσία προϊόντων φυτικής και ζωικής προέλευσης..... | 23 |
| 1.3.3. Η βιολογική γεωργία στην Ελλάδα..... | 32 |
| Κεφάλαιο 2: Η τεχνική της Καλλιέργειας της Πιπεριάς..... | 35 |
| 2.1. Εισαγωγή | 35 |
| 2.2. Ιστορικό καταγωγής..... | 36 |
| 2.3. Καλλιεργούμενοι τύποι – Συστηματική κατάταξη | 36 |
| 2.4. Βοτανικοί χαρακτήρες | 39 |
| 2.4.1. Φυτό | 39 |
| 2.4.2. Ρίζα | 40 |
| 2.4.3. Φύλλα και άνθη..... | 40 |
| 2.4.4. Καρπός | 41 |
| 2.5. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση της καψαϊκίνης στις πιπεριές ..42 | |
| 2.5.1. Παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση της καψαϊκίνης στους καρπούς ..44 | |
| 2.6. Καλλιεργητικές τεχνικές ανάπτυξης της πιπεριάς | 46 |
| 2.6.1. Συνθήκες μικροκλίματος του θερμοκηπίου | 46 |
| Θερμοκρασία | 46 |
| Υγρασία | 48 |
| Έδαφος..... | 48 |
| 2.6.2. Καλλιεργητικές φροντίδες | 49 |
| Άρδευση και λίπανση | 49 |
| Υποστύλωση και κλάδεμα | 49 |
| Καταστροφή ζιζανίων | 50 |

| | |
|---|----|
| Συγκαλλιέργεια με κατιφέ (<i>Tagetes</i> sp)..... | 51 |
| Εισαγωγή βομβίνων (<i>Bombus terrestris</i>)..... | 54 |
| Οι ιδιότητες των μυκόρριζων..... | 55 |
| Κεφάλαιο 3: Αποτύπωση Συστήματος Οργάνωσης και Παραγωγής Βιολογικής Καλλιέργειας Πιπεριάς στο Θερμοκήπιο..... | 61 |
| 3.1. Εισαγωγή | 61 |
| 3.2. Έναρξη καλλιέργειας: Επιλογή ποικιλιών, προετοιμασία εδάφους και μεταφύτευση | 62 |
| 3.3 Χώρος διεξαγωγής του πειράματος – καταγραφή καλλιέργειας | 65 |
| 3.4. Εφαρμογές | 70 |
| 3.4.1. Καταγραφή λιπάνσεων | 70 |
| 3.4.2. Παρατήρηση εχθρών και ασθενειών – καταγραφή φυτοπροστατευτικών προϊόντων..... | 72 |
| Προσβολές από έντομα..... | 72 |
| Προσβολές από παθογόνα | 74 |
| 3.5 Μετρήσεις - Αποτελέσματα..... | 77 |
| 3.6 Συμπεράσματα | 82 |
| Βιβλιογραφία | 83 |

Περίληψη

Ως βιολογική γεωργία ορίζεται η μορφή γεωργικής παραγωγής μέσω της ανάπτυξης και της εφαρμογής ολοκληρωμένων σχέσεων μεταξύ πολύπλευρων παραγόντων (άνθρωπος, ζώα, περιβάλλον) με απώτερο σκοπό στην ασφαλέστερη διάθεση της παγκόσμιας τροφής σε επίπεδο υγείας και στην ελαχιστοποίηση της καταπόνησης του οικοσυστήματος (Πολυράκης, 2003, Γαλανοπούλου-Σενδουκά, κ.α. 2001). Η νομοθεσία που διέπει τις αρχές της βιολογικής καλλιέργειας στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) ενεργεί ώστε να ακολουθείται μια παράλληλη κατευθυντήρια γραμμή από τα κράτη μέλη. Σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Νο 837/2007 που αφορά στη χάραξη της πολιτικής, η ΕΕ θεσμοθετεί αυτούς τους κανονισμούς σε συνεργασία με όλα τα κράτη μέλη και εγγυάται τον συνώνυμο όρο «βιολογική γεωργία» προς όλους τους καταναλωτές και παραγωγούς της ΕΕ.

Το ενδιαφέρον προς την αναζήτηση αειφόρου γεωργίας παρουσιάστηκε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και τείνει να αυξάνεται μέχρι και σήμερα (Επιτροπάκης, 2000). Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο πόλεμο, (Β' ΠΠ) η εκτεταμένη ανάγκη για τροφή αλλά και η ευρεία διαθεσιμότητα από τις βιομηχανίες αγροχημικών, οδήγησε τους καλλιεργητές σε καθολική χρήση αγροχημικών προκειμένου να παραχθεί επαρκή ποσότητα για σίτιση. Η υπερεντατική γεωργία είχε ως αποτέλεσμα την αλόγιστη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων και συνθετικών λιπασμάτων και στα επόμενα χρόνια εμφανίστηκαν οι δυσμενείς επιδράσεις τους που σχετίζονταν με τη διάβρωση του εδάφους, την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας των φυτοπαρασίτων, τη ρύπανση των υδάτων, τη βιομεταφορά υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων από τα φυτά στην τροφή και κατ' επέκταση στον άνθρωπο. Οι διαπιστώσεις αυτές οδήγησαν στην σταδιακή ανάπτυξη μεθόδων φιλικών προς το περιβάλλον και κατά το δυνατόν με τις μικρότερες εισροές (Πολυράκης, 2003). Ειδικότερα, στα τα τέλη της δεκαετίας του 1980 παρουσιάστηκε μεγάλη άνοδος στη βιοκαλλιέργεια δεδομένης της ευρείας διάθεσης της γνώσης από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 2001). Σήμερα η βιολογική καλλιέργεια εφαρμόζεται με επιτυχία και η παραγωγή βιολογικών προϊόντων αυξάνεται συνεχώς σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην παρούσα μελέτη θα αναφερθεί η οργάνωση και ανάπτυξη βιολογικού συστήματος θερμοκηπιακής καλλιέργειας της πιπεριάς σύμφωνα με τον κανονισμό 834/2007 της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η πιπεριά (*Capsicum annuum*) ανήκει στην οικογένεια των Solanaceae και είναι ενδογενές φυτό των τροπικών περιοχών της Ν. Αμερικής. Καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις κυρίως για τον καρπό ο οποίος έχει ευρεία χρήση ως λαχανικό, μπαχαρικό ή καρύκευμα. Εκτός από *C. annuum* άλλα είδη καλλιεργούμενης πιπεριάς αποτελούν τα *C. frutescens*, *C. baccatum* Jack, *C. chinense* Jack, *C. pubescens* Ruiz and Pan κ.α. (Ολύμπιος 2015). Οι διάφοροι καλλιεργούμενοι τύποι πιπεριάς κατατάσσονται σύμφωνα με το σχήμα του καρπού τους. Συγκεκριμένα, οι πιο γνωστοί τύποι του είδους *C. annuum* είναι οι φλάσκα (bell), Pimiento, Anaheim chili, Cayenne, Jalapeno, Cherry και Wax ενώ του *C. frutescens* γνωστότερο καλλιεργούμενο τύπο αποτελεί το Tabasco (Ολύμπιος, 2015).

Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά της πιπεριάς είναι η περιεκτικότητά της σε καψαϊκίνη, ουσία που οφείλεται για την καυστικότητα της. Λόγω του πλήθους των βοτανικών ποικιλιών όμως η καυστικότητα διαφοροποιείται σε μεγάλο βαθμό (Ολύμπιος, 2015). Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι η περιεκτικότητά της σε μια πτητική ουσία, την $C_9H_{14}N_2O$ στην οποία οφείλεται η γλυκιά γεύση και οσμή (Singh & Kaur, 2018). Σύμφωνα με το FAO το 2016 παράχθηκαν πάνω από 34 εκατομμύρια τόνοι πιπεριάς σε παγκόσμια κλίμακα. Σε θερμοκηπιακές συνθήκες η πιπεριά καλλιεργείται στην Ελλάδα για πρόωμη παραγωγή την άνοιξη και για όψιμη παραγωγή το φθινόπωρο.

Το έδαφος του θερμοκηπίου πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ζιζάνια, έντομα και μολύσματα παθογόνων πριν την εγκατάσταση των φυταρίων. Προτείνονται εδάφη μη αλατούχα, πλούσια σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία (Ολύμπιος, 2001). Σε έρευνα των Mardanluo et.al., (2018), αναφέρεται ότι σε συνθήκες αυξημένης ποσότητας καλίου στο εδαφικό διάλυμα, παρατηρούνται ευεργετικές ιδιότητες στην ποιότητα και την ανάπτυξη του καρπού. Ακόμα, σύμφωνα με τους Maniutiu et.al., (2010) έχει παρατηρηθεί ότι το κλάδεμα αποτελεί μια από τις κεφαλαιώδεις καλλιεργητικές τεχνικές στα φυτά της πιπεριάς ενώ στις πιο διαδεδομένες τεχνικές ανήκουν το κλάδεμα με ένα – τέσσερα στελέχη. Και οι τρεις τεχνικές εκτός των άλλων συμβάλλουν στην ομοιόμορφη κατανομή φωτός στα φυτά (Singh & Kaur, 2018).

Σπουδαία καλλιεργητική τεχνική συνιστά η τεχνική της συγκαλλιέργειας, η οποία είναι γνωστή από την αρχαιότητα και εφαρμόζεται ευρέως μέχρι και σήμερα. Με τον όρο αυτό, εννοείται η ταυτόχρονη καλλιέργεια δύο ή και περισσότερων ειδών στο πεδίο (Κανάκης, 2003). Στην παρούσα μελέτη, εξετάστηκε η θερμοκηπιακή πιπεριά σε συγκαλλιέργεια με κατιφέ (*Tagetes erecta* cv Crackerjack). Ο κατιφές, έχει διαπιστωθεί

ότι δρα σαν φυτό «εξυγιαντής» σε φυτικά είδη όπως η πιπεριά. Θεωρείται ως είδος με ισχυρό αλληλοπαθητικό μηχανισμό ενάντια σε παθογόνα εδάφους όπως οι νηματώδεις. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μια ουσία (α -terthienyl) που δρα ανασταλτικά απέναντι στα συγκεκριμένα παθογόνα. Βέβαια, δεν έχει ακόμα διαλευκανθεί, από ποιο μέρος του φυτού εκκρίνεται και πιθανά σενάρια την τοποθετούν στις ρίζες ή το στέλεχος (Hooks, et.al., 2010).

Το πείραμα που διεξήχθη στα πλαίσια της πτυχιακής μελέτης έλαβε χώρα από τον Οκτώβριο του 2016 έως τον Μάιο του 2017. Για την διατήρηση της ποικιλομορφίας των ειδών ούτως ώστε να παρέχονται περισσότερες παρατηρήσεις, στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο εργαστηρίου Λαχανοκομίας του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου, εγκαταστάθηκαν πέντε υβρίδια πιπεριάς σε συγκαλλιέργεια με κατιφέ (*Tagetes erecta* cv Crackerjack).

Η Bellisa F1 που ανήκει στην κατηγορία του τύπου φλωρίνης, με καρπό κωνικό, έντονο κόκκινο χρώμα και μήκος μέτριο προς μακρύ. Το υβρίδιο αυτό, αναπτύσσει αραιό φύλλωμα και είναι ζωνηρό. Είναι ανθεκτικό στην ίωση του κηλιδωτού μαρασμού και παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά στην τροφοπενία ασβεστίου και στο σκάσιμο της επιδερμίδας των καρπών (Bellisa RZ F1 (35-308), χ.χ).

Η Raico F1, ανήκει στην κατηγορία του τύπου ντολμά. Ο καρπός της είναι χρώματος ανοιχτού πράσινου, με σχήμα σταθερό στην πάροδο της εξέλιξης της καλλιέργειας. Τέλος, παρουσιάζει ευρωστία και δίνει μεγάλη παραγωγή (Raico RZ F1, χ.χ).

Η Sammy F1, είναι υπερπρώιμο υβρίδιο πιπεριάς τύπου κέρατο. Αποδίδει μεγάλη και σταθερή παραγωγή ενώ είναι πολύ ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες. Θεωρείται επίσης ζωνηρό και εύρωστο φυτό (Sammy RZ F1 (35-92), χ.χ).

Η Zafiro F1, φυτό τύπου φλάσκα lamuyo, παρουσιάζει πολύ καλή καρπόδεση. Είναι υβρίδιο πολύ ζωνηρό, εύρωστο και αποδίδει πολύ καλή παραγωγή ακόμα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Zafiro RZ F1, χ.χ).

Τέλος, η Yanka F1, ήταν η μοναδική ποικιλία καυτερής πιπεριάς που εγκαταστάθηκε στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο. Το υβρίδιο αυτό θεωρείται ως το πιο αξιόλογο εμπορικό υβρίδιο της αγοράς. Ο καρπός του είναι τύπου μακρύ καυτερό, χρώματος ανοιχτού πράσινου που προοδευτικά μεταλλάσσεται σε κόκκινο. Είναι φυτό εύρωστο, ζωνηρό, με μεγάλη παραγωγή (Yanka RZ F1, χ.χ). Από τα παραπάνω υβρίδια που μελετήθηκαν, η Yanka F1 συγκεντρώνει την μεγαλύτερη συγκέντρωση

καψαϊκίνης και αποτέλεσε πηγή ευρύτερης αναζήτησης ως προς την κατανομή της στα διάφορα μέρη διάθεσης του φυτού και τους παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευσή της στην πιπεριά.

Η καψαϊκίνη, συνιστά το 60-70% των καψαϊκινοειδών που είναι υπεύθυνα για την καυστικότητα στην πιπεριά. Η αίσθηση της καυστικότητας αποδίδεται στην ενεργοποίηση εξειδικευμένων νευρώνων, των αλγοϋποδοχέων ενώ η ένταση διαφοροποιείται δυνητικά από σε άνθρωπο. Από τις αρχές που προηγούμενου αιώνα η αίσθηση της καυστικότητας εκτιμάται σε βαθμούς της κλίμακας Scoville ενώ σήμερα προτείνονται πιο αντικειμενικές μέθοδοι. Η διακύμανση της καψαϊκίνης μπορεί να ελέγχεται από ποικίλους παράγοντες, όπως ο γονότυπος, το περιβάλλον, η μεταξύ τους συσχέτιση, το στάδιο ανάπτυξης, οι ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, φωτισμός), το υψόμετρο καλλιέργειας, η αζωτούχος λίπανση, το υπόστρωμα κ.α. (Γαλανάκη & Γουμενάκη, 2017). Στην παρούσα μελέτη αναφέρονται εκτεταμένα οι παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση της καψαϊκίνης στις πιπεριές.

Η πειραματική διαδικασία ξεκινάει από το διάστημα της εγκατάστασης έως την απεγκατάσταση των φυτών από το θερμοκήπιο και η ενασχόληση αφορά σε όλες τις πρακτικές που εφαρμόστηκαν κατά το μεσοδιάστημα αυτό, όπως αρδεύσεις, λιπάνσεις, φυτοπροστασία, συγκομιδή κλπ. Κατά γενική ομολογία, η πειραματική διαδικασία καθώς και η μετέπειτα συγγραφή της πτυχιακής εργασίας στοχεύει στην κατά το δυνατόν βέλτιστη πρακτική και αποτύπωση συστημάτων οργάνωσης και παραγωγής βιολογικών πιπεριών με βάση την ισχύουσα κοινοτική νομοθεσία καθώς και την επάρκεια και την ασφαλή διάθεση στην αγορά. Τέλος, η παρούσα μελέτη αποσκοπεί σε έναν ενημερωμένο οδηγό ολοκληρωμένης διαχείρισης με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία σε συνάρτηση με τις εφαρμογές και την αποκομίζουσα γνώση στο πεδίο του πειράματος.

Κεφάλαιο 1: Βιολογική Καλλιέργεια

1.1. Ο ρόλος της συμβατικής γεωργίας και η στροφή στην αειφορία

Στις αρχές του 20^{ου} αι. η παγκόσμια διάθεση τροφής δεν ανταποκρινόταν στις ανάγκες του πληθυσμού. Μέσα από την τεχνολογική και ερευνητική εξέλιξη η διαθεσιμότητα των προϊόντων αυξήθηκε ταχέως σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό. Η διαδικασία της αύξησης της παραγωγικότητας είχε ως θεμέλιο την επαρκή σίτιση με διαρκή καλλιέργεια και συγκομιδή αγαθών. Ειδικότερα στην Ελλάδα, μετά τη λήξη του Β' Παγκοσμίου Πολέμου (ΒΠΠ), η ανάγκη για επαρκή σίτιση οδήγησε στην εντατικοποίηση της γεωργίας. Το μεγαλύτερο πρόβλημα ήταν ότι η υπερπαραγωγή αγαθών στοχοθετούσε τη μεγιστοποίηση της ποσότητας χωρίς την βελτιστοποίηση των προϊόντων ή την προστασία του περιβάλλοντος. Η υπερεντατική γεωργία με γνώμονα την αυξημένη χρήση εισροών είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πλεονασματικών προϊόντων, τη ρύπανση του περιβάλλοντος, την υποβάθμιση τρίτων χωρών από άποψη ανταγωνισμού (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 2001) και τέλος την παραγωγή ποικιλιών φυτών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος, η γεύση κ.α. με μειονέκτημα την αντοχή στις ασθένειες (Επιτροπάκης, 2000) και τελικά την υποβάθμιση της ποιότητας (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 2001).



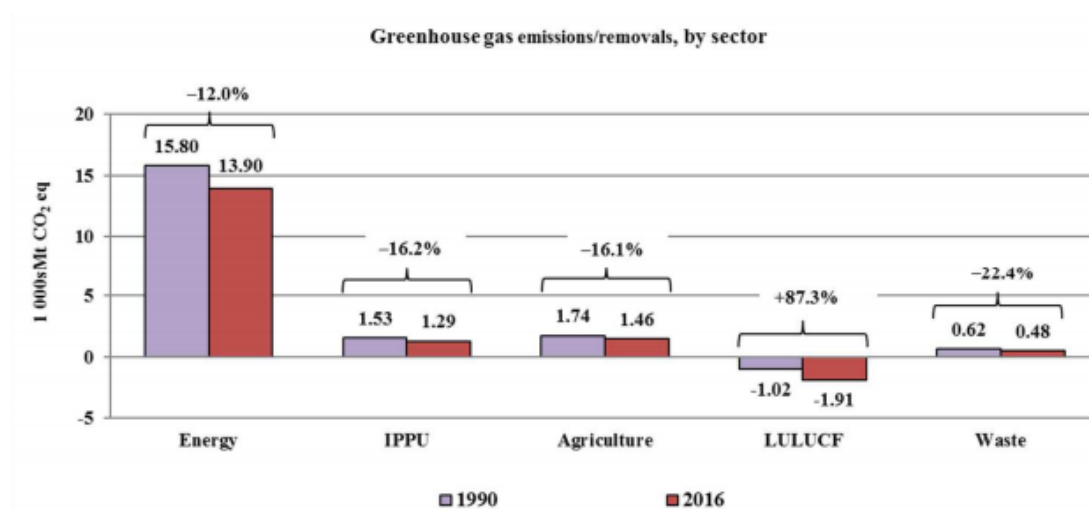
Εικόνα 1. 1: Αποτελέσματα αλόγιστης χρήσης αγροχημικών στη διάβρωση της θαλάσσιας ζωής. (Πηγή: Union of Concerned Scientists, Inc, <https://www.ucsusa.org>)

Η εφαρμογή αυτής της τεχνοτροπίας στις καλλιέργειες, είχε και συνεχίζει να έχει ιδιαίτερα αρνητικές επιπτώσεις όχι μόνο στο περιβάλλον αλλά και το ζωικό βασίλειο και τον άνθρωπο αντίστοιχα. Αποτέλεσμα της

αλόγιστης χρήσης αγροχημικών είναι η διάβρωση του εδάφους με εξάλειψη μεγάλου ποσοστού της χλωρίδας και της πανίδας. Μερίδιο ευθύνης επίσης έχουν στη μόλυνση των υδάτων και τη θαλάσσια ζωή (εικόνα 1.1). Τέλος η απορρόφηση τους από το έδαφος και κατά συνέπεια η κατανάλωση από τον άνθρωπο έχει βρεθεί ότι αποτελεί υπόβαθρο για πολλές ασθένειες (Επιτροπάκης, 2000).

Πλειάδα ερευνών κατά τα προηγούμενα χρόνια αλλά και σήμερα υποστηρίζει ότι τα αγροχημικά συνδέονται με πολλές παρενέργειες στην υγεία του ανθρώπου. Το 1986 βρέθηκε ότι οι αγρότες που έρχονται σε επαφή με ζιζανιοκτόνα πάνω από 20 ημέρες τον χρόνο αυξάνουν την πιθανότητα καρκίνου των λεμφαδένων κατά 600% σε σχέση με άλλους αγρότες. Επίσης στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ) βρέθηκε ότι κάθε χρόνο διαγιγνώσκονται 20.000 καρκινοπαθείς με κύριο αίτιο της ασθένειας τα βιοκτόνα, τα μυκητοκτόνα και τα ζιζανιοκτόνα. Γενικά, τα αγροχημικά έχουν άμεση σχέση με την καταστροφή του ανοσοποιητικού συστήματος και κάθε επακόλουθης ασθένειας αυτού (HIV, καρκίνου κ.α.). Τέλος, είδη αγροχημικών που διαλύονται στο λίπος (π.χ. C₂H₅Cl), μπορεί να προκαλέσουν μεταλλάξεις λόγω της απορρόφησης από ορισμένες μεμβράνες όπως η κυτταρική και η πυρηνική (Επιτροπάκης, 2000).

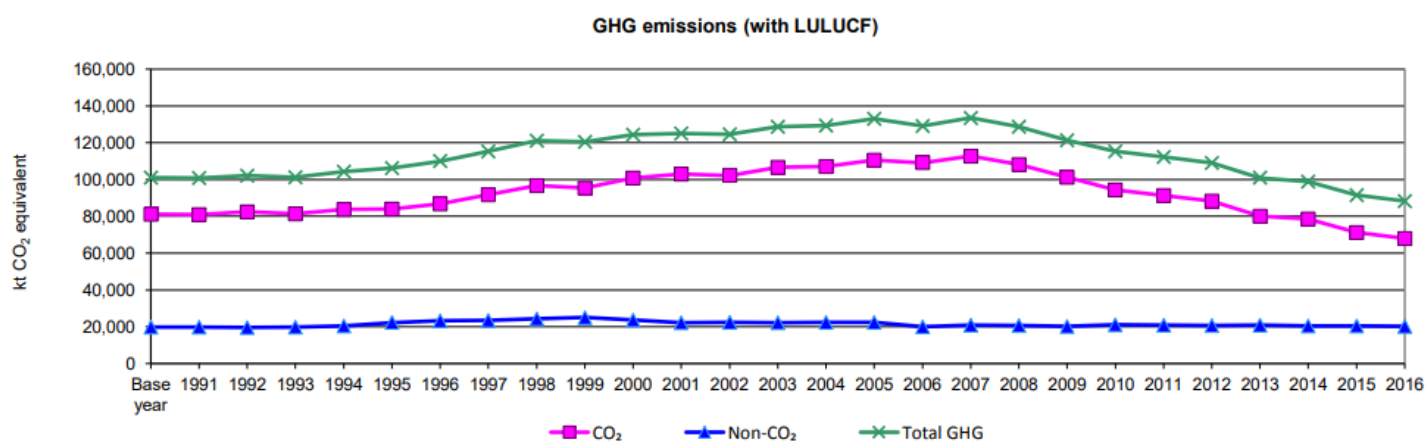
Πέρα όμως από τις παρενέργειες στην ανθρώπινη υγεία, η υπερεντατική γεωργία αποτελεί έναν από τους παράγοντες του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την αλλαγή του κλίματος, η γεωργία συμβάλλει στο 10-12% των συνολικών εκπομπών (διάγραμμα 1.1) και κατά 25% περίπου στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου (Lin, et al., 2011). Γίνεται βέβαια αντιληπτή η μείωση των επιπέδων CO₂ κατά 16,1% σε αυτό το χρονοδιάγραμμα, γεγονός που δύναται να μειωθεί ακόμα περισσότερο σύμφωνα με το πλαίσιο EUCO 169/14 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου περί των δεσμευτικών ετήσιων μειώσεων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με αυτό, στην Ελλάδα, η συνολική μείωση θα πρέπει να φτάσει το ποσοστό του 16% ως το 2030.



Διάγραμμα 1. 1: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα παρεμβολής κατά τα έτη 1990-2016. (Πηγή: UNFCCC, <https://unfccc.int>)

Δεν είναι όμως όλες οι μορφές γεωργίας το ίδιο επιζήμιες. Συγκεκριμένα, μια σύγχρονη μορφή συμβατικής γεωργίας, η βιομηχανική γεωργία, λόγω των αυξημένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί την πιο επιζήμια γεωργική μορφή καλλιέργειας. Η βιομηχανική γεωργία, μέσα από τις δραστηριότητες που πραγματοποιεί, εκλύει σε μεγάλο βαθμό τρία βασικά αέρια που είναι υπεύθυνα για την αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο, (CH₄) και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O). Η υπερεντατική γεωργία είναι υπεύθυνη για το 50% του εκλυόμενου CH₄ ενώ η έκλυση του N₂O από το έδαφος φτάνει σε συνολικό ποσοστό του 75% (Lin, et al., 2011).

Σύμφωνα με τον οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (UNFCCC), στο παραπάνω διάγραμμα (1.2), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεταβολής των αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα, από το 1990 ως και το 2016. Στην ετήσια έκθεση απογραφής της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που εκπονήθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) στην Κοπεγχάγη το 2007, παρατηρήθηκε μια συνολική μείωση των εκπομπών των αερίων της τάξης του 7,9% για την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) των 27 από το 1990 ως το 2006 και κατά 0,8% στην ΕΕ-15 κατά τα έτη 2004-2005 κυρίως λόγω της μείωσης των εκπομπών του CO₂ κατά 0,7%. Οι τομείς που συνεισφέραν στη μείωση των εκπομπών από το 2004-2005 ήταν κυρίως η δημόσια παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, οι οδικές μεταφορές, τα νοικοκυριά και οι υπηρεσίες (ΕΟΠ, 2007).



Διάγραμμα 1. 2: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα κατά τα έτη 1990-2016. (Πηγή: UNFCCC, <https://unfccc.int>)

1.2. Αειφόρος ανάπτυξη και αειφορική γεωργία

Κατά τη διάρκεια του 19^{ου} αι. η έννοια της αειφορίας εκμεταλλευόταν από την επιστήμη της δασοπονίας και αφορούσε σε θέματα ρύθμισης δασικών εκτάσεων προκειμένου να διατίθεται συνεχή και σταθερή ποσότητα προϊόντων και υπηρεσιών. Με την πάροδο των χρόνων απέκτησε ευρύτερη έννοια και σήμερα αποδίδεται σε όλες τις αρχές διαχείρισης οικοσυστημάτων και φυσικών πόρων (Πολυράκης, 2003).



Εικόνα 1. 2: Η έννοια της αειφορίας. (Πηγή: Scientific European, <https://www.scientificeuropean.co.uk/>)

Η αειφορία σήμερα σχετίζεται με την έννοια (εικόνα 1.1) των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν επ' άοριστο με βάση την δεδομένη γνώση και την υπάρχουσα τεχνολογία. Ως όρος, αναφέρεται στις διαδικασίες εκείνες που αποβλέπουν στη διαρκή ανάπτυξη,

διασφαλίζοντας επάρκεια και ασφάλεια σίτισης προς τον άνθρωπο με πρακτικές

που καθιστούν βιώσιμο το περιβάλλον για τον ίδιο και τις ερχόμενες γενεές (Πολυράκης, 2003).

Η αειφόρος ανάπτυξη ως απορροή της αειφορίας, έχει αποδοθεί κατά καιρούς με διάφορα νοήματα. Μέσα από τις προσπάθειες που στοχεύουν στην συνεχή ανάπτυξη με τη βέλτιστη διαχείριση του οικοσυστήματος η αειφόρος ανάπτυξη συντίθεται μέσα από τρεις άξονες οι οποίοι φαίνεται να έχουν ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα. Τον οικονομικό άξονα ο οποίος έχει ως σκοπό τη μέγιστη και ίση κατανομή αγαθών με βάση το υπάρχον κεφάλαιο. Τον κοινωνικό άξονα που αποβλέπει στην επίτευξη της εκμάθησης και διατήρησης της παιδείας μέσω της έγκυρης πληροφόρησης, της συμμετοχής, της συνεργασίας του κοινωνικού συνόλου κ.α. Τέλος, αφορά τον οικολογικό άξονα ο οποίος αποσαφηνίζεται μέσα από μια σειρά παραγόντων που στόχο έχουν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και δυναμικότητας του οικοσυστήματος και την εφαρμογή των αρχών που διέπουν την προστασία του περιβάλλοντος. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η καθολική άσκηση του μοντέλου της αειφόρου ανάπτυξης αποτελεί τον πυλώνα για την υιοθέτηση αειφορικού τρόπου ζωής από το κοινωνικό σύνολο (Πολυράκης, 2003).

Η αειφόρος ανάπτυξη έγκειται στην εφαρμογή στην γεωργία. Η αειφόρος γεωργία προϋποθέτει την εναρμόνιση συστημάτων καλλιέργειας που είναι ταυτόχρονα οικονομικά επικερδή και περιβαλλοντικά βιώσιμα. Μια ολιστική προσέγγιση ενός συστήματος αειφόρου γεωργίας θα πρέπει να εξασφαλίζει ένα ικανοποιητικό εισόδημα για τους καλλιεργητές και να επενδύει στην προοδευτική αύξηση της παραγωγής με τις ελάχιστες δυνατές ανθρώπινες καταπονήσεις σε επίπεδο περιβάλλοντος. Ως ελάχιστες απαιτήσεις για τη μείωση της καταπόνηση του περιβάλλοντος θεωρούνται η προστασία του εδάφους, των υδάτων, του γενετικού και ζωικού υλικού κλπ (Πολυράκης, 2003).

Η έννοια της αειφορίας εκτός από οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες περιλαμβάνει και τη διατήρηση των συστημάτων αυτών χρονικά. Έτσι επιβάλλεται περαιτέρω διερεύνηση από την επιστημονική κοινότητα προκειμένου να δημιουργηθούν νέα καλλιεργητικά πρότυπα που να εξασφαλίζουν τη μελλοντική αειφορία (Πολυράκης, 2003).

1.3. Βιολογική Γεωργία

Η βιολογική γεωργία, αποτελεί μια από τις βέλτιστες μορφές αειφόρου γεωργίας. Ως ιδέα, γεννήθηκε τον περασμένο αιώνα στην κεντρική Ευρώπη και συνεχίζει να είναι αντικείμενο πολύπλευρου ενδιαφέροντος μέχρι και σήμερα. Κύριο χαρακτηριστικό της βιολογικής γεωργίας είναι η απαλλαγή των καλλιεργειών από αγροχημικά τα οποία αντικαθίστανται με φυτοπροστατευτικά προϊόντα φυτικής προέλευσης καθώς και η αποεντατικοποίηση με την απασχόληση περισσότερου εργατικού δυναμικού. Ως καλλιεργητική τεχνική βασιζόμενη σε αειφορικά συστήματα αποσκοπεί στην μέγιστη μείωση εισροών προκειμένου να παραχθούν προϊόντα με την μικρότερη επιρροή στο οικοσύστημα. Η βιολογική γεωργία, εκτός από την ελαχιστοποίηση της καταπόνησης του περιβάλλοντος αποβλέπει στην ασφαλή, επαρκή και ποιοτική παραγωγή προϊόντων για την παγκόσμια κοινότητα (Επιτροπάκης, 2000, Πολυράκης, 2003). Οι παραπάνω στόχοι καθιστούν τη βιολογική καλλιέργεια ως ικανοποιητική απάντηση απέναντι στις συμβατικές μορφές καλλιέργειας. Παρ' όλα αυτά η εφαρμογή της στο χωράφι προσκρούει σε διάφορες δυσκολίες οι οποίες δύναται να απαντηθούν σε παρακάτω κεφάλαιο.

Η ΕΕ στα πλαίσια της εφαρμογής της βιολογικής καλλιέργειας συνδιασμένη με τον ιδανικό τρόπο ενεργεί ώστε να ακολουθείται μια παράλληλη κατευθυντήρια γραμμή από τα κράτη μέλη. Σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής

Επιτροπής Νο 837/2007 που αφορά στη χάραξη της πολιτικής, η ΕΕ θεσμοθετεί αυτούς τους κανονισμούς σε συνεργασία με όλα τα κράτη μέλη και εγγυάται τον συνώνυμο όρο «βιολογική γεωργία» προς όλους τους καταναλωτές και παραγωγούς της ΕΕ. Τα πλαίσια που συνθέτουν τους κανονισμούς και τις λειτουργίες της βιολογικής καλλιέργειας, αναπτύσσονται σε παρακάτω κεφάλαιο.

1.3.1. Ιστορική Αναδρομή

Η βιολογική γεωργία με τη σημερινή της σημασία είναι η απορροή διάφορων προβληματισμών και ενεργειών που τέθηκαν σε εφαρμογή στις αρχές της δεκαετίας του 1920, στη Γερμανία. Η παγκόσμια εξέλιξη της βιολογικής καλλιέργειας χωρίζεται σε τρία χρονολογικά στάδια, την ανάδειξη, την εξάπλωση και την ανάπτυξη (Shi-mingl and Sauerborn, 2006).

1.3.1.1. Ανάδειξη: 1924-1970

Το πρώτο στάδιο της βιολογικής καλλιέργειας αναφέρεται ως Ανάδειξη και εμφανίστηκε στη Γερμανία το 1924 από τον Rudolf Steiner μέσα από το μάθημα “*Social Scientific Basis of Agricultural Development*” στο οποίο αναλύει τη φιλοσοφική του θεωρία με ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα (Shi-mingl and Sauerborn, 2006). Στα τέλη της δεκαετίας του 1920, ο H. Pfeiffer, ανέδειξε τη βιοδυναμική γεωργία η οποία σύμφωνα με τον Πολυράκη (2003), ορίζεται ως « *Η κατεύθυνση της βιολογικής γεωργίας που εξετάζει ολιστικά τους παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών με έμφαση στις κοσμικές επιδράσεις της σελήνης, των πλανητών και των αστερισμών και τις οποίες ενεργοποιεί με τα κατάλληλα σκευάσματα.* ». Η βιοδυναμική γεωργία, χρησιμοποιήθηκε στην ίδια χρονολογία από τη Γερμανία, την Ελβετία, την Αγγλία, τη Δανία και την Ολλανδία (Shi-mingl and Sauerborn, 2006).

Γύρω στο 1930, ο πολιτικός Hans Mueler, στηριζόμενος κυρίως σε πολιτικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες, προώθησε τις υπάρχουσες ιδέες και αρχές της βιολογικής καλλιέργειας στο κοινό. Ο Hans Peter Rush, εμπνευσμένος από τα δεδομένα που είχε παραθέσει ο H. Mueler, εισήγαγε αυτές τις ιδέες σε ένα σύστημα που στοχοθετούσε τη μέγιστη χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών του εδάφους. Mueler και Rush δημιούργησαν μαζί τον οργανισμό για την ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας στις Γερμανόφωνες χώρες και περιοχές (*organic -*

biological agriculture and its development in the Germanic speaking countries and regions) (Shi-mingl and Sauerborn, 2006).

Ο Albert Howard, ως κύριος υποκινητής του κινήματος της βιολογικής γεωργίας μέσα από το βιβλίο του “*An Agricultural Testament*”, συνοψίζοντας 25 χρόνια εργασίας, αναλύει μεταξύ άλλων τη σχέση της υγείας του εδάφους με τα φυτά και τα ζώα. Το 1942, ο J.I. Rodale εξέδωσε για πρώτη φορά το επιστημονικό περιοδικό “*Organic Gardening*” μέσα από το οποίο ο ίδιος είχε σκοπό να αναπτύξει και να αποδείξει την ανοικοδόμηση της γονιμότητας του εδάφους μέσα από πρακτικές μεθόδους. Το 1939, η Eve Balfour έθεσε σε εφαρμογή το πρώτο συγκριτικό πείραμα παγκοσμίως που αφορούσε στις διαφορές της βιολογικής γεωργίας με τη συμβατική, γνωστό και ως πείραμα του Haughley. Μέχρι τις δεκαετίες του 1950-1960 δεδομένης της διάθεσης των νέων στοιχείων που αφορούσαν σε έναν πιο αειφόρο τρόπο καλλιέργειας βασιζόμενο στις σχέσεις υγείας εδάφους, φυτών, ζώων και καταναλωτών η βιολογική γεωργία ξεκίνησε να αναπτύσσεται με ταχύτερους ρυθμούς (Shi-mingl and Sauerborn, 2006).

1.3.1.2. Εξάπλωση: 1970-1990

Η πετρελαϊκή κρίση του 1973-1974 αποτέλεσε την κύρια πηγή ευαισθητοποίησης και εξάπλωσης μιας εναλλακτικής μορφής αγρο-οικολογικής γεωργίας. Η περίοδος αυτή διακρίνεται για τις νέες ιδέες, τις κοινωνικές αλλαγές, τις διαμαρτυρίες και τη διάδοση εναλλακτικών τρόπων ζωής. Μέσα από τις γενικές αρχές, τις έρευνες και τις ανακαλύψεις της βιολογικής γεωργίας, εξαπλώθηκε η ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος, τη χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών και την ελαχιστοποίηση των εισροών προκειμένου να παράγεται και να διατίθεται ασφαλής ποσότητα και ποιότητα αγαθών προς το καταναλωτικό κοινό με βάση τη βιώσιμη γεωργία (Shi-mingl and Sauerborn, 2006).

Κατά τις δεκαετίες του 1960-1970 σχηματίστηκαν πολλές οργανώσεις με κοινό πόλο την προώθηση της βιολογικής καλλιέργειας. Το 1972, ιδρύθηκε η μεγαλύτερη μη κυβερνητική οργάνωση (Shi-mingl and Sauerborn, 2006), η Διεθνής Ομοσπονδία Κινημάτων Βιολογικής Γεωργίας (International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM). Η IFOAM αποτελεί τον φορέα σύνδεσης οργανώσεων, ομάδων κ.α. από όλο τον κόσμο που έχουν σαν πυρήνα την προώθηση και εξάπλωση της βιολογικής γεωργίας. Η IFOAM αποβλέπει στην υποστήριξη και την

προώθηση της βιολογικής γεωργίας σε διεθνές επίπεδο, τη διάδοση της γνώσης προς τα μέλη της και το κοινωνικό σύνολο και την ενιαία θέσπιση προδιαγραφών άσκησης του μοντέλου της βιολογικής καλλιέργειας παγκοσμίως (Πολυράκης, 2003).

Το μοντέλο του βιολογικού τρόπου παραγωγής άρχισε να ωριμάζει κατά τη δεκαετία του 1980. Αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ αλλά και πολλές τρίτες χώρες (Πολυράκης, 2003). Αξιοσημείωτη ήταν η αύξηση των βιοκαλλιεργητών το 1980 από 100 σε 700 στο τέλος της δεκαετίας (Γαλανοπούλου – Σενδουκά, 2001). Όλη αυτή η αυξανόμενη κίνηση, επηρεάστηκε από την ευαισθητοποίηση του κοινού σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και την ανάγκη πρόσβασης προϊόντων μειωμένων εισροών που δεν καθίστανται επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία. Οι κυβερνήσεις και γενικά οι δημόσιες διοικητικές υπηρεσίες απαντούν θετικά στην εμφάνιση βιολογικών μορφών καλλιέργειας θεσπίζοντας προδιαγραφές και κανονισμούς, εντάσσοντάς τη στα πεδία έρευνας (Πολυράκης, 2003).

1.3.1.3. Ανάπτυξη: 1990-σήμερα

Η δεκαετία αυτή χαρακτηρίστηκε από τη θέσπιση νέων ρυθμίσεων, τη συγκρότηση νέων οργανισμών και η βιολογική γεωργία προωθήθηκε γενικά από κυβερνητικούς και μη οργανισμούς (Shi-mingl and Sauerborn, 2006). Το 1990 ιδρύθηκε η μεγαλύτερη μέχρι σήμερα εμπορική έκθεση βιολογικών προϊόντων η Γερμανική BioFach (ITC, 1999) ενώ στις ΗΠΑ δημοσιοποιήθηκαν οι κανονισμοί περί βιολογικής γεωργίας (Greene, 2001).

Στις 24 Ιουνίου του 1991 δημοσιεύθηκε ο Κανονισμός (ΕΟΚ) 2092/91 του Συμβουλίου *«περί του βιολογικού τρόπου παραγωγής γεωργικών προϊόντων και των σχετικών ενδείξεων στα γεωργικά προϊόντα και στα είδη διατροφής»* ο οποίος έγινε νόμος το 1993 και υιοθετήθηκε επίσης από τα περισσότερα κράτη μέλη της ΕΟΚ ως το 1994 (Shi-mingl and Sauerborn, 2006). Ο νόμος αυτός αποτέλεσε την επίσημη αναγνώριση σε κοινοτικό επίπεδο του βιολογικού τρόπου καλλιέργειας, θεωρείται μέχρι σήμερα ο σημαντικότερος κανονισμός της βιολογικής γεωργίας στην ΕΕ (Πολυράκης, 2003) και αναλύεται σε παρακάτω κεφάλαιο.

Το 1999 η IFOAM και ο FAO έθεσαν τις κατευθυντήριες γραμμές για την παραγωγή, την επεξεργασία, την επισήμανση και την εμπορία των βιολογικών προϊόντων (Shi-mingl and Sauerborn, 2006). Η προσπάθεια αυτή έγινε στα πλαίσια

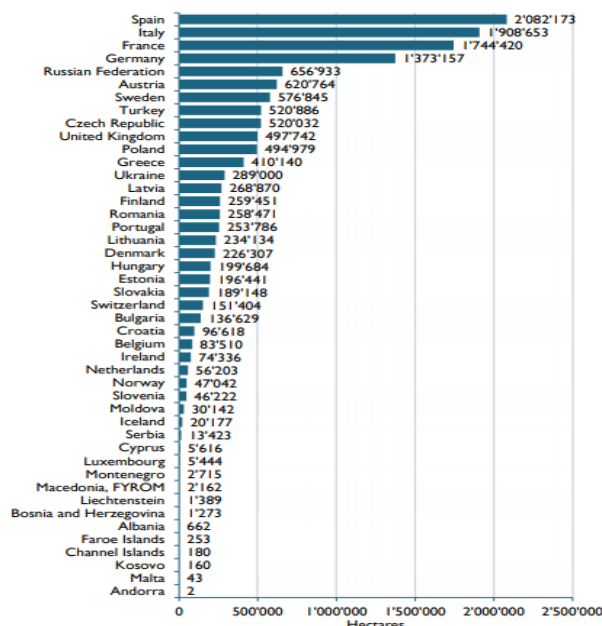
εναρμόνισης των αρχών της βιολογικής γεωργίας και οι κύριοι στόχοι όπως αναφέρονται στο GL 32 – 1999 έχουν ως εξής:

- i. Την προστασία των καταναλωτών από την εξαπάτηση μη πιστοποιημένων βιολογικών προϊόντων.
- ii. Την προστασία των βιοκαλλιεργητών από τα ψευδώς φερόμενα βιολογικά προϊόντα.
- iii. Τη διασφάλιση της συμμόρφωσης σε όλα τα στάδια παραγωγής, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές.
- iv. Την εναρμόνιση των διατάξεων για την παραγωγή, την πιστοποίηση, την επισήμανση κ.α. των οργανικών προϊόντων.
- v. Την παροχή διεθνών γραμμών για τα συστήματα ελέγχου των βιολογικών προϊόντων προκειμένου να διευκολύνεται η αναγνώριση όλων των εθνικών συστημάτων ως ισοδύναμα για τους σκοπούς των εισαγωγών και
- vi. Τη διατήρηση και την ενίσχυση των βιολογικών συστημάτων κάθε χώρας προκειμένου οι γραμμές αυτές να συμβάλλουν στη τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη της παγκόσμιας συντήρησης.

Η άνθηση της βιολογικής γεωργίας σε αυτό το στάδιο, αναπτύχθηκε ταχέως και πολλές επιχειρήσεις λιανικού εμπορίου υιοθέτησαν τις παραπάνω οδηγίες (Shi-mingl and Sauerborn, 2006).

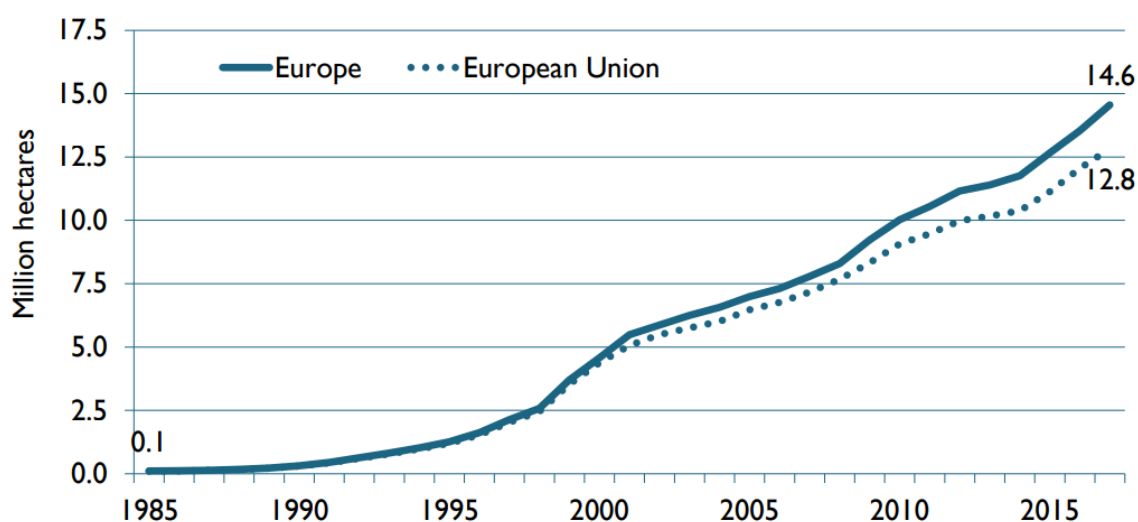
Έκτοτε, μέχρι και σήμερα η βιολογική γεωργία αποτελεί σημαντικό μέρος της γεωργίας που ολοένα και αυξάνεται. Τη δεκαετία του 2000 παρατηρήθηκε μια συνολική αύξηση της βιολογικής γεωργίας κατά 6,4% για τα κράτη μέλη της ΕΕ και κατά 7,9 για τις χώρες της Ευρώπης σε σχέση με τις αρχές του 1990. Πρώτη κατατάσσεται η Ισπανία με συνολικές καλλιέργειες που φτάνουν το ένα έκτο των συνολικών Ευρωπαϊκών βιοκαλλιεργούμενων εδαφών (διάγραμμα 1.3). Το 2017 οι βιοκαλλιεργητές σε Ευρωπαϊκό επίπεδο αυξήθηκαν κατά 7% και κατά 4% στις χώρες μέλη της ΕΕ, ενώ στη δεκαετία 2008-2017 παρατηρήθηκε συνολική αύξηση κατά 79% στις χώρες της Ευρώπης και κατά 55% στα κράτη μέλη της ΕΕ. Φυσικό επακόλουθο της αύξησης των βιοκαλλιεργητών και της βιολογικής καλλιέργειας ήταν και η αύξηση του εμπορίου βιολογικών προϊόντων. Σήμερα η ΕΕ αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη αγορά βιολογικών προϊόντων παγκοσμίως μετά τις ΗΠΑ με συνολικές απολαβές της τάξης των 34,3 δισεκατομμυρίων ευρώ. Πρώτη αγορά πανευρωπαϊκά θεωρείται η

Γερμανία που αποτιμάται περίπου στο ένα τρίτο του συνολικού εμπορίου βιολογικών προϊόντων, ενώ κατατάσσεται δεύτερη παγκοσμίως (Willer et.al., 2019).

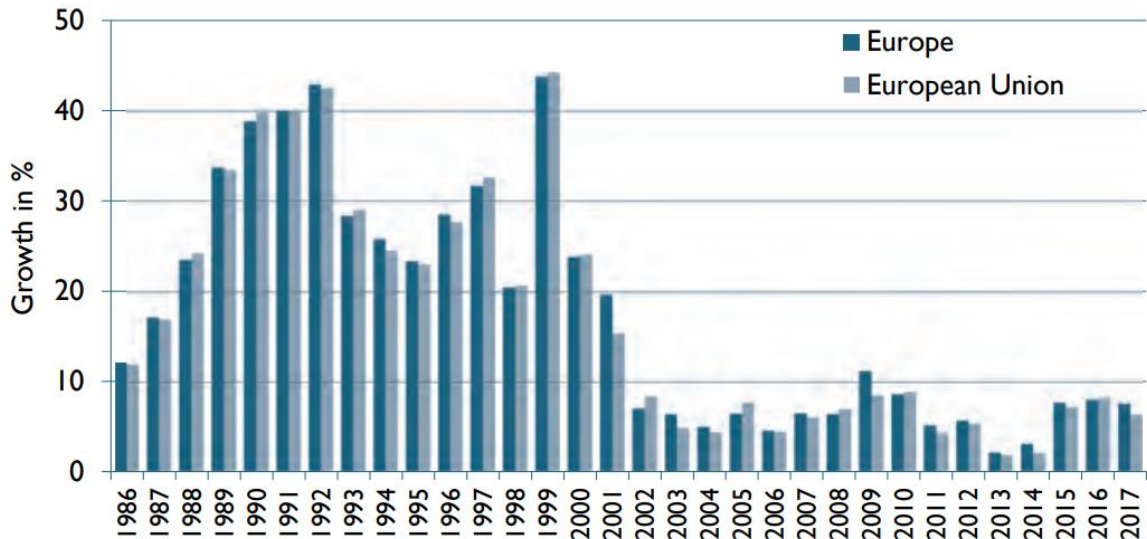


Διάγραμμα 1. 3: Οι βιοκαλλιεργούμενες εκτάσεις στην Ευρώπη για το 2017. (Πηγή: Willer, et.al., 2019).

Το 2017, οι βιοκαλλιεργούμενες εκτάσεις αυξήθηκαν σε ποσοστό 6,4% για την ΕΕ και 7,6% για τις χώρες της Ευρώπης. Ο λόγος της μεγαλύτερης αύξησης στις χώρες της Ευρώπης αποδόθηκε στη Ρωσία λόγω της πολύ μεγάλης αύξησης των εκτάσεων της βιολογικής της καλλιέργειας. Τέλος, βρέθηκε ότι οι βιοκαλλιεργούμενες εκτάσεις από το 2015-2017 είχαν μεγαλύτερη ανάπτυξη σε σχέση με το 2011-2014 (Διάγραμμα 1.4 και 1.5) (Willer, et.al., 2019).



Διάγραμμα 1. 4: Η ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας στην Ευρώπη και την ΕΕ από το 1985 ως το 2017 (Πηγή: Willer, et.al., 2019).



Διάγραμμα 1. 5: Ρυθμός ανάπτυξης των βιοκαλλιεργούμενων εκτάσεων στην Ευρώπη και την ΕΕ από το 1985 ως το 2017. (Πηγή: Willer, et.al., 2019).

1.3.2. Εθνική και Κοινοτική νομοθεσία της βιολογικής γεωργίας

Σε παγκόσμιο επίπεδο αναγνωρίζεται ο διττός ρόλος της βιολογικής γεωργίας ως ασφαλής μέθοδος παραγωγής τροφίμων που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού και ως μέσο προώθησης της βιωσιμότητας και της συνεχούς αειφορίας του περιβάλλοντος. Προκειμένου να επιτυγχάνεται η τεχνική της βιολογικής γεωργίας κάθε βιοκαλλιεργητής, πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένους κανονισμούς και πλαίσια τόσο σε τοπικό όσο και εθνικό επίπεδο.

Η καθολική τήρηση όλων των κανονισμών εξασφαλίζει ότι το παραγόμενο προϊόν θα ορίζεται ως βιολογικό. Οι προδιαγραφές που εφαρμόζονται μέχρι και σήμερα ήταν αποτέλεσμα της IFOAM γεγονός που αποτελεί και την πρώτη ιστορικά ενοποίηση πλαισίων που αφορούν στη βιολογική γεωργία. Στα τέλη της δεκαετίας του 1970 καθιερώθηκε επίσημα ο νόμος 2092/91 ο οποίος θεωρείται μέχρι και σήμερα ο σημαντικότερος κανονισμός που διέπει τις αρχές της βιολογικής γεωργίας (Πολυράκης, 2003).

1.3.2.1. Κανονισμός (ΕΟΚ) 2092/91

Ο Κανονισμός 2092/91 συμπεριλαμβανομένων όλων των τροποποιήσεων, με τελευταία τροποποίηση τον Κανονισμό (ΕΕ) 2018/848 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30^{ης} Μαΐου 2018 «για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ)

αριθμ. 834/2007 του Συμβουλίου», συνθέτουν το ενιαίο θεσμικό πλαίσιο της βιολογικής γεωργίας. Χωρίζεται σε τρία κεφάλαια τα οποία συγκροτούν τον συνολικό κανονισμό. Καθορίζονται οι βασικές αρχές της βιολογικής παραγωγής, οι όροι που πρέπει να εφαρμόζονται στις βιολογικές καλλιέργειες (άρθρο 6) καθώς και η πώληση βιολογικών προϊόντων που αυστηρά διαθέτουν την σχετική επισήμανση η οποία πιστοποιείται ειδικούς φορείς (άρθρο 5). Για την Ελλάδα, οι φορείς αυτοί είναι ο Σύλλογος Οικολογικής Γεωργίας Ελλάδας (ΣΟΓΕ), ο σύλλογος ΔΗΩ, η Φυσιολογική ΣΠΕ με έδρα την Αλεξάνδρεια Ημαθίας και το ΕΛΓΟ Δήμητρα (παλαιότερα Agrocert - Οργανισμός Πιστοποίησης και Επίβλεψης Γεωργικών προϊόντων – ΟΠΕΓΕΠ) (Πολυράκης 2003).

Ο παρόν κανονισμός, ενσωματώθηκε από την Εφημερίδα της Κυβερνήσεως και εφαρμόζεται στην Ελλάδα από το 1993. Σχεδιάστηκε προκειμένου να ρυθμίσει την νέα πραγματικότητα δεδομένων της νεοεισαχθείσας παραγωγής προϊόντων και αποβλέπει στους εξής στόχους:

α) Στην εγκαθίδρυση όρων δίκαιου ανταγωνισμού μεταξύ των βιοκαλλιεργητών.

β) Στη διασφάλιση της ελεύθερης διακίνησης των βιολογικών προϊόντων μέσα στην κοινότητα.

γ) Στη βελτίωση της αξιοπιστίας των βιολογικών προϊόντων στην προτίμηση των καταναλωτών

δ) Στην προώθηση μιας γεωργίας που αποβλέπει τόσο στην ισορροπία της αγοράς των γεωργικών προϊόντων όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος (Πολυράκης, 2003).

1.3.1.2. Νομοθεσία προϊόντων φυτικής και ζωικής προέλευσης

Στο πέρασμα των χρόνων, έχουν γίνει πολλές τροποποιήσεις των νόμων περί βιολογικής καλλιέργειας. Σήμερα σε εθνικό επίπεδο, ακολουθούνται συγκεκριμένοι κανονισμοί που αφορούν την βιολογική γεωργία. Όπως αναγράφεται στην επίσημη σελίδα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ), η νομοθεσία που ακολουθείται σήμερα σε εθνικό επίπεδο συνοψίζεται στους παρακάτω κανονισμούς:

Κανονισμός (ΕΕ) 2018/848 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018 για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου.

Κανονισμός (ΕΚ) 1235/2008 της Επιτροπής, για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2017/1473 της Επιτροπής της 14ης Αυγούστου 2017 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2017/872 της Επιτροπής της 22ας Μαΐου 2017 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2016/2259 της Επιτροπής της 15ης Δεκεμβρίου 2016 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2016/1842 της Επιτροπής της 14ης Οκτωβρίου 2016 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 όσον αφορά τα πιστοποιητικά ελέγχου που αποστέλλονται με ηλεκτρονικά μέσα για εισαγόμενα βιολογικά προϊόντα και για κάποια άλλα στοιχεία, και του κανονισμού

(ΕΚ) αριθ. 889/2008 όσον αφορά τις απαιτήσεις για συντηρημένα ή μεταποιημένα βιολογικά προϊόντα και τη διαβίβαση πληροφοριών.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2016/1330 της Επιτροπής της 2ας Αυγούστου 2016 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2016/910 της Επιτροπής της 9ης Ιουνίου 2016 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 2016/459 της Επιτροπής της 18ης Μαρτίου 2016 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 2015/2345 της Επιτροπής της 15ης Δεκεμβρίου 2015 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1980/2015 της Επιτροπής της 4ης Νοεμβρίου 2015 σχετικά με τη διόρθωση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 931/2015 της Επιτροπής της 17ης Ιουνίου 2015 σχετικά με την τροποποίηση και τη διόρθωση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 2015/131 της Επιτροπής της 23 Ιανουαρίου 2015 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1287/2014 της Επιτροπής της 28ης Νοεμβρίου 2014 σχετικά με την τροποποίηση και τη διόρθωση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 829/2014 της Επιτροπής της 30ής Ιουλίου 2014 σχετικά με την τροποποίηση και την διόρθωση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 644/2014 της Επιτροπής της 16ης Ιουνίου 2014 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 της Επιτροπής για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 442/2014 της Επιτροπής της 30ής Απριλίου 2014 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 όσον

αφορά τις αιτήσεις καταχώρισης στον κατάλογο των τρίτων χωρών που αναγνωρίζονται για τους σκοπούς της ισοδυναμίας σε σχέση με την εισαγωγή βιολογικών προϊόντων.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθμ. 355/2014 της Επιτροπής της 8ης Απριλίου 2014 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 1235/2008 της Επιτροπής για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Κανονισμός (ΕΕ) 519/2013/21.02.13 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Εκτελεστικός Κανονισμός(ΕΕ) αριθ. 586/2013 της Επιτροπής της 20ής Ιουνίου 2013 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες και για παρέκκλιση από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 όσον αφορά την ημερομηνία υποβολής της ετήσιας έκθεσης.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 567/2013 της Επιτροπής της 18ης Ιουνίου 2013 σχετικά με τη διόρθωση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 125/2013 της Επιτροπής της 13ης Φεβρουαρίου 2013 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ.

834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθμ. 751/2012 της Επιτροπής της 16ης Αυγούστου 2012 για την διόρθωση του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθμ. 508/2012 της Επιτροπής της 20ης Ιουνίου 2012 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθμ. 126/2012 της Επιτροπής της 14ης Φεβρουαρίου 2012 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 889/2008 όσον αφορά τα αποδεικτικά έγγραφα και την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 1235/2008 όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 1084/2011 σχετικά με την τροποποίηση και τη διόρθωση του Καν (ΕΚ) αριθ.1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του καν.(ΕΚ) αριθ.834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες. (04.07.12)

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 1267/2011 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 590/2011 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 για τον καθορισμό των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τρίτες χώρες.

Κανονισμός (ΕΕ) 471/2010 της Επιτροπής για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008, όσο αφορά τον κατάλογο των τρίτων χωρών από τις οποίες πρέπει να προέρχονται ορισμένα γεωργικά προϊόντα βιολογικής παραγωγής προκειμένου να διατεθούν στο εμπόριο στην Κοινότητα. (31.08.2011)

Κανονισμός (ΕΚ) 537/2009 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008, όσο αφορά τον κατάλογο των τρίτων χωρών από τις οποίες πρέπει να κατάγονται ορισμένα βιολογικά παραγόμενα γεωργικά προϊόντα προκειμένου να κυκλοφορούν στο εμπόριο εντός της Κοινότητας.

Κανονισμός (ΕΚ) 889/2008 της Επιτροπής, σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2017/838 της Επιτροπής της 17ης Μαΐου 2017 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 όσον αφορά τις ζωοτροφές για τη βιολογική παραγωγή ζώων υδατοκαλλιέργειας.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 2016/1842 της Επιτροπής της 14ης Οκτωβρίου 2016 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1235/2008 όσον αφορά τα πιστοποιητικά ελέγχου που αποστέλλονται με ηλεκτρονικά μέσα για εισαγόμενα βιολογικά προϊόντα και για κάποια άλλα στοιχεία, και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 όσον αφορά τις απαιτήσεις για συντηρημένα ή μεταποιημένα βιολογικά προϊόντα και τη διαβίβαση πληροφοριών.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 2016/673 της Επιτροπής της 29ης Απριλίου 2016 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1358/2014 της Επιτροπής της 18ης Δεκεμβρίου 2014 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά την καταγωγή των ζώων βιολογικής υδατοκαλλιέργειας, τις ζωοτεχνικές πρακτικές υδατοκαλλιέργειας, τις ζωοτροφές για τα ζώα βιολογικής υδατοκαλλιέργειας και τα προϊόντα και τις ουσίες των οποίων η χρήση επιτρέπεται στη βιολογική υδατοκαλλιέργεια.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 354/2014 της Επιτροπής της 8ης Απριλίου 2014 για την τροποποίηση και διόρθωση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Κανονισμός (ΕΕ) 519/2013/21.02.13 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 392/2013/29.04.13 σχετικά με την τροποποίηση του καν.(ΕΚ) αριθ.889/2008 όσον αφορά το σύστημα ελέγχου της βιολογικής παραγωγής.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 505/2012 σχετικά με την τροποποίηση και τη διόρθωση του καν. (ΕΚ) αριθ.889/2008 σχετικά με τη θέσπιση των λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του καν.(ΕΚ) αριθ.834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 203/2012 της Επιτροπής της 8ης Μαρτίου 2012 για την τροποποίηση του καν. (ΕΚ) αριθ 889/2008 σχετικά με την θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ.834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά λεπτομερείς κανόνες για τους βιολογικούς οίνους.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 126/2012 σχετικά με την τροποποίηση του καν.(ΕΚ) αριθ. 889/2008 όσον αφορά τα αποδεικτικά έγγραφα και την τροποποίηση του καν.(ΕΚ) αριθ.1235/2008 όσον αφορά τους όρους εισαγωγής βιολογικών προϊόντων από τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) 344/2011 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Εκτελεστικός Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 426/2011 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Κανονισμός (ΕΕ) 271/2010 σχετικά με την τροποποίηση του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 για τον καθορισμό λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου όσον αφορά τον λογότυπο βιολογικής παραγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Κανονισμός (ΕΚ) 710/2009 για την τροποποίηση του Κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων για τη βιολογική παραγωγή ζώων υδατοκαλλιέργειας και φυκιών.

Κανονισμός (ΕΚ) 1254/2008 για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 889/2008 σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Κανονισμός (ΕΚ) 834/2007 για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και την κατάργηση του Κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91.

Κανονισμός (ΕΚ) 967/2008 για τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων.

1.3.3. Η βιολογική γεωργία στην Ελλάδα

Η βιολογική καλλιέργεια στην Ελλάδα άρχισε να εφαρμόζεται στις αρχές της δεκαετίας του 1980 ενώ επίσημα εξασκείται από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 όπου και εκδόθηκε ο κανονισμός 2092/91. Από τότε και έπειτα, η βιολογική γεωργία έχει γνωρίσει σημαντική αύξηση. Συγκεκριμένα το 1990 οι βιοκαλλιεργούμενες εκτάσεις έφταναν περίπου τα 2.000 στρέμματα ενώ ως το 1999 αυξήθηκαν στα 220.000 στρέμματα, δηλαδή το 0,69% των συνολικών καλλιεργούμενων εκτάσεων αποτελούσε βιολογική καλλιέργεια (Πολυράκης, 2003).

Αναλυτικότερα αποτελέσματα δίδονται στους παρακάτω πίνακες (1.1 και 1.2) που αφορούν στις εκτάσεις της βιολογικής γεωργίας από το 2006 μέχρι και το 2016 καθώς επίσης και στους παραγωγούς που εντάσσονται στο καθεστώς της βιολογικής καλλιέργειας (Καν. 834/2007) όπως αυτοί τροποποιήθηκαν κατά τα έτη 2005-2016 και έχουν δημοσιευθεί στην επίσημη ιστοσελίδα του ΥΠΑΑΤ. Στον πίνακα 1.1 σαν πρώτη εκτίμηση φαίνεται η σχετική μείωση των καλλιεργούμενων εκταρίων το 2016 σε σχέση με το 2006 όπου η διαφορά φτάνει τα 68.00 περίπου εκτάρια. Λαμβάνοντας υπόψη την οικονομική κρίση που χτύπησε την Ελλάδα μετά το 2008 φαίνεται ότι από το 2010 και

ως το 2013 οι βιολογικές εκτάσεις μειώθηκαν σε μεγάλη κλίμακα. Από το 2014 όμως μέχρι και το 2016 παρατηρείται μια σχετική άνοδος που φτάνει μέχρι και σε ποσοστό 13,35%. Αυτή η αύξηση ενδεχομένως να οφείλεται στην νομοθεσία της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) που τέθηκε σε ισχύ από το 2014 ως το 2020, στις επιδοτήσεις δηλαδή που έλαβαν οι αγρότες βάση του είδους και του μεγέθους της καλλιέργειας καθώς και στις τροποποιήσεις της ΚΑΠ 2014-2020 από την παλαιά ΚΑΠ 2007-2013.

Πίνακας 1. 1: Εκτάσεις βιολογικής γεωργίας στην Ελλάδα κατά τα έτη 2006-2016. (Πηγή: www.minagric.gr, 2018)

| Έτος | Καλλιεργούμενες Εκτάσεις (εκτάρια) | Μεταβολή (%) |
|-------------|---|---------------------|
| 2006 | 170.186,5 | - |
| 2007 | 152.117,5 | -10,61 |
| 2008 | 178.567,7 | +17,38 |
| 2009 | 326.253,2 | +82,7 |
| 2010 | 157.606,4 | -51,7 |
| 2011 | 121.305,0 | -23,03 |
| 2012 | 99.553,4 | -17,93 |
| 2013 | 88.426,9 | -11,18 |
| 2014 | 91.995,0 | +4,03 |
| 2015 | 90.132,1 | -2,02 |
| 2016 | 102.165,8 | +13,35 |

Πίνακας 1. 2: Παραγωγοί ενταγμένοι στο καθεστώς του Καν. 834/2007 κατά τα έτη 2005-2016. (Πηγή: www.minagric.gr, 2018)

| Έτος | Αριθμός Παραγωγών | Μεταβολή |
|------|-------------------|----------|
| 2005 | 16399 | |
| 2006 | 24666 | +8267 |
| 2007 | 24729 | +63 |
| 2008 | 25098 | +369 |
| 2009 | 23665 | -1433 |
| 2010 | 21270 | -2395 |
| 2011 | 18415 | -2855 |
| 2012 | 23429 | +5014 |
| 2013 | 21986 | -1443 |
| 2014 | 20186 | -1800 |
| 2015 | 19604 | -582 |
| 2016 | 21875 | +2271 |

Από την ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων που αφορούν στους εγγεγραμμένους παραγωγούς βιολογικών προϊόντων που διατίθενται στη σελίδα του ΥΠΑΑΤ, οι συνολικοί παραγωγοί το 2016 φτάνουν σε αριθμό τους 21875 αυξανόμενοι κατά περίπου 11,6% σε σχέση με το 2015 (πίνακας 1.2). Παρατηρείται μια σχετική σύγκυση στην αυξομείωση των παραγωγών η οποία όμως κατά τη δεκαετία 2006-2016 τείνει να κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα παρόλες τις διακυμάνσεις των ενδιάμεσων ετών. Το 2010 σε σύγκριση με το 2009 παρατηρείται μία μείωση των συνολικών επιχειρηματιών κατά 9,6%, με το 2009 να δέχεται ήδη μεγάλη μείωση στους παραγωγούς με σύνολο διαγραφών 1433 σε σχέση με το 2008. Δεδομένων των δυσκολιών και του αυξημένου κόστους παραγωγής της βιολογικής γεωργίας, τα στοιχεία αυτά δεν αποτελούν ιδιαίτερο κριτήριο προς ανησυχία. Ήδη, στα τελευταία στοιχεία του ΥΠΑΑΤ για το 2016 παρατηρείται η πρώτη και μεγαλύτερη αύξηση των βιοκαλλιεργητών από το 2013. Με τη συνεχή και έγκυρη πληροφόρηση και βάση τις τάσεις της παγκόσμιας αλλά και πανευρωπαϊκής τάσης περί βιολογικών καλλιεργειών, ο αριθμός αυτός ελπίζεται ότι θα αυξηθεί ακόμα περισσότερο.

Κεφάλαιο 2: Η τεχνική της Καλλιέργειας της Πιπεριάς

2.1. Εισαγωγή

Η πιπεριά (*Capsicum annuum*) (εικόνα 2.1) ανήκει στην οικογένεια των Solanaceae και είναι ενδογενές φυτό των τροπικών περιοχών της Ν. Αμερικής. Καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις κυρίως για τον καρπό ο οποίος έχει ευρεία χρήση ως λαχανικό, μπαχαρικό ή καρύκευμα. Εκτός από *C. annuum* άλλα είδη καλλιεργούμενης πιπεριάς αποτελούν τα *C. frutescens*, *C. baccatum* Jack, *C. chinense* Jack, *C. pubescens* Ruiz and Pan κ.α. Οι διάφοροι καλλιεργούμενοι τύποι πιπεριάς κατατάσσονται σύμφωνα με το σχήμα του καρπού τους. Συγκεκριμένα, οι πιο γνωστοί τύποι του είδους *C. annuum* είναι οι φλάσκα (bell), Pimiento, Anaheim chili, Cayenne, Jalapeno, Cherry και Wax ενώ του *C. frutescens* γνωστότερο καλλιεργούμενο τύπο αποτελεί το Tabasco (Ολύμπιος, 2015).

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της πιπεριάς κατέχει χαμηλή θέση έναντι των υπολοίπων κηπευτικών όμως, υπάρχουν σημαντικά περιθώρια αύξησης της καλλιεργούμενης έκτασης και προοπτικές εξαγωγής σε ανταγωνιστικές αγορές του εξωτερικού. Οι πιπεριές φημίζονται για την διατροφολογική και φαρμακευτική τους αξία (Ολύμπιος, 2001 και Ολύμπιος, 2015). Είναι πλούσια πηγή βιταμίνης C, προβιταμίνης A και φαινολικών ενώσεων (Kundu, et.al., 2014), χρησιμοποιείται ευρέως από τις φαρμακευτικές βιομηχανίες χάρη στην αντιοξειδωτική της δράση και την περιεκτικότητα σε καψαϊκίνη (Singh & Kaur, 2018) για την οποία γίνεται εκτεταμένη αναφορά σε παρακάτω κεφάλαιο.



Εικόνα 2. 1: Καλλιέργεια βιολογικής πιπεριάς στο ναλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., 2017.

2.2. Ιστορικό καταγωγής

Είναι γνωστό ότι η πιπεριά κατάγεται από τη Νότια Αμερική και συγκεκριμένα από το Μεξικό και το Περού όπου αρχαιολογικές ανασκαφές έδειξαν ότι η πιπεριά χρησιμοποιούταν από αρχαιοτάτων χρόνων (Ολύμπιος 2001, Ολύμπιος, 2015, Singh & Kaur, 2018).

Η πρώτη Ευρωπαϊκή αναφορά, έγινε από τον Peter Martyr το 1493 (Ολύμπιος, 2015). Σύμφωνα με τους Singh & Kaur (2018), Kundu (2014) και τον Θανόπουλο (2008), η πιπεριά πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη τον 16^ο αι μ.Χ. και μετά. Ο Χριστόφορος Κολόμβος εισήγαγε την πιπεριά στις Ευρωπαϊκές χώρες η οποία λόγω της ευκολίας της διακίνησης και η μεγάλη διατήρηση της βλαστικής ικανότητας του σπόρου έγινε αμέσως αποδεκτή από τους Ιθαγενείς. Οι Ισπανοί και οι Πορτογάλοι διέδωσαν την πιπεριά αρχικά στην Ευρώπη και έπειτα στην Ασία και την Ινδία. Σήμερα η Ινδία αποτελεί σημαντική χώρα κατανάλωσης σε παγκόσμια κλίμακα (Θανόπουλος, 2008), ενώ κατατάσσεται πρώτη στην παραγωγή και εξαγωγή κόκκινης καυτερής πιπεριάς. Τέλος, στις ΗΠΑ η πιπεριά διαδόθηκε αργότερα αλλά σήμερα αποτελεί σημαντικό προϊόν οικονομικής σημασίας (Ολύμπιος, 2015).

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια της πιπεριάς διατίθεται κυρίως για εγχώρια κατανάλωση, με μικρές εξαγωγές, δεν καλλιεργείται σε πολύ μεγάλες εκτάσεις και το μεγαλύτερο μέρος της παράγεται κυρίως από θερμοκήπια (Θανόπουλος, 2008).

2.3. Καλλιεργούμενοι τύποι – Συστηματική κατάταξη

Για το γένος *Capsicum* σήμερα έχουν αναγνωριστεί πάνω από 20 διαφορετικά είδη σε όλο τον κόσμο. Μέχρι τον εικοστό αιώνα μ.Χ. ήταν γνωστά μόνο δύο είδη καλλιεργούμενης πιπεριάς, τα *C. annuum* και *C. frutescens* (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2001, Ολύμπιος, 2015). Από όλα τα καλλιεργούμενα είδη που έχουν αναγνωριστεί, μόνο 5 έχουν από αυτά έχουν ιδιαίτερη οικονομική και εμπορική σημασία ενώ τα υπόλοιπα, απαντώνται κυρίως στη Ν. Αμερική. Αυτή η ταξινόμηση στηρίζεται σε τεχνικά χαρακτηριστικά όπως στο χρώμα του άνθους και του σπόρου, στο σχήμα του κάλυκα, τον αριθμό των ανθέων σε κάθε κόμβο και στην περιοχή προέλευσης του φυτού (Θανόπουλος 2008). Τα σημαντικότερα είδη καλλιεργούμενης πιπεριάς είναι περιγράφονται παρακάτω.

***Capsicum annuum*:**

Στο είδος αυτό περιλαμβάνονται ετήσια φυτά, με ιώδη ανθήρες, μικρό κλειστό κάλυκα, φέρουν τους ανθοφόρους οφθαλμούς σε μονήρη διάταξη, έναν σε κάθε μασχάλη του φυτού το οποίο έχει κατηφορική κατεύθυνση (εικόνα 2.2). Οι καρποί συνεπώς αναπτύσσονται κρεμαστοί και ο χρωματισμός τους ποικίλει ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης από πράσινο (άωρο στάδιο) ως κίτρινο, πορτοκαλί ή κόκκινο (στάδιο πλήρους ωρίμανσης). Ο εσωτερικός τους χώρος αποτελείται από 3-4 κοιλότητες (3-4 λοβοί). Το μέγεθος και το σχήμα παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα στις διάφορες ποικιλίες. Το *C. annuum* είναι το πιο διαδεδομένο είδος και έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία. Αποτελείται από τις εμπορικά γλυκές πιπεριές αλλά και τα περισσότερα είδη καυτερής πιπεριάς. Οι καλλιεργούμενοι τύποι ανήκουν στο είδος *C. annuum* var *annuum* και οι άγριοι στο *C. annuum* var *aviculare* (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος 2015).



Εικόνα 2. 2: Άνθη σε μονήρη διάταξη και 3 διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, πάνω στην διακλάδωση του φυτού με κατηφορική κλίση. Φωτογραφία από το ναλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., 2017.

***Capsicum frutescens*:**

Το καλλιεργούμενο είδος του *C. frutescens* είναι λιγότερο διαδεδομένο από το *C. annuum*. Η γνωστότερη βοτανική ποικιλία που βρίσκεται στο εμπόριο σήμερα με διάφορες μορφές είναι η καυτερή Tabasco ενώ υπάρχουν και ποικιλίες με γλυκιά γεύση. Το άγριο είδος συναντάται στις τροπικές περιοχές της Ν. Αμερικής με χαμηλό υψόμετρο. Είναι φυτό πολυετές και η βάση του είναι ξυλώδης. Τα άνθη έχουν χρώμα λευκό ως ανοιχτό πράσινο, στεφάνη γαλακτώδη πράσινο-κιτρινόασπρη και χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι φέρει τα άνθη κατά ομάδες, 2-5 όρθια ανά κόμβο.

Οι καρποί συναντώνται συνήθως με μακρόστενο σχήμα, μαλακό περικάρπιο και το μέγεθος τους ποικίλει από 3-10 cm μήκος και 0,7-2,5 cm πλάτος. Συγκομίζονται ώριμοι κόκκινοι, αποξηραίνονται, μετατρέπονται σε σκόνη και είναι γνωστοί στο εμπόριο σαν chillies ή chilli pepper, ως καρύκευμα αλλά και σαν συστατικό του κάρυ (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

***Capsicum baccatum* (var *pendulum/baccatum*):**

Τα καλλιεργούμενα είδη του *C. baccatum* κατατάσσονται στο *C. baccatum* var. *pendulum* το οποίο καλλιεργείται κυρίως στην περιοχή του Περού ενώ τα άγρια είδη κατατάσσονται στο *C. annum* var. *baccatum*. Τα άνθη έχουν λευκό χρώμα με κίτρινες κηλίδες και φέρονται ανά 1 ή 2 σε κάθε κόμβο. Οι καρποί έχουν επίμηκες σχήμα συνήθως, είναι πράσινοι ως κίτρινοι σε πρώιμο στάδιο και κόκκινοι στο ώριμο. Πολύ συχνά συγχέεται με το *C. annum* αλλά διακρίνεται από τη στεφάνη, τον κάλυκα και το διαφορετικό του άρωμα (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

***Capsicum chinense* Jack:**

Το άγριο είδος του *C. chinense* απαντάται κυρίως στην τροπική ζώνη της Ν. Αμερικής, είναι αρκετά διαδομένο και καλλιεργείται στις περιοχές του Αμαζονίου. Επίσης ορισμένες ποικιλίες καλλιεργούνται στην Αφρική και είναι γνωστές ως οι πιο καυτερές ποικιλίες από όλα τα είδη. Τα άνθη είναι ίδια με του *C. annum* και η μόνη διαφορά που τα διακρίνει είναι μια στένωση που βρίσκεται κάτω από τον κάλυκα. Επίσης το συγκεκριμένο μορφολογικό χαρακτηριστικό αποτελεί παράγοντα διάκρισης και με τα είδη του *C. frutescens*. Ο αριθμός των ανθέων ποικίλει από 2-4 σε κάθε κόμβο. Οι καρποί είναι λείοι ή ρυτιδωμένοι, διαφόρων σχημάτων και χρώματος κίτρινο ως πράσινο σε πρώιμο στάδιο ενώ στο ώριμο στάδιο αποκτούν χρώμα κίτρινο, πορτοκαλοκίτρινο, καφέ ή κόκκινο. Τέλος, έχουν ιδιαίτερο άρωμα που μοιάζει με αυτό των εσπεριδοειδών (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

***Capsicum pubescens* Ruiz and Pan:**

Τα είδη του *C. pubescens* συναντώνται στα υψίπεδα των Άνδεων. Τα άνθη έχουν ιώδη πέταλα και ανθήρες, φέρονται ανά 1-2 σε κάθε κόμβο και είναι τριχοειδή. Ευδοκμεί σε δροσερά κλίματα, οι καρποί έχουν χοντρή σάρκα σε σχέση με τα άλλα

είδη και ο σπόρος του είναι σκούρος και ζαρωμένος. Τα συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά καθιστούν το *C. rubescens* ως ένα από τα πιο ευδιάκριτα είδη σε σχέση με τα υπόλοιπα (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

2.4. Βοτανικοί χαρακτήρες

2.4.1. Φυτό



Εικόνα 2. 3: Φυτό πιπεριάς με εμφανή την πρώτη διακλάδωση, καρποφορία στον κύριο βλαστό και ορθοτενή ανάπτυξη σε διακλαδιζόμενους βλαστούς 2ης τάξης στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017.

Η πιπεριά είναι μονοετές ή διετές ποώδες ή θαμνώδες φυτό. Σχηματίζει πολλούς κλάδους γι' αυτό και ονομάζεται πολύκλαδο. Ο κορμός και οι βλαστοί είναι ελαφρά ξυλώδεις στη βάση όπου είναι τα γηραιότερα στελέχη. Η ανάπτυξή του είναι

ορθοτενής – ορθόκλαδη με κάθετη ανάπτυξη προς τα πάνω διακλαδιζόμενο από πολλούς πλευρικούς βλαστούς (εικόνα 2.3). Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες στην Ελλάδα είναι ετήσιες ενώ στις τροπικές ζώνες, διετείς (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

Σε αρχικό στάδιο, το φυτό αναπτύσσεται μονοστέλεχα με κορμό που ονομάζεται κύριος βλαστός και στη συνέχεια διακλαδίζεται. Σε κάθε διακλάδωση σχηματίζονται ανθοφόροι οφθαλμοί ο οποίοι στη συνέχεια γίνονται καρποί. Το πρώτο άνθος, στην πρώτη διακλάδωση ονομάζεται βασικός οφθαλμός και όταν εξελίσσεται σε καρπό είναι φρόνιμο να αφαιρείται διότι έχει μεγαλύτερο μέγεθος και δρα ανταγωνιστικά στους υπόλοιπους οφθαλμούς. Κάθε βλαστός 1^{ης} τάξης, διακλαδίζεται μετά από την παραγωγή 1-2 φύλλων και δίνει τους βλαστούς της 2^{ης} τάξης οι οποίοι επίσης φέρουν ανθοφόρους οφθαλμούς. Με ελεύθερο ρυθμό ανάπτυξης, το φυτό παίρνει θαμνώδη μορφή, βαραίνει λόγω της καρποφορίας και τελικά σπάζει (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

2.4.2. Ρίζα

Το ριζικό σύστημα του φυτού αναπτύσσει ισχυρή κεντρική ρίζα η οποία σε ελεύθερο και βαθύ έδαφος φτάνει τα 60-120cm. Έχει επίσης αρκετές δευτερεύουσες ρίζες και τριχίδια. Κατά τη μεταφύτευση, η κεντρική ρίζα συνήθως τραυματίζεται οπότε στο έδαφος δημιουργεί πλευρικές διακλαδιζόμενες ρίζες που φτάνουν στο ίδιο βάθος (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

2.4.3. Φύλλα και άνθη

Τα φύλλα της πιπεριάς είναι απλά, λεπτά, ελλειπτικά με βαθύ πράσινο χρώμα και δεν έχουν χνούδι όπως συνηθίζεται σε άλλα φυτά της οικογένειας Solanaceae. Είναι οξύληκτα, ακέραια και έχουν χρώμα βαθύ πράσινο στην άνω επιφάνεια και ανοιχτότερο πράσινο στην κάτω (εικόνα 2.4). Τέλος, ο μίσχος των φύλλων έχει μήκος 3-5 cm (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).



Εικόνα 2. 4: Ανεπτυγμένο φύλλο πιπεριάς στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., Αριστερά: άνω πλευρά φύλλου. Δεξιά: κάτω πλευρά φύλλου, 2017.

Τα άνθη (εικόνα 2,5), όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2.3 εμφανίζονται μονήρη στις διακλαδώσεις των βλαστών. Αποτελούνται από μίσχο περίπου 1,5 cm, κωδωνοειδή κάλυκα με 5 ή περισσότερα σέπαλα. Η στεφάνη τους φτάνει σε μέγεθος τα 8-15 mm με 5 ή περισσότερα πέταλα χρώματος λευκοπράσινου ή ελαφρώς ιώδους. Οι ανθήρες, αποκτούν ιώδη ή κιτρινωπό χρωματισμό και σχίζονται κατά μήκος. Έχουν δίχωρη, τρίχωρη ή τετράχωρη ωοθήκη (εικόνα 2.5, πάνω δεξιά) η οποία φέρει απλό στύλο χρώματος άσπρου ή ιώδους (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).



Εικόνα 2. 5: Άνθη πιπεριάς σε διάφορα βλαστικά στάδια. Πάνω αριστερά: Στάδιο ανθοφόρου οφθαλμού. Πάνω δεξιά: Αρχικό στάδιο ανάπτυξης της ωοθήκης (καρπού). Κάτω αριστερά: Άνθη σε διάφορα βλαστικά στάδια. Κάτω δεξιά: Αρχικό στάδιο καρπόδεσης. Φωτογραφίες από το ναλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., 2017.

Τα άνθη της πιπεριάς είναι ερμαφρόδιτα, αυτογονιμοποιούμενα ή μερικώς σταυρογονιμοποιούμενα. Η άνθισή της προκύπτει περίπου 1,5 μήνα μετά τη φύτευση. Δεν επηρεάζονται ιδιαίτερα από τον φωτοπεριοδισμό και έτσι η πιπεριά θεωρείται ουδέτερο φυτό ως προς αυτόν. Η

κατεύθυνση των ανθέων όπως και μετέπειτα ο καρπός κύρτεται προς το έδαφος ή παραμένει σε οριζόντια κατεύθυνση και έτσι οι ανθήρες δεν έρχονται σε επαφή με το στίγμα αλλά έτσι η γύρη πέφτει πιο εύκολα στο στίγμα χωρίς να χρειαστεί η παρέμβαση επικονιαστή (έντομα κλπ). Επιπλέον, είναι γνωστό ότι τα άνθη της πιπεριάς δεν είναι ελκυστικά για τις μέλισσες και τα έντομα. Τέλος, το στίγμα του άνθους παραμένει δεκτικό προς γονιμοποίηση σε θερμοκρασίες ημέρας και νύκτας που φτάνουν περίπου του 28° C για την ημέρα και 18° C για την νύκτα αντίστοιχα, ενώ η γύρη διατηρεί τη βιωσιμότητά της για 3 περίπου ημέρες (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

2.4.4. Καρπός

Ο καρπός της πιπεριάς είναι ράγα και ποικίλει σε μορφή και μέγεθος στις διάφορες ποικιλίες (εικόνα 2.6). Κατά κανόνα, οι γλυκές πιπεριές έχουν μεγαλύτερο μέγεθος ενώ οι καυτερές, μικρότερο. Είναι πολύχωρος και πολύσπερμος και έχει το χαρακτηριστικό ότι είναι κοίλος στο εσωτερικό του όπου φέρει τους σπόρους οι οποίοι διαχωρίζονται πολύ εύκολα. Σε αρχικό στάδιο το χρώμα των καρπών είναι πράσινο ενώ προοδευτικά μετατρέπεται σε κίτρινο, κιτρινοπράσινο, ιώδες ή ερυθρό ανάλογα την ποικιλία. Ο χρωματισμός των καρπών στην πλήρη ωρίμανση οφείλεται σε μείγμα καροτινοειδών με κύρια ουσία την καψανθίνη (C₄₀H₅₈O₃) και σε μικρότερο βαθμό στα α και β καροτίνη, την ξανθοφύλλη, τη ζεαξανθίνη, την κρυπτοξανθίνη και τη

λυκοπίνη. Το σχήμα του καρπού επίσης ποικίλει στις διάφορες ποικιλίες από 1-30 cm μήκος και 1-15 cm πλάτος (Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).



Εικόνα 2. 6: Σχήμα, μέγεθος και χρώμα στις διάφορες ποικιλίες πιπεριάς. Φωτογραφίες από το υαλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017.

Οι σπόροι, έχουν ανοιχτό χρωματισμό και σε στάδιο πλήρους ωρίμανσης είναι επίσης ώριμοι. Για την αποθήκευσή τους, εξάγονται από τον καρπό και αφήνονται να στεγνώσουν τελείως. Η βλαστική τους ικανότητα διαρκεί ως και 4 χρόνια αλλά προτείνεται να χρησιμοποιούνται σπόροι της προηγούμενης βλαστικής περιόδου. Επίσης στους σπόρους απαντάται συχνά και η ουσία στην οποία οφείλεται η καυστικότητα της πιπεριάς, η καψαϊκίνη. Η καψαϊκίνη, συγκεντρώνεται σε διάφορα μέρη του καρπού, η διακύμανση της εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και εκτενέστερη αναφορά γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο(Θανόπουλος, 2008, Ολύμπιος, 2015).

2.5. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση της καψαϊκίνης στις πιπεριές

Η καψαϊκίνη συνιστά το 60-70% της συνολικής συγκέντρωσης των καψαϊκιοειδών, δευτερογενών μεταβολιτών, αμίδια οξέων βανιλλοειδών ενώσεων που είναι υπεύθυνα για την καυστικότητα της πιπεριάς. Η καψαϊκίνη απαντάται κυρίως στα σέπτα και τον πλακούντα του καρπού σε συγκέντρωση ως 1%. Για τη βιοσύνθεση της καψαϊκίνης είναι γνωστά δύο μεταβολικά μονοπάτια η διαδικασία των οποίων δεν

έχει αποσαφηνιστεί πλήρως μέχρι σήμερα. Η διακύμανση της συγκέντρωσης της καψαϊκίνης, μπορεί να οφείλεται σε πλειάδα παραγόντων όπως η ποικιλία, ο γονότυπος, το περιβάλλον και η αλληλεπίδραση των δύο καθώς και στις συνθήκες του περιβάλλοντος όπως η θερμοκρασία και η διαθεσιμότητα του νερού.

Η πιπεριά (*Capsicum sp.*) είναι αποκλειστικός παραγωγός καψαϊκιοειδών, αμίδια βανιλοειδών ενώσεων, δευτερογενείς μεταβολίτες στους οποίους αποδίδεται η καυστικότητα του καρπού. Το σύνολο των ενώσεων των καψαϊκιοειδών αποτελούνται από την καψαϊκίνη η οποία και συνιστά το 60-70% της συνολικής τους συγκέντρωσης και βρίσκεται κυρίως στα σέπτα και τον πλακούντα του καρπού, σε ποσοστό ως 1% της μάζας (Fatori et al., 2016; Tyler et al., 2016), τη διϋδροκαψαϊκίνη, την ομοδιϋδροκαψαϊκίνη, την ομοκαψαϊκίνη, τη νορκαψαϊκίνη και τη νορνορκαψαϊκίνη (Nugroho, 2016). Η καψαϊκίνη με τη διϋδροκαψαϊκίνη, συμβάλλουν κατά 90% στη συνολική καυστικότητα (Cisneros-Pineda et al., 2007; Sganzerla et al., 2014). Παρόλα αυτά η συγκέντρωση των καψαϊκιοειδών στο περικάρπιο και τους σπόρους επίσης συνεισφέρει στη συνολική καυστικότητα του καρπού. Σε πολύ καυτερές ποικιλίες έχουν βρεθεί ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις στο περικάρπιο (Tanaka et al., 2017). Ποικιλίες και υβρίδια του είδους *Capsicum chinense* θεωρείται ότι δίνουν καρπούς με μεγαλύτερη καυστικότητα από τα καλλιεργούμενα είδη *C. baccatum* *C. frutescens* και *C. pubescens* (Chara-Oliver and Mejia-Teniente, 2016; Okunlola et al., 2017).

Η αίσθηση της καυστικότητας της πιπεριάς αποδίδεται στην ενεργοποίηση των αλγούποδοχέων, εξειδικευμένων νευρώνων, που μεταβιβάζουν σήματα στα κέντρα ενεργοποίησης του πόνου στον νωτιαίο μυελό και στον εγκέφαλο. Τα κύτταρα που εκφράζουν τον υποδοχέα της καψαϊκίνης ο οποίος ονομάζεται VR1 (υποδοχέας 1 των βανιλλοειδών) αποκρίνονται στην καψαϊκίνη σε συγκέντρωση μικρότερη του 1μM, χαρακτηριστικό που διαφοροποιείται δυνητικά από άνθρωπο σε άνθρωπο (Fatori et al., 2016). Ο ανθρώπινος ουρανίσκος μπορεί να ανιχνεύσει την καυστικότητα ακόμα και με αραιώση της τάξης του 1:17.000.000. Η αίσθηση της καυστικότητας και συνεπώς η κατανάλωση καυτερών φαγητών φαίνεται να συνδέεται με βασικά χαρακτηριστικά της προσωπικότητας που όμως η επίδραση αυτών των χαρακτηριστικών στις τελικές διατροφικές επιλογές διαφοροποιείται ανάλογα το φύλο (Spinelli et al., 2018). Η αίσθηση της καυστικότητας μετρείται σε καυστικές μονάδες της κλίμακας Scoville (Scoville Heat Unit - SHU) ενώ σήμερα διερευνώνται αντικειμενικότερες μέθοδοι. Η

ποικιλία Naga King Chilli (*Capsicum chinense*) θεωρείται ως η πιο καυστική ποικιλία με 1.001.304 SHU (Chara-Oliver and Mejia-Teniente, 2016).

Η παρούσα μελέτη συνιστά βιβλιογραφική ανασκόπηση προκειμένου να προγραμματιστεί περαιτέρω έρευνα και να αναζητηθούν οι παράγοντες που συντελούν σε μεγάλη σημειωθείσα απόκλιση στην καυστικότητα στους καρπούς θερμοκηπιακών καλλιεργειών πιπεριάς στην Κρήτη.

2.5.1. Παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση της καψαϊκίνης στους καρπούς

Η διακύμανση της καυστικότητας στις διαφορετικές ποικιλίες αποδίδεται στο γεγονός ότι είναι πολυγονιδιακό χαρακτηριστικό. Ο γενότυπος, το περιβάλλον και η μεταξύ τους συσχέτιση επηρεάζουν καθοριστικά τη συγκέντρωση της καψαϊκίνης. Τα δεδομένα διαφοροποιούνται στην διαθέσιμη βιβλιογραφία.

Πρόσφατη έρευνα αποδίδει τη μεγαλύτερη διαφοροποίηση στην επίδραση του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, οι Jeeatid et al., (2018) απέδωσαν τη διαφοροποίηση του αριθμού των καρπών (80,1%), της ξηράς ουσίας (78,1%) και της συνολικής συγκέντρωσης των καψαϊκινοειδών (67,7%) στο περιβάλλον ενώ η διαφοροποίηση εξαιτίας του γενετικού υλικού στη συγκέντρωση των καψαϊκινοειδών υπολογίστηκε στο 42,4%. Οι ίδιοι ερευνητές συμπεραίνουν ότι η υψηλή σχετική υγρασία και η μικρότερη ένταση φωτισμού ($713\text{--}783 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή καψαϊκινοειδών.

Σε συνθήκες περιβαλλοντικής καταπόνησης όπως υψηλή θερμοκρασία, ακραίες τιμές εδαφικής υγρασίας, ανισορροπία διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων, η συγκέντρωση έχει βρεθεί να αυξάνεται. Η υδατική καταπόνηση έχει βρεθεί να επηρεάζει περισσότερο χαμηλής και μεσαίας καυστικότητας ποικιλίες πιπεριάς (Gurung et al., 2012).

Υψηλή ένταση φωτισμού έχει βρεθεί ότι επηρεάζει αρνητικά όχι μόνο την ανάπτυξη των φυτών και τον αριθμό των καρπών αλλά και τη συγκέντρωση της καψαϊκίνης σε καρπούς καυτερής πιπεριάς. Η σκίαση των φυτών βελτίωσε πολύ τις προαναφερόμενες παραμέτρους. Το επίπεδο σκίασης που απαιτείται για βέλτιστα αποτελέσματα συσχετίστηκε με το γενότυπο (Jeeatid et al., 2017).

Η συσχέτιση της συγκέντρωσης της καψαϊκίνης με την αζωτούχο λίπανση έχει δώσει αντιφατικά αποτελέσματα σε διαφορετικές ποικιλίες. Τα αποτελέσματα

αποδόθηκαν στη διαφοροποίηση της διαπνοής(Gurung et al., 2011). Η ίδια εξήγηση δόθηκε και στις περιπτώσεις που έχει βρεθεί μεγαλύτερη συγκέντρωση καψαϊκίνης σε μικρότερη θερμοκρασία σε περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο. Σύμφωνα με έρευνα του Nugroho (2016), με την προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων σε καλλιέργεια πιπεριάς αυξάνεται η συνολική συγκέντρωση των καψαϊκιοειδών. Τέλος, φαίνεται ότι στις χαμηλής καυστικότητα ποικιλίες, η διϋδροκαψαϊκίνη, επηρεάζεται περισσότερο από την καψαϊκίνη (Phimchan et al., 2012).

Μελέτες που εξέτασαν την επίδραση της αλατότητας (25mM, 50mM, 100mM, 150mM, 200mM) σε διαφορετικές ποικιλίες έδειξαν ότι η χαμηλή αλατότητα προωθεί τη συσσώρευση της καψαϊκίνης και τα αποτελέσματα αποδόθηκαν στην αποδόμηση της καψαϊκίνης ίσως εξαιτίας της αυξημένης δραστηριότητας των υπεροξειδασών με την επίδραση της υψηλής αλατότητας (Arrowsmith et al., 2012; Maurya et al, 2014). Οι Akladious και Mohamed (2018) βρήκαν ότι η προσθήκη νιτρικού καλίου και χουμικών οξέων μπορεί να βελτιώσει τη συγκέντρωση καψαϊκίνης στην περίπτωση της υψηλής αλατότητας.

Σε υδροπονική καλλιέργεια η σύσταση του υποστρώματος φαίνεται να επηρεάζει τη συγκέντρωση της καψαϊκίνης. Σε έρευνα του Nugroho (2016) τα αμμώδη υποστρώματα προωθούν την παραγωγή καρπού στα φυτά πιπεριάς ενώ στις περιπτώσεις καλλιέργειας σε εδαφικά υποστρώματα η καυστικότητα είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

Η συγκέντρωση των καψαϊκιοειδών επηρεάζεται από την ηλικία του καρπού το μέγεθος και το στάδιο ανάπτυξης (Phimchan et al., 2012). Σύμφωνα με έρευνα των Iway et al. (1979), η αύξηση των καψαϊκιοειδών παρατηρείται είκοσι έως σαράντα ημέρες μετά την άνθηση σε μεγάλο αριθμό ποικιλιών που είχαν εξεταστεί. Μετά από αυτό το στάδιο και ως την ωρίμανση του καρπού φαίνεται ότι σε άλλες ποικιλίες προάγεται η συγκέντρωση και σε άλλες μειώνεται σημαντικά και αυτό αποδόθηκε στη δράση του ενζύμου της υπεροξειδάσης καθόσον το ένζυμο συμμετέχει στη διάσπαση των καψαϊκιοειδών. Η συσχέτιση της μεταβολής της συγκέντρωσης της καψαϊκίνης με την ωρίμανση του καρπού αποδείχθηκε και στην έρευνα των Mendoza-Sánchez et al. (2015). Η μέτρηση των επιπέδων της καψαϊκίνης στη συγκεκριμένη μελέτη έγινε μετά από αποθήκευση 30 ημερών πράσινων και κόκκινων καρπών.

Η συμβίωση με ενδοφυτικούς μύκητες έχει δειχθεί ότι μπορεί να επηρεάσει βιοχημικούς δείκτες και ακόμη να επεκτείνει την ανεκτικότητα των καλλιεργούμενων

φυτών σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Στην έρευνα των Khan et al. (2014) βρέθηκε ότι η συμβίωση του ενδοφυτικού μύκητα *Penicillium resedanum* με φυτά πιπεριάς αύξησε τη συγκέντρωση της καψαϊκίνης σε σχέση με τα μη εμβολιασμένα φυτά μάρτυρες. Η αύξηση της καψαϊκίνης αποδόθηκε στην αύξηση του ενζύμου phenylalanine ammonia lyase που λαμβάνει χώρα στη βιοσύνθεση της καψαϊκίνης.

Τα αποτελέσματα αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης δείχνουν ότι η παραγωγή καψαϊκίνης σε ένα συγκεκριμένο γενότυπο διαφοροποιείται μέγιστα από το περιβάλλον. Ζητούμενο παραμένει η επιλογή ποικιλίας που να διατηρεί σχετικά σταθερή τη συγκέντρωση της καψαϊκίνης σε διαφορετικές συνθήκες. Σήμερα, σε κάθε περίπτωση απαιτούνται δοκιμές *in situ* προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη ποικιλία για το μικροκλίμα του τόπου καλλιέργειας.

2.6. Καλλιεργητικές τεχνικές ανάπτυξης της πιπεριάς

Βασική προϋπόθεση, για την ορθότερη και κατά το δυνατόν βέλτιστη καλλιεργητική ανάπτυξη φυτών πιπεριάς, είναι η σωστή αντίληψη του χρόνου μεταφύτευσης στο έδαφος καθώς επίσης και ο προσεκτικός χειρισμός των φυτών για την αποφυγή τραυματισμού της ρίζας ή μέρους του φυτού. Οι βασικότερες προϋποθέσεις για ορθή εγκατάσταση των φυταρίων στο έδαφος του θερμοκηπίου σύμφωνα με τον Ολύμπιο (2001), είναι οι εξής:

- α) Φυτό γερό και απαλλαγμένο από εχθρούς και ασθένειες ριζικό σύστημα.
- β) Σχολαστική προσοχή κατά τη διάρκεια της μεταφύτευσης.
- γ) Ζεστό έδαφος, σε καλή κατάσταση και απαλλαγμένο από εχθρούς, ασθένειες, παθογόνα και άλατα.
- δ) Ευνοϊκές συνθήκες καλλιέργειας στο θερμοκήπιο μετά την εγκατάσταση.

2.6.1. Συνθήκες μικροκλίματος του θερμοκηπίου

Θερμοκρασία

Το νεαρό φυτάριο φυτεύεται είτε με μπάλα χώματος είτε μέσα σε ειδικά βιοδιασπώμενα γλαστράκια σε μικρό βάθος. Οι ρίζες στα πρώτα στάδια ανάπτυξης βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους όπου υπάρχουν αυξημένες θερμοκρασίες, γεγονός που επιτρέπει στο φυτό να αναπτυχθεί ταχύτερα και υγιέστερα

λόγω του καλύτερου αερισμού και της αυξημένης περιεκτικότητας του νερού. Η θερμοκρασία του εδάφους του θερμοκηπίου συνίσταται να κυμαίνεται μεταξύ 22-24° C. Για την επίτευξη αυτών των τιμών (ή μεγαλύτερων) και εφόσον στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις δεν διατίθεται υπόγεια θέρμανση, πολύ καλά αποτελέσματα μπορεί να δώσει η εδαφοκάλυψη (εικόνα 2.7) των γραμμών φύτευσης από ειδικό, συνήθως διάφανο πλαστικό. Επίσης, σπουδαία αποτελέσματα μπορεί να προκύψουν και από την ανύψωση των γραμμών (εικόνα 2.7), δηλαδή να σχηματιστούν χαμηλά σαμάρια στις γραμμές φύτευσης ούτως ώστε η ηλιακή ακτινοβολία να διαπερνά ευκολότερα και να ανεβάζει τις τιμές της θερμοκρασίας τη μέρα. Η θέρμανση του εδάφους είναι ιδιαίτερα σημαντική, το έδαφος δεν πρέπει να είναι υγρό ενώ πρέπει να έχει καλή δομή προκειμένου να διευκολύνεται η πορεία του ζεστού αέρα μέσα στους πόρους του. Για τη φύτευση σε χαμηλότερες εδαφικές θερμοκρασίες προτείνεται η μεταφύτευση να πραγματοποιείται σε φυτά νεαρότερης ηλικίας (Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 2. 7: Καλλιέργεια πιπεριάς υπό την τεχνική της εδαφοκάλυψης, και της ανύψωσης εδάφους στο ναλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., 2017.

Τέλος, η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών πιπεριάς όταν βρίσκεται στους 22-24° C την ημέρα και 18-19° C τη νύχτα. Γενικά η πιπεριά, είναι ευαίσθητη στο ψύχος και στην υψηλή υγρασία του περιβάλλοντος. Αντέχει σε θερμοκρασίες της τάξης των 30° C αλλά σε τιμές πάνω από 35° C προκαλείται ανθόρροια οπότε είναι σκόπιμο να αποφεύγονται. Θερμοκρασίες πάνω από 40° C είναι πολύ επικίνδυνες και μπορεί να προκαλέσουν μέχρι και θάνατο (Ολύμπιος, 2001).

Υγρασία

Η υγρασία στο θερμοκήπιο είναι πολύ σημαντική για την σωστή ανάπτυξη του φυτού, δεδομένου ότι πέρα των καθορισμένων τιμών μπορεί να προκληθούν βλάβες (ξηρασία) ή εισβολή παθογόνων (υπερβολική υγρασία). Συγκεκριμένα η σχετική υγρασία (Σ.Υ) πρέπει να βρίσκεται γύρω στο 70-75%. Σε τιμές Σ.Υ κάτω από 65% ενδέχεται να προκληθούν ζημιές όπως η αποβολή ανθέων και η υποβάθμιση του καρπού, ενώ σε Σ.Υ πάνω από 85% το υπόστρωμα καθίσταται ευνοϊκό για την ανάπτυξη παθογόνων όπως βοτρυτή. Για την αύξηση της Σ.Υ σε θερμές περιόδους χρησιμοποιείται επιτόπιο ψέκασμα με μικροσταγονίδια στο φύλλωμα του φυτού και το έδαφος τις πρωινές ώρες. Για τη μείωση της Σ.Υ σε όποτε κρίνεται απαραίτητο είναι σημαντικό να υπάρχει η δυνατότητα της εφαρμογής υπόγειας θερμότητας. Σε κάθε άλλη περίπτωση, πραγματοποιείται εξαερισμός του θερμοκηπίου (εικόνα 2.8) (Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 2. 8: Σύστημα εξαερισμού ναλόφρακτου θερμοκηπίου του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017.

Έδαφος

Η πιπεριά ευδοκimeί σε εδάφη με μέση τιμή pH 5,5-6,5 ενώ μπορεί να αποδώσει και σε πιο ουδέτερα εδάφη ή ελαφρώς αλκαλικά. Καλλιεργείται σε πλείστα εδάφη αλλά προτιμά τα ελαφριά, βαθιά, αποστραγγιζόμενα, πλούσια σε χούμο και γόνιμα εδάφη. Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας το έδαφος πρέπει να είναι

απαλλαγμένο από εχθρούς, μολύσματα παθογόνων, ζιζάνια και άλατα καθώς επίσης να είναι πλούσιο σε οργανική ουσία, θρεπτικά στοιχεία και αφρατοποιημένο (καλό σκάλισμα). Επίσης πρέπει να περιέχει ποσότητα φωσφόρου και $-NO_3$ ικανή να καλύψει τις ανάγκες της καλλιέργειας και να συμβάλει στην επιθυμητή βλαστική ανάπτυξη του φυτού. Η υπόλοιπη ποσότητα αζώτου προστίθεται στο έδαφος μέσω του ποτίσματος. Τέλος, προστίθεται μέρος καλίου με μεγάλη προσοχή και γνώση διότι μεγαλύτερες ποσότητες ενδέχεται να ανακόψουν την ανάπτυξη των ριζών λόγω της δημιουργίας αυξημένων επιπέδων αλάτων (Ολύμπιος, 2001)

2.6.2. Καλλιεργητικές φροντίδες

Άρδευση και λίπανση

Η άρδευση, είναι η σημαντικότερη καλλιεργητική φροντίδα καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας για την επιθυμητή απόδοση και παραγωγή. Εφαρμόζεται με βάση τις ανάγκες του φυτού, τις συνθήκες του μικροκλίματος του θερμοκηπίου και την εποχή φύτευσης. Η στάγδην άρδευση θεωρείται από τις καλύτερες μεθόδους, αφού στοχεύει στην αποτελεσματικότερη κατανομή του νερού στα φυτά και εξοικονομεί εργατικά. Σε καλλιέργειες με εδαφοκάλυψη οι σωλήνες άρδευσης τοποθετούνται κάτω από το πλαστικό και τα σημεία εξόδου του νερού στο σημείο του εδάφους που βλαστάνει το φυτό (Θανόπουλος, 2008).

Η πιπεριά είναι ιδιαίτερα απαιτητική σε θρεπτικά συστατικά. Η επιφανειακή λίπανση είναι μια μέθοδος που εμπλουτίζει το φυτό με τα απαραίτητα για την ανάπτυξή του θρεπτικά στοιχεία. Κατά κανόνα ο λόγος προσθήκης αζώτου και καλίου πρέπει να περιορίζεται όσο το δυνατόν σε 1:2 αντίστοιχα. Εφαρμόζεται όποτε κρίνεται απαραίτητο, με βάση τη ροή της ανάπτυξης του φυτού (Θανόπουλος, 2008).

Υποστύλωση και κλάδεμα

Η υποστύλωση των φυτών στο θερμοκήπιο θεωρείται απαραίτητη καλλιεργητική τεχνική από την οποία η καλλιέργεια επωφελείται σε σημαντικό βαθμό. Επιτρέπει στα φυτά την ομοιόμορφη κατανομή φωτός, τον καλύτερο αερισμό και αποτρέπει από την απώλεια βλαστών και καρπών. Με την τεχνική της υποστύλωσης μειώνονται και οι πιθανότητες μόλυνσης από παθογόνα αφού με αυτόν τον τρόπο το



Εικόνα 2. 9: Κάθετη υποστήλωση σε φυτά πιπεριάς στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017

μικρότερος (Ολύμπιος, 2001).

Το κλάδεμα, αποτελεί ίσως τη σπουδαιότερη καλλιεργητική τεχνική που πρέπει να εφαρμόζεται στα φυτά της πιπεριάς. Είναι γνωστά διάφορα είδη κλαδέματος όπως με ένα στέλεχος (μονοστέλεχα), με δυο στελέχη (διστέλεχα) ή και μέχρι 4 στελέχη. Σε μελέτη των Singh et al., (2018) βρέθηκε ότι σε καλλιέργεια πιπεριάς με 2 στελέχη τα φυτά, ανέπτυξαν μεγαλύτερο ύψος, φύλλωμα και νωπό βάρος φύλλων καθώς περιείχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων (πχ βιταμίνη C) σε σχέση με τα φυτά που κλαδεύτηκαν στα 4 στελέχη και καθόλου. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η ροή των θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς του φυτού κατανέμεται πιο στοχευμένα σε σχέση με τους άλλους 2 τρόπους κλαδέματος. Παρ' ότι σε καλλιέργειες χωρίς επεμβάσεις κλαδέματος ή με παραπάνω από 2 στελέχη φαίνεται μεγαλύτερη η παραγωγή καρπών, μπορεί να υστερούν σημαντικά στη συσσώρευση θρεπτικών στοιχείων. Γι' αυτό συχνότερα επιλέγεται το κλάδεμα με 2 στελέχη (Alsadon, et al., 2013).

Καταστροφή ζιζανίων

Τα ζιζάνια δρουν ανταγωνιστικά ως προς την καλλιέργεια μυζώντας τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους και έτσι είναι σκόπιμο να αφαιρούνται. Ο πιο ασφαλής τρόπος αφαίρεσης των ζιζανίων πραγματοποιείται χειρωνακτικά όποτε αυτά παρατηρηθούν ενώ η εδαφοκάλυψη φαίνεται να μειώνει σημαντικά την εμφάνισή τους.

φυτό μένει όρθιο και δεν κείτεται στο έδαφος. Τέλος, σήμερα υπάρχουν 2 τεχνικές υποστήλωσης, η στερέωση των βλαστών με κατακόρυφους σπάγκους σε οριζόντια σύρματα που βρίσκονται σε καθορισμένο ύψος πάνω από την καλλιέργεια (εικόνα 2.9) και η στερέωση των φυτών με οριζόντια δίκτυα και άλλα υλικά. Γενικά, από τις 2 περιπτώσεις, προτιμάται η υποστήλωση φυτών σε οριζόντια σύρματα διότι είναι πιο οικονομική, διαχωρίζονται πιο εύκολα τα φυτά και ο κίνδυνος παθογόνων είναι

Συγκαλλιέργεια με κατιφέ (*Tagetes sp*)

Με τον όρο συγκαλλιέργεια (εικόνα 2.10) αποδίδεται η ταυτόχρονη καλλιέργεια δύο ή περισσότερων φυτικών ειδών στο ίδιο πεδίο. Με την εφαρμογή της παραπάνω τεχνικής επιτυγχάνεται καλύτερη αξιοποίηση ενός αγροτεμαχίου, αύξηση του γεωργικού εισοδήματος από την ίδια έκταση γης, μείωση παρασίτων και ασθενειών με όλα τα πλεονεκτήματα που αυτό εμπεριέχει συμπεριλαμβάνεται και η αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών και η αύξηση της ποιότητας των παραχθέντων προϊόντων (Κανάκης, 2003).



Εικόνα 2. 10: Συγκαλλιέργεια κατιφέ (*T. erecta cv Crackerjack*) με πιπεριά στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., 2017.

Τα ανθοφόρα φυτά έχει βρεθεί ότι δρουν σαν φυτά προστάτες, αυξάνοντας τον βιολογικό έλεγχο των παρασίτων. Ο κατιφές όπως είναι γνωστό, χάρη στις ιδιότητες του αποδίδει θετικά σε συγκαλλιέργεια με λαχανοκομικά είδη. Οι ενήλικοι πληθυσμοί προκειμένου να τραφούν προσελκύονται από τα άνθη, το νέκταρ και τη γύρη του κατιφέ καθώς φαίνεται ότι είναι πλούσια σε αμινίδια, βιταμίνες, υδατάνθρακες, λιπίδια, στερόλες κ.α. Επίσης η περιεκτικότητά του σε δευτερογενείς μεταβολίτες καθιστά το φυτό ικανό να ελέγχει πληθυσμούς εχθρών και ασθενειών. Τέλος, μελέτες που έγιναν με το είδος *T. erecta* σε συγκαλλιέργεια με διάφορα λαχανικά, έδειξαν ότι

ο κατιφέ δρα βοηθητικά στη ρύθμιση των φυσικών παρασίτων και επίσης, προσελκύει τους φυσικούς εχθρούς των λαχανικών (Souza, et al., 2019).

Σε πειραματική μελέτη των Souza et al., (2019), αξιολογήθηκε η προσέλκυση διάφορων παρασίτων σε συγκαλλιέργεια βιολογικής πιπεριάς με κατιφέ (*T. erecta*). Συγκρίθηκε η μονοκαλλιέργεια πιπεριάς σε σχέση με συγκαλλιέργεια κατιφέ. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 2.1), η συγκαλλιέργεια της πιπεριάς με τον κατιφέ αυξάνει σημαντικά τους πληθυσμούς των παρασίτων γεγονός που ίσως να οφείλεται στους προαναφερθέντες παράγοντες.

Πίνακας 2. 1: Ταξινόμηση παρασίτων με βάση τον πληθυσμό (n) και τη συχνότητα (freq.) σε μονοποικιλία πιπεριάς (MBP), σε συγκαλλιέργεια με βασιλικό (BPB) και σε συγκαλλιέργεια με κατιφέ (BPMg). Πηγή: Souza et.al., (2019).

| Families and Species | MBP | | BPB | | BPMg | |
|---|-----|-------|-----|-------|------|-------|
| | n | freq. | n | freq. | n | freq. |
| Bethylidae | | | | | | |
| <i>Dissomphalus</i> sp.1 Ashmead. 1893 | - | - | 2 | 2.04 | 1 | 0.77 |
| Braconidae | | | | | | |
| <i>Aleiodes</i> sp.1 Wesmael. 1838 | - | - | - | - | 1 | 0.77 |
| <i>Apanteles</i> sp.1 Förster. 1862 | 1 | 2.5 | 7 | 7.14 | 32 | 24.62 |
| <i>Aphidius platensis</i> Viereck. 1912 | - | - | 1 | 1.02 | 2 | 1.54 |
| <i>Aphidius ervi</i> Haliday. 1834 | - | - | 1 | 1.02 | - | - |
| <i>Aphidius</i> sp.1 Nees. 1818 | - | - | 1 | 1.02 | 4 | 3.08 |
| <i>Cotesia</i> sp.1 Cameron. 1891 | 1 | 2.5 | 1 | 1.02 | - | - |
| <i>Deuterixys</i> sp.1 Mason. 1981 | - | - | - | - | 1 | 0.77 |
| <i>Distatrix</i> sp.1 Mason. 1981 | - | - | - | - | 2 | 1.54 |
| <i>Glyptapanteles</i> sp.1 Ashmead. 1904 | 1 | 2.5 | 1 | 1.02 | - | - |
| <i>Hypomicrogaster</i> sp.1 Ashmead. 1898 | - | - | - | - | 1 | 0.77 |
| <i>Meteorus</i> sp.1 Haliday. 1835 | 2 | 5 | 2 | 2.04 | 8 | 6.15 |
| <i>Microgastrinae</i> sp.1 Förster. 1862 | - | - | - | - | 2 | 1.54 |
| <i>Opius</i> sp.1 Wesmael. 1835 | 2 | 5 | - | - | 2 | 1.54 |
| Diapriidae | | | | | | |
| <i>Coptera</i> sp.1 Say. 1816 | - | - | 2 | 2.04 | - | - |

Ο κατιφέ έχει παρατηρηθεί ότι δρα κατασταλτικά απέναντι στους νηματώδεις Έρευνα των Hooks et al., (2010) αναφέρεται στην νηματοδοκτόνο δράση του. Σύμφωνα με τους Hooks et al., (2010), Marahatta et al., (2010), υπάρχουν 29 ποικιλίες κατιφέ ανθεκτικές σε 14 γένη φυτοπαρασιτικών νηματωδών (ενδοπαρασιτικοί, ημι-ενδοπαρασιτικοί και εξωπαρασιτικοί νηματώδεις). Από τα 14 γένη οι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις *Pratylenchus* και *Meloidogyne* είναι αυτοί που επηρεάζονται περισσότερο από την δράση του κατιφέ. Φαίνεται ότι συγκεκριμένα είδη κατιφέ καταστέλλουν τη δράση συγκεκριμένων ειδών νηματωδών. Για παράδειγμα ο νηματώδης *Meloidogyne incognita* της τομάτας αντιμετωπίζεται από τον κατιφέ *Tagetes patula* Single Gold ενώ ο *Pratylenchus brachyurus* που προσβάλλει επίσης την τομάτα αντιμετωπίζεται χρησιμοποιώντας τον κατιφέ *Tagetes minulta* (Hooks et al, 2010).

Σύμφωνα με την ίδια έρευνα, οι λόγοι που προσδίδουν στον κατιφέ νηματοδοκτόνο δράση είναι οι εξής:

α) Μη ξενιστής ή φυτό παγίδα

Ο κατιφές φαίνεται να δρα κατασταλτικά κυρίως σε ενδοπαρασιτικά είδη των νηματωδών σε σχέση με εκτοπαρασιτικά είδη. Όπως προαναφέρθηκε διαφορετικά είδη κατιφέ αναστέλλουν τη δράση διαφορετικών ειδών νηματωδών. Τα πιο ευπαθή είδη είναι τα *Meloidogyne* και *Pratylenchus* χωρίς να έχει αποσαφηνιστεί ο λόγος αυτής της καταστολής. Πιο συγκεκριμένα, το *T. ratula* καταστέλλει τη δράση των *Pratylenchulus penetrans* και *P. pratensis* καθώς επίσης και 4 είδη του γένους *Meloidogyne* τα *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* και *M. hapla*. Το *T. erecta* καταστέλλει επίσης τη δράση των ίδιων ειδών νηματωδών εκτός από το *M. hapla*. Τέλος έχει παρατηρηθεί ότι η κατασταλτική δράση του κατιφέ *T. erecta* εντοπίζεται κυρίως στα νεαρά στάδια της ανάπτυξης των νηματωδών.

β) Εκκρίνει ουσίες τοξικές προς τους νηματώδεις

Ο κατιφές σύμφωνα με πληθώρα μελετών έχει ανακαλυφθεί ότι εκκρίνει από το ριζικό του σύστημα αλληλοπαθητικές ουσίες που δρουν τοξικά προς ενδεχόμενους εισβολείς και οργανισμούς. Ως αλληλοπαθητικές ουσίες ορίζονται οι φυσικοί μεταβολίτες ή τα προϊόντα αυτών τα οποία απελευθερώνονται από το μικροπεριβάλλον και καθίστανται τοξικά σε άλλους οργανισμούς. Αν και ο ρόλος αυτών των ουσιών ως προς την καταστολή των νηματωδών δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως μέχρι σήμερα, είναι γνωστό ότι ο κατιφές ενεργεί τοξικά μέσω των αιθέριων ελαίων που παράγει καθώς επίσης και μέσω των ενώσεων bithienyl με κύρια ουσία την α-terthienyl. Η α-terthienyl απαντάται κυρίως στους ιστούς του κατιφέ και αναφέρεται ότι εκτός από νηματοδοκτόνο δράση, έχει επίσης και εντομοκτόνο, αντική και κυτταροτοξική δραστηριότητα. Η βιολογική δράση της ένωσης α-terthienyl ενισχύεται από την UV ακτινοβολία που συντελεί στην παραγωγή βιοκτόνων ενεργών ριζών οξυγόνου. Σε απουσία φωτός, δηλαδή στις ρίζες, το α-terthienyl δραστηριοποιείται από τις υπεροξειδάσες οι οποίες συντίθενται ως ανταπόκριση στην προσβολή των νηματωδών. Συνεπώς οι νηματώδεις που δεν τρυπάνε τις ρίζες δεν σκοτώνονται από την παρουσία του α-terthienyl καθιστώντας τον κατιφέ αποτελεσματικό μόνο ως ενεργή καλλιέργεια και όχι μετά την ενσωμάτωση των φυτικών υπολειμμάτων στο έδαφος. Η σύγχρονη έρευνα υποστηρίζει ότι οι νηματώδεις σκοτώνονται αφού μπουν στο ριζικό σύστημα ή

όταν έρθουν σε επαφή με έδαφος που περιέχει αυτά τα συστατικά από τον κατιφέ. Επίσης, έχει βρεθεί ότι τα συστατικά του εκχυλίσματος της ρίζας είναι περισσότερο δραστικά από το εκχύλισμα του υπέργειου μέρους του φυτού στο να εμποδίζουν την εκκόλαψη των αυγών των *Meloidogyne javanica*. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 ανακαλύφθηκαν ακόμη τρεις ουσίες με νηματωδοκτόνο δράση από τα φυτά *T. erecta*, *T. patula* και *T. minuta* οι οποίες είναι 5(-ent-1-ol)-2,2-bithienyl, sigma-4, 22-dien-3-beta-ol και 5-(4-acetoxy-1-butenyl)-2,2-bithienyl. Τέλος αναφέρεται ότι εκχυλίσματα από τον κατιφέ *T. erecta* είναι πιο ισχυρά από των φυτών *T. patula* και *T. minuta* (Hooks et al., 2010).

γ) Δημιουργεί ευνοϊκό περιβάλλον ως προς τον ανταγωνισμό χλωρίδας-πανίδας με τους νηματώδεις

Πέρα από την αλληλοπαθητική δραστηριότητα, ο κατιφές αναφέρεται ότι ενισχύει τα ενδοφυτικά βακτήρια και διεγείρει τους ανταγωνιστές μικροοργανισμούς των νηματωδών. Πιο συγκεκριμένα στην έρευνα των Hooks et.al., (2010) βρέθηκε ότι ο *T. patula* “Boy O Boy” ενισχύει τη δραστηριότητα των νηματωδοανταγωνιστικών μικροβίων και τέλος ο *T. erecta* 1 μήνα μετά την ενσωμάτωσή του στο πεδίο, αυξάνει τον πληθυσμό των μυκήτων που προσβάλλουν τους νηματώδεις.

δ) Δρα ως φυτό ξενιστής

Έχει βρεθεί ότι πέρα από τη νηματωδοκτόνο δράση του, ο κατιφές μπορεί να λειτουργήσει και σαν ξενιστής σε ορισμένα είδη νηματωδών. Πιο συγκεκριμένα άγνωστο ως τώρα είδος κατιφέ βρέθηκε να αποτελεί ξενιστή για ορισμένους νηματώδεις όπως τους *Criconemoides mutabile*, *Paratrichodorus teres*, *Hemicycliophora similis*, *Rotylenchulus robustus* και *Paratylenchus sp.* Τέλος αναφέρεται ότι ο *T. erecta* μπορεί επίσης να αποτελέσει ξενιστή σε νεφροειδείς νηματώδεις (Hooks, et.al., 2010).

Εισαγωγή βομβίνων (*Bombus terrestris*)

Είναι γνωστό ότι η πιπεριά είναι αυτογονιμοποιούμενο φυτό. Παρόλα αυτά πληθώρα ερευνών τα τελευταία χρόνια υποστηρίζει ότι η ενίσχυση με φυσικούς επικονιαστές (μέλισσες, βομβίνοι κ.α.), έχουν θετικό αντίκτυπο σε πολλά χαρακτηριστικά των καρπών και του φυτού γενικότερα.

Μελέτη των Shipp et.al., (1994) υποστηρίζει ότι η εισαγωγή βομβίνων στο θερμοκήπιο αυξάνει το μέγεθος του καρπού της πιπεριάς ενώ σε μελέτη των Serano & Guerra-Sanz (2006) αναφέρεται ότι οι βομβίνοι συντελούν στην αύξηση του ποσοστού των γονιμοποιημένων ωαρίων. Στη συγκεκριμένη μελέτη συγκρίθηκαν 2 διαφορετικές ποικιλίες πιπεριάς οι Bardenas και Vergasa που ανήκουν στο είδος *C. annuum*. Στα είδη που είχε γίνει εισαγωγή βομβίνων παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού των γονιμοποιημένων ωαρίων. Στην ποικιλία Bardenas το ποσοστό των γονιμοποιημένων ωαρίων ήταν στο 49,8% σε σχέση με την απουσία βομβίνων που ήταν 27,5%. Επίσης, στην ποικιλία Vergasa τα αντίστοιχα αποτελέσματα ανέρχονταν σε 40,7% παρουσία βομβίνων ενώ 25,7% απουσίας των (πίνακας 2.2).

Πίνακας 2. 2: Ποσοστό γονιμοποιημένων σπόρων στη διάρκεια του πειράματος ανάμεσα στις 2 ποικιλίες πιπεριάς παρουσία (*bumblebees*) και απουσία (*control*) βομβίνων. Πηγή: Serano & Guerra-Sanz, (2006).

| Cultivars | Culture campaigns | | Pollination treatments | |
|-----------|-------------------|----------------|------------------------|---------------|
| | Year 2002–2003 | Year 2003–2004 | Bumblebees | Control |
| Bárdenas | 40.12 a ± 0.9 | 37.18 b ± 0.8 | 49.81 a ± 0.9 | 27.50 b ± 0.9 |
| Vergasa | 36.82 a ± 0.9 | 29.73 b ± 0.8 | 40.79 c ± 0.9 | 25.77 d ± 0.9 |

Ακόμα έρευνα των Ercan & Onus (2003) ενισχύει την απόδοση, την ποιότητα και το σύνολο των γονιμοποιημένων σπόρων σε φυτά πιπεριάς στο θερμοκήπιο. Τέλος, έρευνα του Al-Abbadí (2009) πέρα από τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά αναφέρει ότι οι βομβίνοι δίνουν καλύτερη εμφάνιση σε φυτά μελιτζάνας.

Επίσης σημαντικό παράγοντα παίζει η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο η οποία σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες μπορεί να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα ελαχιστοποίησης της επικονίασης λόγω των αναγκών του φυτού. Εκτεταμένη αναφορά γίνεται στο κεφάλαιο 2.6.1. Στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ εγκαταστάθηκαν βομβίνοι λίγες μέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών στην τελική τους θέση.

Οι ιδιότητες των μυκόρριζων

Οι μυκόρριζες ή τα μυκόρριζα (εικόνα 2.11) αποτελούν τη συμβίωση ανάμεσα σε φυτό και μύκητα. Γενικά, είναι συμβιωτικοί πληθυσμοί οι οποίοι δημιουργούνται μεταξύ μυκήτων εδάφους και των περισσότερων σπερματόφυτων όπου και οι 2

ανταλλάσσουν θρεπτικά στοιχεία και ενέργεια. Οι μυκόρριζες χωρίζονται σε 2 κατηγορίες, τις ενδομυκόρριζες και τις εκτομυκόρριζες. Οι 2 διακρίνονται τόσο στη δομή όσο και στη σχέση της συμβίωσης που αναπτύσσουν (Barea et.al., 2008). Οι κυστοειδείς – δενδροειδείς ή θυσανώδεις μυκόρριζες (Arbuscular Mycorrhizae Fungi- AM ή AMF), των ενδομυκόρριζων αποτελούν τον πλέον κοινό τύπο μυκόρριζων Barea et.al., 2008, Smith, et.al., 2003).



Εικόνα 2. 11: Τύπος μυκόρριζας στο μικροσκόπιο. Πηγή: Wikipedia.
<https://el.wikipedia.org>

Πληθώρα ερευνών υποστηρίζει ότι η συνεισφορά των AM στη γεωργική πρακτική είναι πολλαπλή. Ο σημαντικότερος ρόλος των AM στηρίζεται στη συμβολή τους στην καλύτερη ανάπτυξη και θρέψη των φυτών (Al-Amri S.M., 2019, Karoulas, et.al., 2019, Jamiołkowska et al., 2019, Krishna et.al., 2018, Hegazi, et.al., 2017, Jamiołkowska et.al., 2017, Barea et.al., 2008, Smith, et.al., 2003). Οι AM μεταφέρουν θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος στο φυτό εμπλουτίζοντάς το με υδαάνθρακες και λιπίδια τα οποία παράγονται κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης (Karoulas et.al., 2019, Jamiołkowska (2017).

α) Οι μυκόρριζες συμβάλουν στον περιορισμό της επίδρασης της αλατότητας στα φυτά

Πρόσφατες μελέτες των Al – Amri S.M. (2019), Karoulas et.al., (2019) και Hegazi et.al., (2017), αναφέρουν ότι η συμβίωση AM συμβάλει στη μείωση του στρες αλατότητας σε φυτά πιπεριάς.

Η εισαγωγή AM σε αλατώδη εδάφη, μπορεί να συντείνει στην ανεκτικότητα και την ανάπτυξη των φυτών μετριάζοντας τις δυσμενείς συνθήκες που προκύπτουν από την επίδραση της αλατότητας. Οι AM διεγείρουν την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων, μειώνουν την πρόσληψη Na^+ και την κίνηση του προς το υπέργειο μέρος του φυτού, αυξάνουν την πρόσληψη νερού, και την άμυνα τους απέναντι σε ορισμένες αντιοξειδωτικές ενζυμικές δραστηριότητες συσσωρεύοντας τα με πολυαμίνες. Τέλος, συντελούν στη ρύθμιση της ωσμωτικής πίεσης διατηρώντας την πίεση σπαργής στα φύλλα, τη διέγερση του ρυθμού φωτοσύνθεσης και την έγχυση του νερού στα φυτά (Al – Amri S.M., 2019).

Σε πειραματική μελέτη του Al – Amri S.M. (2019), προσδιορίστηκε η επίδραση των AM στο ρυθμό ανάπτυξης, τις φωτοσυνθετικές χρωστικές, τη θρέψη και τη συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών ενζύμων σε φυτά πιπεριάς αρδευόμενα με διαφορετικές συγκεντρώσεις θαλασσινού νερού. Πραγματοποιήθηκαν 4 επεμβάσεις (νερό βρύσης - control, 10% - +S1, 20% - +S2, 40% - +S3 θαλασσινό νερό). Κατά γενική ομολογία υπό την επίδραση άλατος παρατηρήθηκε μείωση όλων των παραπάνω παραμέτρων αποδεικνύοντας ότι οι AM έχουν άμεση συσχέτιση με την καλύτερη θρέψη και ανάπτυξη των φυτών πιπεριάς.

Πιο συγκεκριμένα όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.12, η προσθήκη άλατος στο υπόστρωμα καλλιέργειας της πιπεριάς μείωσε σημαντικά τη βιομάζα των βλαστών και των ριζών και το ποσοστό της μείωσης αυτής αυξήθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης της αλατότητας. Επισημαίνεται ότι οι μειώσεις αυτές βρέθηκαν ιδιαίτερα σε φυτά χωρίς επέμβαση AM.



Εικόνα 2. 12: Επίδραση των διαφορετικών συγκεντρώσεων αλατότητας σε φυτά πιπεριάς. Α: χωρίς επέμβαση AM F, Β: Με προσθήκη AMF. Πηγή: Al - Amri S.M. (2019).

Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στην περίπτωση των συγκεντρώσεων των φωτοσυνθετικών χρωστικών (χλωροφύλλη α, χλωροφύλλη β, καροτενοειδή). Η μελέτη αναφέρει αύξηση των φωτοσυνθετικών χρωστικών στα φυτά με AM ανεξάρτητα των επεμβάσεων, σε σχέση με τα φυτά χωρίς AM (πίνακας 2.3). Με την αύξηση των επιπέδων της αλατότητας, οι χλωροφύλλες α και β βρέθηκαν να μειώνονται, ενώ αξιοσημείωτη είναι η αύξηση των καροτενοειδών στις αυξημένες συγκεντρώσεις αλατότητας γεγονός που βρίσκει σύμφωνες και τις μελέτες των Karoulas et.al., (2019) και των Hegazi et.al., (2017). Μάλιστα οι Karoulas et.al., (2019) επισημαίνουν επίσης την αύξηση της ξανθοφύλλης κατά την αύξηση των επιπέδων αλατότητας γεγονός που αποδόθηκε στην επίδραση των AM στη διαδικασία της ωριμότητας της πιπεριάς.

Πίνακας 2. 3: Ανάπτυξη των φυτών με μυκόρριζες (AMF) και χωρίς μυκόρριζες (-AMF) στις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας. Πηγή: Al - Amri S.M. (2019).

| Treatments | | Fresh weight (g plant ⁻¹) | | Dry weight (g plant ⁻¹) | | Shoot height (cm plant ⁻¹) | Leaf area (mm ² plant ⁻¹) |
|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|--|
| Sea water conc. (%) | AMF status | Shoot | Root | Shoot | Root | | |
| Control (0.0) | -AMF | 14.15 ± 0.96 ^D | 1.58 ± 0.09 ^B | 3.51 ± 0.44 ^{BC} | 0.84 ± 0.05 ^B | 28.5 ± 1.25 ^C | 250 ± 8.11 ^C |
| | AMF | 18.00 ± 0.98 ^A | 2.01 ± 0.17 ^A | 4.11 ± 0.57 ^{AB} | 0.93 ± 0.09 ^A | 40.1 ± 2.41 ^A | 350 ± 9.21 ^A |
| | AMR (%) | 27.2 ± 1.37 | 27.1 ± 2.09 | 17.1 ± 1.05 ^B | 10.7 ± 0.96 | 40.7 ± 1.95 | 40.0 ± 1.38 |
| 10% | -AMF | 14.00 ± 0.85 ^D | 1.90 ± 0.13 ^{AB} | 3.21 ± 0.45 ^C | 0.77 ± 0.10 ^B | 25.3 ± 1.05 ^{CD} | 245 ± 7.99 ^C |
| | AMF | 17.90 ± 0.54 ^A | 2.11 ± 0.22 ^A | 4.00 ± 0.53 ^A | 0.88 ± 0.16 ^{AB} | 39.1 ± 2.11 ^A | 352 ± 9.01 ^A |
| | AMR (%) | 27.90 ± 1.97 | 11.2 ± 1.98 | 24.6 ± 1.58 | 14.3 ± 0.93 | 59.5 ± 2.99 | 43.7 ± 1.37 |
| 20% | -AMF | 13.38 ± 0.59 ^D | 1.54 ± 0.19 ^B | 2.99 ± 0.33 ^{CD} | 0.70 ± 0.09 ^C | 23.2 ± 1.08 ^D | 238 ± 8.04 ^{CD} |
| | AMF | 17.62 ± 0.98 ^B | 1.93 ± 0.21 ^{AB} | 3.87 ± 0.54 ^B | 0.82 ± 0.08 ^{AB} | 35.1 ± 2.11 ^B | 340 ± 8.62 ^{AB} |
| | AMR (%) | 30.90 ± 1.87 | 25.3 ± 1.99 | 29.4 ± 1.97 | 17.1 ± 0.83 | 51.3 ± 2.95 | 42.8 ± 1.88 |
| 40% | -AMF | 12.10 ± 0.89 ^E | 0.89 ± 0.08 ^D | 2.11 ± 0.55 ^D | 0.55 ± 0.03 ^D | 18.8 ± 1.01 ^E | 200 ± 6.25 ^D |
| | AMF | 15.99 ± 0.54 ^C | 1.11 ± 0.29 ^C | 3.28 ± 0.58 ^{BC} | 0.69 ± 0.04 ^C | 29.6 ± 1.22 ^C | 310 ± 8.11 ^B |
| | AMR (%) | 32.20 ± 2.01 | 24.7 ± 1.89 | 55.4 ± 2.15 | 25.5 ± 1.34 | 57.4 ± 2.95 | 55.0 ± 2.08 |

Όπως προαναφέρθηκε η συμβίωση με AM έχει βρεθεί ότι ελαττώνει την επίδραση του στρες αλατότητας στα φυτά αυξάνοντας τη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων (Al – Amri S.M., 2019, Tang et.al., 2009). Τα αντιοξειδωτικά ένζυμα, παίζουν σημαντικό ρόλο στην απομάκρυνση δραστικών μορφών οξυγόνου και ως εκ τούτου αποτρέπουν το οξειδωτικό στρες τροποποιώντας τις δυσμενείς επιρροές που επιφέρονται σε πρωτεΐνες, λιπίδια, και νουκλεϊκά οξέα. Στη μελέτη του Al – Amri S.M. (2019), βρέθηκε ότι η δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων και συγκεκριμένα της καταλάσης, της υπεροξειδάσης και της ασκορβικής υπεροξειδάσης ήταν αυξημένη στα φυτά με επέμβαση AM σε σχέση με τα φυτά χωρίς AM. Αυτή η διέγερση φάνηκε να αυξάνεται ακόμα περισσότερο με την αύξηση της συγκέντρωσης της αλατότητας στο έδαφος.

Η αύξηση των επιπέδων αλατότητας στο έδαφος βρέθηκε να μειώνει τις συγκεντρώσεις των N, P, Mg, Ca, και K, αλλά η συγκέντρωση του Na αυξήθηκε στους ιστούς των βλαστών και στις 2 περιπτώσεις φυτών με AM και χωρίς. Οι συγκεντρώσεις των N, P, Mg, Ca, και K ήταν παραπάνω αυξημένες στην περίπτωση των φυτών με AM σε σχέση με τα φυτά χωρίς AM και αυτή η σχέση αυξήθηκε περισσότερο με την αύξηση της αλατότητας στο υπόστρωμα της καλλιέργειας. Η συγκέντρωση του Na στους ιστούς του βλαστού των φυτών με AM φαίνεται να μειώνεται περισσότερο με την αύξηση της αλατότητας σε σχέση με τα φυτά χωρίς AM. Ακόμα, δεν σημειώθηκε σημαντική αλλαγή στην συγκέντρωση του Mg στην περίπτωση του μάρτυρα και της 20% αλατότητας στο έδαφος (πίνακας 2.4) (Al – Amri S.M. 2019). Η έρευνα των Hegazi et.al., (2017), συμφωνεί με τα παραπάνω ευρήματα αποδίδοντας στις μυκόρριζες ρυθμιστικές ικανότητες κατά των τοξικών συνθηκών. Τέλος, στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι η σχέση Na^+ και K^+ είναι ανταγωνιστική υπό τις συνθήκες του στρες αλατότητας. Συγκεκριμένα, υπό την επίδραση της αλατότητας, τα ιόντα Na^+ και Cl^- βρέθηκε να αυξάνονται σε αντίθεση με τις συγκεντρώσεις των K^+ και Ca^{2+} . Ο εμβολιασμός AM σε φυτά καλλιεργημένα σε αλατώδη εδάφη μπορεί να καταστείλει το στρες αλατότητας γεγονός που μπορεί επίσης να οδηγήσει στην αποτελεσματικότερη απορρόφηση μεταλλικών στοιχείων. Εν κατακλείδι, η αύξηση της συγκέντρωσης του K^+ υπό την επίδραση αλατότητας μπορεί να διατηρήσει σε υψηλά ποσοστά το λόγο Na^+/K^+ και ως εκ τούτου να αποτρέψει τη διαταραχή πολλών ενζυματικών διαδικασιών και την αναστολή της πρωτεϊνοσύνθεσης.

Πίνακας 2. 4: Συγκέντρωση θρεπτικών και μεταλλικών στοιχείων υπό την επίδραση της αλατότητας στα φύλλα φυτών πιπεριάς. Πηγή: Al - Amri S.M. (2019)

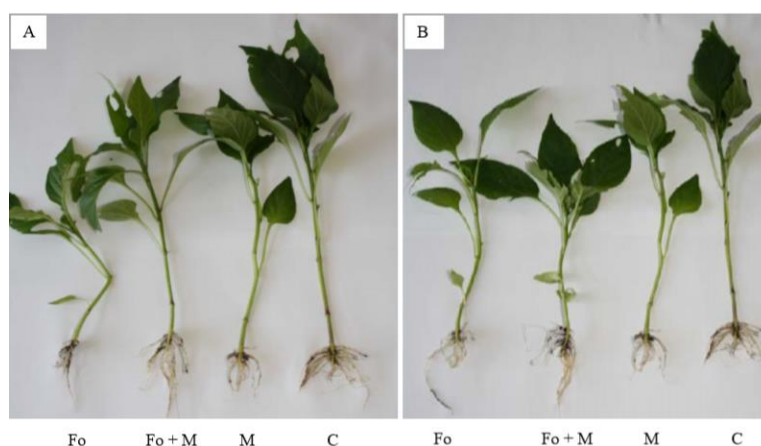
| Treatments | | Nutrients and minerals content [mg g^{-1} (Dwt)] | | | | | |
|---------------|------------|--|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Water status | AMF status | N | P | K | Ca | Mg | Na |
| Control (0.0) | -AMF | 2.80 ± 0.17 ^C | 0.17 ± 0.052 ^B | 38.9 ± 1.55 ^B | 16.2 ± 0.88 ^{AB} | 11.1 ± 0.55 ^A | 12.0 ± 0.111 ^E |
| | AMF | 3.18 ± 0.18 ^A | 0.30 ± 0.081 ^A | 42.2 ± 1.68 ^A | 17.4 ± 0.89 ^A | 11.5 ± 0.55 ^A | 11.3 ± 0.17 ^E |
| | AMR (%) | 13.6 ± 1.11 | 82.4 ± 3.22 | 9.65 ± 0.44 | 7.40 ± 0.54 | 3.60 ± 0.042 | - 05.83 ± 0.44 |
| 10% | -AMF | 2.81 ± 0.15 ^C | 0.16 ± 0.045 ^B | 34.2 ± 1.32 ^C | 13.7 ± 0.77 ^C | 10.8 ± 0.59 ^B | 19.6 ± 0.98 ^C |
| | AMF | 3.20 ± 0.15 ^A | 0.30 ± 0.084 ^A | 39.5 ± 1.44 ^{AB} | 15.1 ± 0.71 ^B | 11.5 ± 0.61 ^A | 16.6 ± 0.88 ^D |
| | AMR (%) | 13.9 ± 1.051 | 87.5 ± 3.85 | 15.5 ± 0.88 | 9.56 ± 0.52 | 6.48 ± 0.098 | - 15.31 ± 1.04 |
| 20% | -AMF | 2.45 ± 0.14 ^D | 0.12 ± 0.034 ^C | 26.6 ± 0.99 ^E | 12.05 ± 0.68 ^C | 08.7 ± 0.33 ^C | 22.2 ± 1.05 ^B |
| | AMF | 3.01 ± 0.15 ^B | 0.27 ± 0.077 ^{AB} | 32.2 ± 1.01 ^C | 13.75 ± 0.66 ^C | 09.6 ± 0.37 ^C | 18.5 ± 1.55 ^{CD} |
| | AMR (%) | 22.9 ± 1.55 | 125 ± 5.14 | 21.1 ± 0.98 | 14.1 ± 1.01 | 10.3 ± 0.99 | - 16.67 ± 1.85 |
| 40% | -AMF | 2.05 ± 0.091 ^E | 0.09 ± 0.004 ^D | 22.7 ± 0.57 ^E | 7.02 ± 0.33 ^F | 06.5 ± 0.12 ^D | 28.9 ± 1.74 ^A |
| | AMF | 2.92 ± 0.10 ^{BC} | 0.25 ± 0.014 ^B | 29.9 ± 0.59 ^D | 9.00 ± 0.571 ^D | 08.1 ± 0.15 ^C | 21.3 ± 1.88 ^B |
| | AMR (%) | 42.4 ± 2.05 | 178 ± 7.40 | 31.7 ± 1.41 | 28.2 ± 1.33 | 24.6 ± 1.99 | -26.30 ± 2.11 |

β) Οι μυκόρριζες συμβάλουν στη μείωση της μόλυνσης των παθογόνων *Fusarium spp.*, *Phytophthora spp.*, και *Verticillium spp.*, σε φυτά πιπεριάς.

Νέες μελέτες των Hou et.al., (2020) και Jamiołkowska et.al., (2019), αναφέρουν ότι οι ΑΜ έχουν την ικανότητα να αμβλύνουν τη μετάδοση και τον πολλαπλασιασμό παθογόνων μικροοργανισμών στα φυτά. Σύμφωνα με τους Hou et.al., (2020), αυτό επιτυγχάνεται από τη συμβίωση ΑΜ και ριζών όπου δημιουργούν ένα αμυντικό φράγμα στη ριζόσφαιρα των φυτών.

Σε προσβολές από το παθογόνο *Phytophthora spp.*, έχει βρεθεί ότι οι ΑΜ καταστέλλουν τη μόλυνση βελτιώνοντας τη μεταφορά Κ και Ρ στα φυτά. Το Κ⁺ έχει προταθεί ως ο πιο σημαντικός παράγοντας ελέγχου του παθογόνου της καπνιάς και υπό φυσιολογικές συγκεντρώσεις μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη και τη βιομάζα των φυτών πιπεριάς (Hou et.al., 2020).

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και στη μελέτη των Jamiołkowska et.al., (2019). Πέρα από τη μείωση του παθογόνου *Phytophthora spp.*, παρουσία ΑΜ, στην έρευνα βρέθηκε ότι παρόμοια αποτελέσματα προκύπτουν και στην περίπτωση των παθογόνων *Verticillium spp.*, και *Fusarium spp.* Φυτά πιπεριάς εμβολιασμένα με ΑΜ φάνηκε να επηρεάζονται πολύ λιγότερο από το παθογόνο *Fusarium oxysporum*. Συγκεκριμένα, τα φυτά με ΑΜ σε σύγκριση με τα φυτά χωρίς ΑΜ είχαν μεγαλύτερη ανάπτυξη και χαμηλότερο δείκτη προσβολής (εικόνα 2.13).



Εικόνα 2. 13: Ανάπτυξη φυτού πιπεριάς υπό την επίδραση του παθογόνου *F. oxysporum* (Fo), *F. oxysporum* & ΑΜ (Fo +M), ΑΜ (M) και μάρτυρα (C). Α απομόνωση με το στέλεχος AER8, Β: Απομόνωση με το στέλεχος ACR21: Προσβολή με Πηγή: Jamiołkowska et.al., (2019)

Κεφάλαιο 3: Αποτύπωση Συστήματος Οργάνωσης και Παραγωγής Βιολογικής Καλλιέργειας Πιπεριάς στο Θερμοκήπιο

3.1. Εισαγωγή

Το πείραμα έλαβε χώρα στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και πραγματοποιήθηκε στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου από τον Οκτώβριο του 2016 ως τον Μάιο του 2017. Σκοπός της μελέτης μέσα από την παρατήρηση της βιολογικής καλλιέργειας πιπεριάς, είναι ο εμπλουτισμός της γνώσης ως προς την ορθότερη διαχείριση βιολογικών συστημάτων. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί τη βελτιστοποίηση βιολογικών καλλιεργειών πιπεριάς από την εγκατάσταση ως και την απεγκατάσταση των φυτών από το πεδίο καλλιέργειας στοχεύοντας στην πρόληψη και την ελαχιστοποίηση των προσβολών εντομολογικών εχθρών και ασθενειών και κατ' επέκταση στην αύξηση της παραγωγής.

Οι καλλιεργητικές τεχνικές που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος είχαν ως στόχο την μεγιστοποίηση της προστασίας από εξωτερικές εισροές περιλαμβανομένων των εχθρών και ασθενειών καθώς και τη ρύθμιση ενός ισορροπημένου μικροκλίματος του τόπου καλλιέργειας από άποψη θερμοκρασίας, εδαφικής και περιβαλλοντικής υγρασίας με βάση τις ανάγκες του φυτού.

Κατά τη διάρκεια της μελέτης εφαρμόστηκαν προληπτικά και θεραπευτικά μέτρα για την αποφυγή και την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών στην πιπεριά. Παραδείγματος χάριν, η τοποθέτηση κολλητικών παγίδων για την αντιμετώπιση των εντόμων σε ειδικές θέσεις εντός του θερμοκηπίου, η εισαγωγή μυκόρριζων πριν την εγκατάσταση των φυτών, η υποστύλωση σε οριζόντια σύρματα, η εισαγωγή βομβίνων καθώς και οι λιπάνσεις και οι ψεκασμοί με ορισμένα φυτοπροστατευτικά προϊόντα βάση της φυτοϋγείας της καλλιέργειας. Στα παρακάτω κεφάλαια παρατίθεται η πορεία, η ανάπτυξη και η εξέλιξη ενός βιολογικού συστήματος πιπεριάς στο θερμοκήπιο με βάση την υπάρχουσα γνώση και την ανάγκη για αειφορία όπως προβλέπεται από τους ισχύοντες κανονισμούς της βιολογικής καλλιέργειας. Σε κάθε περίπτωση, συνίσταται περαιτέρω έρευνα και πειραματικές δοκιμές προκειμένου να δημιουργηθεί ένα ιδανικότερο σύστημα βιολογικής καλλιέργειας το οποίο θα ανταποκρίνεται στους εκάστοτε σκοπούς.

3.2. Έναρξη καλλιέργειας: Επιλογή ποικιλιών, προετοιμασία εδάφους και μεταφύτευση

Για την διατήρηση της ποικιλομορφίας των ειδών προκειμένου να παρέχονται περισσότερες παρατηρήσεις, στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., εγκαταστάθηκαν πέντε υβρίδια πιπεριάς σε συγκαλλιέργεια με κατιφέ (*Tagetes erecta* cv Crackerjack).

Η Yanka F1 (εικόνα 3.1), ήταν η μοναδική ποικιλία καυτερής πιπεριάς που εγκαταστάθηκε στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο. Το υβρίδιο αυτό θεωρείται ως το πιο αξιόλογο εμπορικό υβρίδιο της αγοράς. Ο καρπός του είναι τύπου μακρύ καυτερό, χρώματος ανοιχτού πράσινου που προοδευτικά μεταλλάσσεται σε κόκκινο. Είναι φυτό εύρωστο, ζωηρό, με μεγάλη παραγωγή (Yanka RZ F1, χ.χ).



Εικόνα 3. 1: Καρποί πιπεριάς του υβριδίου Yanka F1 από το υαλόφρακτο θερμοκήπιο του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017

Η Sammy F1 (εικόνα 3.2), είναι υπερπρώιμο υβρίδιο πιπεριάς τύπου κέρατο. Αποδίδει μεγάλη και σταθερή παραγωγή ενώ είναι πολύ ανθεκτικό της χαμηλές θερμοκρασίες. Θεωρείται της ζωηρό και εύρωστο φυτό (Sammy RZ F1 (35-92), χ.χ).



Εικόνα 3. 2: Καρποί πιπεριάς του υβριδίου Sammy F1 από το υαλόφρακτο θερμοκήπιο του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017

Η Raico F1 (εικόνα 3.3), ανήκει στην κατηγορία του τύπου ντολμά. Ο καρπός της είναι χρώματος ανοιχτού πράσινου, με σχήμα σταθερό στην πάροδο της εξέλιξης της καλλιέργειας. Παρουσιάζει ευρωστία και δίνει μεγάλη παραγωγή (Raico RZ F1, χ.χ).



Εικόνα 3. 3: Καρποί πιπεριάς του υβριδίου Raico F1 από το ναλόφΡακτο θερμοκήπιο του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017

Η Zafiro F1 (εικόνα 3.4), φυτό τύπου φλάσκα lamuyo, παρουσιάζει πολύ καλή καρπόδεση. Είναι υβρίδιο πολύ ζωνό, εύρωστο και αποδίδει πολύ καλή παραγωγή ακόμα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Zafiro RZ F1, χ.χ).



Εικόνα 3. 4: Καρποί πιπεριάς του υβριδίου Zafiro F1 από το ναλόφΡακτο θερμοκήπιο του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017

Τέλος η Bellisa F1(εικόνα 3.5) που ανήκει στην κατηγορία του τύπου φλωρίνης, με καρπό κωνικό, έντονο κόκκινο χρώμα και μήκος μέτριο της μακρύ. Το υβρίδιο αυτό, αναπτύσσει αραιό φύλλωμα και είναι ζωηρό. Είναι ανθεκτικό στην ίωση του κηλιδωτού μαρασμού και παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά στην τροφопενία ασβεστίου και στο σκάσιμο της επιδερμίδας των καρπών (Bellisa RZ F1 (35-308), χ.χ).



Εικόνα 3. 5: Καρποί πιπεριάς του υβριδίου Bellisa F1 από το ναλόφρακτο θερμοκήπιο του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., 2017

Το έδαφος του θερμοκηπίου πριν δεχτεί τα νέα φυτάρια είναι γνωστό ότι πρέπει να είναι απαλλαγμένο από έντομα, μολύσματα παθογόνων και ζιζάνια. Είναι σημαντικό επίσης να είναι πλούσιο σε οργανική ουσία και θρεπτικά στοιχεία, να είναι αφρατοποιημένο και χωρίς άλατα.

Κατά τη διάρκεια πριν τη μεταφύτευση των νεαρών φυτών στην τελική θέση, πραγματοποιήθηκε αφρατοποίηση του εδάφους με αναμόγλευση του χώματος από ειδικό εργαλείο (σκαπάνη). Κατόπιν, αφαιρέθηκαν χειρωνακτικά τα ζιζάνια και εφαρμόστηκε ελαφριά ανύψωση κάθε σειράς (σαμαράκια) που επρόκειτο να εγκατασταθούν τα φυτά. Έπειτα εγκαταστάθηκε το αρδευτικό σύστημα (στάγδην) και τοποθετήθηκαν λεπτά φύλλα πολυαιθυλενίου (εδαφοκάλυψη) τα οποία στερεώθηκαν της άκρες των ανυψωμένων σειρών. Η εδαφοκάλυψη αποτελεί πολύ γνωστή καλλιεργητική τεχνική μέσω της οποίας επιτυγχάνεται ο αποτελεσματικότερος έλεγχος

των ζιζανίων, η οικονομία νερού άρδευσης, η πρωίμιση της παραγωγής, η καλύτερη αξιοποίηση αζωτούχων λιπασμάτων και η αύξηση των αποδόσεων σε καλής ποιότητας καρπούς (Ολύμπιος, 2015). Στη συνέχεια στερεώθηκαν τα οριζόντια σύρματα στα οποία έγινε μετέπειτα η υποστύλωση των φυτών σε 2m ύψος από το έδαφος. Τέλος, με την ολοκλήρωση όλων των παραπάνω το έδαφος εμπλουτίστηκε με μυκόρριζες των οποίων οι ιδιότητες αναφέρονται σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Αφότου πραγματοποιήθηκαν της οι παραπάνω διεργασίες, ξεκίνησε η μεταφύτευση των νεαρών φυτών πιπεριάς στη μόνιμη θέση. Επισημαίνεται ότι πριν τη μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε σκληραγώγηση των φυτών στο σπορείο με περιορισμό του νερού άρδευσης. Οι φυτεύσεις έγιναν σε ζεύγη γραμμών με αποστάσεις των γραμμών του ζεύγους 50cm., αποστάσεις φυτών επί της γραμμής 50cm και αποστάσεις κέντρων ζευγών 1,7m. Οι φυτεύσεις των συστημάτων συγκαλλιέργειας ακολούθησαν την ίδια διάταξη με τη διαφορά ότι στη μία γραμμή του ζεύγους εγκαταστάθηκε κατιφές ανά 25cm. Όπως αναφέρεται και στο υποκεφάλαιο 2.6.2 η συγκαλλιέργεια αποτελεί πολύτιμη καλλιεργητική τεχνική που αποβλέπει στον περιορισμό εχθρών και ασθενειών, στην αύξηση της γονιμότητας του εδάφους κ.α. Η συγκαλλιέργεια με κατιφέ πρωτοεμφανίστηκε από της Kögeler και Verbeek για την αντιμετώπιση των προσβολών από του νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* και είναι γνωστή σήμερα ως σύστημα KöVer. Το σύστημα συγκαλλιέργειας πιπεριάς και κατιφέ που εφαρμόστηκε στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας και μελετάται στην παρούσα μελέτη είναι εμπνευσμένο από το σύστημα KöVer.

3.3 Χώρος διεξαγωγής του πειράματος – καταγραφή καλλιέργειας

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ. Ως εκκίνηση της καλλιέργειας ορίζεται η ημερομηνία από τα μέσα Οκτωβρίου του 2016 η οποία και ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2017.

Το θερμοκήπιο έχει 25m μήκος και 20m πλάτος δηλαδή η συνολική του έκταση φτάνει τα 500m². Η καλλιέργεια της πιπεριάς περιορίστηκε περίπου στη μισή έκταση καθώς για της ανάγκες προπτυχιακών μαθημάτων του εργαστηρίου Λαχανοκομίας στο θερμοκήπιο καλλιεργούταν παράλληλα και φυτά μελιτζάνας. Στον πίνακα 3.1, παρατίθεται η αποτύπωση του θερμοκηπίου όπως διαμορφώθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2016-2017.

Πίνακας 3. 1: Αποτύπωση του υαλόφρακτου θερμοκηπίου του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α. της διαμορφώθηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος

| ← Β | | |
|-----------|---------|---------|
| 1.16a | 2.16a | 3.16b |
| 1.16b | 2.16b | |
| 1.15a | 2.15a | 3.15a |
| 1.15b | 2.15b | 3.15b |
| 1.14a | 2.14a | 3.14a |
| 1.14b | 2.14b | 3.14b |
| 1.13a | 2.13a | 3.13a |
| 1.13b | 2.13b | 3.13b |
| 1.12a | 2.12a | 3.12a |
| 1.12b | 2.12b | 3.12b |
| 1.11a | 2.11a | 3.11a |
| 1.11b | Δ 2.11b | Δ 3.11b |
| 1.10a | Ι 2.10a | Ι 3.10a |
| 1.10b | 2.10b | 3.10b |
| 1.9a | Α 2.9a | Α 3.9a |
| 1.9b | Δ 2.9b | Δ 3.9b |
| 1.8a | Ρ 2.8a | Ρ 3.8a |
| 1.8b | 2.8b | 3.8b |
| 1.7a | Ο 2.7a | Ο 3.7a |
| 1.7b | 2.7b | 3.7b |
| 1.6a | Μ 2.6a | Μ 3.6a |
| 1.6b | Ο 2.6b | Ο 3.6b |
| 1.5a | Σ 2.5a | Σ 3.5a |
| 1.5b | 2.5b | 3.5b |
| 1.4a | 2.4a | 3.4a |
| 1.4b | 2.4b | 3.4b |
| 1.3a | 2.3a | 3.3a |
| 1.3b | 2.3b | 3.3b |
| 1.2a | 2.2a | 3.2a |
| 1.2b | 2.2b | 3.2b |
| 1.1a | 2.1a | 3.1a |
| 1.1b | 2.1b | |
| ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ | | |

| ΥΠΟΜΝΗΜΑ | | | | | |
|----------|------|---|-------|----|--------------------|
| | Αρ.Φ | | Αρ.Φ | | |
| 1.16a | | | 2.16a | | |
| 1.16b | | | 2.16b | | |
| 1.15a | 15 | 14 Bellisa Rz F1 Αυτ. & 1 Zafiro Rz F1 Αυτ. | 2.15a | | |
| 1.15b | | | 2.15b | | |
| 1.14a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. | 2.14a | | |
| 1.14b | | | 2.14b | | |
| 1.13a | | | 2.13a | | |
| 1.13b | | | 2.13b | | |
| 1.12a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. | 2.12a | | |
| 1.12b | | | 2.12b | | |
| 1.11a | 14 | Zafiro Rz F1 Αυτ. | 2.11a | | |
| 1.11b | | | 2.11b | | |
| 1.10a | 14 | Zafiro Rz F1 Αυτ. | 2.10a | 15 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.10b | | | 2.10b | | |
| 1.9a | 14 | Raico Rz F1 Αυτ. | 2.9a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.9b | | | 2.9b | | |
| 1.8a | 26 | 14 Raico Rz F1 Αυτ. & 12 T. Erecta-Crackerjack | 2.8a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.8b | | | 2.8b | | |
| 1.7a | 14 | Raico Rz F1 Αυτ. | 2.7a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.7b | | | 2.7b | | |
| 1.6a | 26 | 13 Sammy Rz F1, Αυτ. & 13 T. Erecta-Crackerjack | 2.6a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.6b | | | 2.6b | | |
| 1.5a | 26 | 13 Sammy Rz F1 Αυτ. & 13 T. Erecta-Crackerjack | 2.5a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.5b | | | 2.5b | | |
| 1.4a | 26 | 13 Sammy Rz F1 Αυτ. & 13 T. Erecta-Crackerjack | 2.4a | 13 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.4b | | | 2.4b | | |
| 1.3a | 26 | 13 Yanka Rz F1 Αυτ. & 13 T. Erecta Crackerjack | 2.3a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.3b | | | 2.3b | | |
| 1.2a | 14 | Yanka Rz F1 Αυτ. | 2.2a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.2b | | | 2.2b | | |
| 1.1a | 13 | Yanka Rz F1 Αυτ. | 2.1a | 14 | Bellisa Rz F1 Αυτ. |
| 1.1b | | | 2.1b | | |

Συνολική έκταση θερμοκηπίου: 500m² (25m μήκος και 20m πλάτος)

Μέγιστο ύψος θερμοκηπίου: 3,6m

Ύψος οριζόντιου σύρματος: 2m

Απόσταση μεταξύ αγωγών διπλής γραμμής: 50cm

Απόσταση των κέντρων των ζευγών: 1.70cm

Σ. αγωγών και αριθμός φυτών μεσαίο τμήμα: 10 Διπλές X 14Φ (50cm)

Σ. αγωγών και αριθμός φυτών αριστερό τμήμα: 16 Διπλές X 14 Φ (50cm)

Οι 1.3, 1.6 και 1.8 είναι με διαχωριστικό.

Όπως φαίνεται από την κάτοψη στον πίνακα 3.1, η καλλιέργεια της πιπεριάς αναπτύχθηκε στο αριστερό και στο κεντρικό τμήμα του θερμοκηπίου. Φαίνονται οι σειρές φύτευσης που στην περίπτωση της πιπεριάς αποτελούν της λευκού χρωματισμού. Πιο αναλυτικά, από το αριστερό τμήμα η καλλιέργεια πιπεριάς εγκαταστάθηκε από τη σειρά 1.1 ως 1.15 με εξαίρεση την 1.13 (πράσινου χρωματισμού) στην οποία είχε εγκατασταθεί καλλιέργεια μελιτζάνας και στο κεντρικό τμήμα του θερμοκηπίου από τη σειρά 2.1 ως και τη 2.10. Στο σύνολο, η καλλιέργεια ανέρχεται 332 φυτά τα οποία συνοψίζονται σε 192 φυτά στο αριστερό και 140 φυτά στο κεντρικό τμήμα. Σημειώνεται ότι στο κεντρικό τμήμα, αναπτύχθηκε αποκλειστική μονοκαλλιέργεια πιπεριάς της ποικιλίας Bellisa F1. Σχεδόν κάθε σειρά, αποτελείται από 14 φυτά με μονοκαλλιέργεια τα οποία κατανέμονται ισόποσα της 2 γραμμές (a,b) με εξαίρεση την 1.15a στην οποία εγκαταστάθηκε 1 φυτό επιπλέον της ποικιλίας Zafiro F1 για λόγους πλεονάσματος. Οι σειρές από την 1.3 ως την 1.6 και η 1.8 αφορούν στη συγκαλλιέργεια με κατιφέ. Στην περίπτωση αυτή, τα φυτά εγκαταστάθηκαν ανά 25cm εναλλάξ πιπεριά και κατιφές (*T. erecta* cv Crackerjack). Οι ποικιλίες που συγκαλλιεργήθηκαν ήταν οι Yanka F1, Sammy F1 και Raico F1. Τέλος, η καλλιέργεια αναπτύχθηκε σε διστέλεχο σύστημα και κάθε στέλεχος υποστύλωθηκε με σπάγκους στα οριζόντια σύρματα (εικόνα 3.6).



Εικόνα 3. 6: Απεικόνιση κάθετης υποστύλωσης σε οριζόντια σύρματα στο το ναλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., 2017.



Εικόνα 3.7: Σήμανση παραθύρων με εμφανή εντομοστεγή δίχτυα στο ναλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017.

Το μέγιστο ύψος του θερμοκηπίου φτάνει τα 3,6m, φέρει παράθυρα στις 2 μεγάλες πλευρές, δεξιά και αριστερά καλυμμένα με εντομοστεγή δίχτυα και έτσι πραγματοποιείται ο αερισμός και η ρύθμιση της θερμοκρασίας (εικόνα 3.6). Εναλλακτικά, είναι εγκατεστημένο σύστημα εξαερισμού (εικόνα 3.7)

μέσω του οποίου επιτυγχάνεται ο επαρκής αερισμός και η ρύθμιση της θερμοκρασίας όποτε καθίσταται αδύνατο μέσω των παραθύρων.



Εικόνα 3. 8: Πανοραμική απεικόνιση ναλόφρακτου θερμοκηπίου με εμφανές το σύστημα εξαερισμού του θερμοκηπίου. Δεξιά: φαίνεται ο ανεμιστήρας και αριστερά το σύστημα ψύξης του αέρα. 2017

Το πότισμα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ηλεκτρικού μοτέρ, για την επίτευξη των πιέσεων που χρειάζεται η στάγδην άρδευση. Η άρδευση της κάθε γραμμής φύτευσης έγινε με σωλήνα πολυαιθυλενίου Φ16, με ενσωματωμένο σταλάκτη παροχής 4lt ανά ώρα ανά 25 ή 50cm.

Το θερμοκήπιο αποτελείται από τον 4 χώρους, την είσοδο, τον προθάλαμο, το σπορείο και τον χώρο καλλιέργειας. Στον προθάλαμο μεταγενέστερα εγκαταστάθηκε εντομοστεγής διάδρομος με εντομολογικές κολλητικές παγίδες για την πρόληψη και τον έλεγχο εισβολής εχθρών.

Στο χώρο καλλιέργειας, ένα μήνα μετά τη μεταφύτευση τοποθετήθηκε κυψέλη με βομβίνους της εταιρίας KOPPERT (εικόνα 3.8). Η κυψέλη περιείχε 80 βομβίνους του γένους *B. Terrestris* όπου στο περιεχόμενο βρίσκονταν βασίλισσα, εργάτριες και γόνος (νεογνά, αυγά και προνύμφες) καθώς και διάλυμα σακχάρου. Εγκαταστάθηκε σε οριζόντιο υπερυψωμένο επίπεδο, στο κέντρο του θερμοκηπίου και τοποθετήθηκε επιπλέον σκίαση. Η κυψέλη αποτελούταν από 3 περιοχές. Η μία χωρίς πύλη, δηλαδή οι βομβίνοι παρέμεναν μέσα στην κυψέλη, η δεύτερη είχε μόνο πύλη εισόδου η οποία χρησιμοποιούταν για να εισέλθουν οι βομβίνοι μέσα στην κυψέλη και η τρίτη είχε πύλη εισόδου και εξόδου από και προς αυτή όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.8. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, η κυψέλη ανοιγόταν καθημερινά (θέση εισόδου και εξόδου) κατά τις θερμότερες ώρες της ημέρας προκειμένου να προωθηθεί η φυσική επικοινωνία. Σε περιπτώσεις αερισμού του θερμοκηπίου μέσω των παραθύρων η κυψέλη παρέμενε τουλάχιστον μισή ώρα στη θέση εισόδου και έκλεινε εντελώς πριν εκτέλεση της εργασίας για την αποφυγή απώλειας των βομβίνων. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβανόταν και κατά την εφαρμογή ΦΠΠ μέσω ψεκασμού. Σε αυτήν την περίπτωση η κυψέλη άνοιγε ξανά μετά το στέγνωμα των φύλλων από το ΦΠΠ που είχε εφαρμοστεί.



Εικόνα 3.9: Κυψέλη βομβίνων εγκατεστημένη σε υπερυψωμένο οριζόντιο επίπεδο. Φαίνονται το λευκό σκίαστρο καθώς και οι πύλες εισόδου και εξόδου των επικονιαστών. Εδώ βρίσκεται στην πύλη εισόδου-εξόδου. Υαλόφρακτο θερμοκήπιο εργαστηρίου Λαχανοκομίας ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017.

3.4. Εφαρμογές

3.4.1. Καταγραφή λιπάνσεων

Γενικά σε κάθε πότισμα συνίσταται να εφαρμόζεται και υγρή λίπανση. Η λίπανση συμβάλλει στον εμπλουτισμό του εδάφους και του φυτού με αμινοξέα, πρωτεΐνες, ιχνοστοιχεία κ.α. τα οποία συμβάλουν στη διατήρηση της φυτοϋγείας. Κατά τη διάρκεια του πειράματος, εφαρμόστηκαν λιπάνσεις διαφορετικών σκευασμάτων όποτε αυτό κρίθηκε απαραίτητο για τις εκάστοτε ανάγκες της καλλιέργειας.

Πίνακας 3. 2: Καταγραφή υδρολιπάνσεων κατά τη διάρκεια του πειράματος.

| Ημερομηνία | Συνολική ποσότητα (m ³) | Λίπανση (Εμπορικό Όνομα) | Συνιστώμενη δόση | Δόση εφαρμογής (στα 500 m ²) |
|------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------|--|
| 24/10/2016 | 0,35 | Fertamin L. | 1-2kg/στρ | 0,7kg |
| 26/10/2016 | 1,1 | Myelfos | 200-300cc/στρ | 150cc |
| 03/11/2016 | 1,15 | Myelfos | 200-300cc/στρ | 150cc |
| 19/11/2016 | | IDAI Algafer | 0,4-0,8lt/στρ | 0,4lt |
| 24/11/2016 | | Υγρή βινάσσα | 2-5kg/στρ | 2,5kg |
| 09/12/2016 | | Nomoren | 1lt/2στρ | 0,25lt |
| 11/12/2016 | | Attivo | | |
| 05/01/2017 | | Γλυκερίνη 5% w/w | 250cc/στρ | 125cc |
| 21/01/2017 | 1,2 | Fe | | |
| 09/02/2017 | 1,6 | Stima | 1lt/στρ | 0,5lt |
| | 1,6 | Cuamyl | 0,1lt/στρ | 0,05lt |
| 02/03/2017 | 0,95 | Boro | 500cc/στρ | 200cc |
| 06/03/2017 | 1,5 | Fertamin L. | 1-2kg/στρ | 1kg |
| 08/03/2017 | 1,45 | Fertamin L. | 1-2kg/στρ | 1kg |
| 14/3/2017 | 0,6 | Fertamin L. | 1-2kg/στρ | 1kg |

Στον πίνακα 3.2 αποτυπώνεται η πλήρης διαχείριση οργανικών λιπασμάτων όπως χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Αναγράφεται η ποσότητα

υδρολίπανσης σε κυβικά μέτρα (m^3) που δόθηκε στα φυτά για κάθε διαφορετικό σκεύασμα η οποία τροποποιείται λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, υγρασία), η συνιστώμενη δόση κάθε σκευάσματος καθώς και η τελική δόση εφαρμογής που δόθηκε στο χωράφι. Αξίζει να αναφερθεί ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η δόση εφαρμογής ήταν μικρότερη από τη συνιστώμενη δόση προκειμένου να αντιμετωπιστεί η οποιαδήποτε ανάγκη με τη μικρότερη δυνατή παρέμβαση.

Τα ριζοποτίσματα και οι διαφυλλικές λιπάνσεις συμβάλλουν στην αύξηση της απόδοσης, τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών, την αύξηση της καρποφορίας την ενίσχυση της ανάπτυξης, τη ριζική δραστηριότητα του φυτού, κ.α. Η διεργασία που επιτελεί κάθε σκεύασμα είναι διαφορετική και όπως αναφέρθηκε, προσαρμόστηκε στις ανάγκες της καλλιέργειας. Μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας στο χωράφι εφαρμόστηκαν σκευάσματα που στόχευαν κυρίως στον εμπλουτισμό του εδάφους με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία προκειμένου να προαχθεί η ευρωστία των φυτών. Τα πιο χρησιμοποιούμενα σκευάσματα αποτέλεσαν το FERTAMIN L, το MYELFOS και το IDAI ALGAFER. Ενδεικτικά, το FERTAMIN L, είναι σκεύασμα πλούσιο σε ελεύθερα αμινοξέα που προέρχονται από την υδρόλυση πρωτεϊνών και βοηθά στην καλύτερη και ταχύτερη απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων (Nature fert, www.naturefert.com, χ.χ.). Το FERTAMIN L, αποτέλεσε το σκεύασμα που χρησιμοποιήθηκε τις περισσότερες φορές από την αρχή ως και το τέλος της καλλιέργειας. Το MYELFOS είναι ένα πυκνό διάλυμα φωσφόρου (P) και καλίου (K) (P_2O_5 : 70%, K_2O : 8%) του οποίου η υψηλή περιεκτικότητα σε P διεγείρει την παραγωγή φυτοαλεξινών οι οποίες στη βοηθούν το φυτό στην δημιουργία συστήματος αντοχής κατά τις ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες αυξάνεται ο κίνδυνος προσβολής εχθρών και ασθενειών (Agricenter, www.agricenter.gr, χ.χ.). Τα σκευάσματα FERTAMIN L και MYELFOS χρησιμοποιήθηκαν μεταγενέστερα και για θεραπευτική δράση.

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας παρατηρήθηκαν τροφοπενείες P και B. Για την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα σκευάσματα CUAMYL και BORO αντίστοιχα, ενώ όταν εμφανίστηκαν συμπτώματα προβολών από μυκόρριζες στα φυτά, έγινε υδρολίπανση με το NOMOREN. Η κύρια δράση του NOMOREN είναι να ελέγχει όλα τα είδη και τα γένη των νηματωδών μέσω της περιεκτικότητάς του σε μύκητες που αποβλέπουν στον αποτελεσματικό έλεγχο των σταδίων ανάπτυξης των νηματωδών (προνύμφες, ακμαία).

Εν κατακλείδι παρατηρείται ότι τα φυτά παρέμειναν σε ιδιαίτερα καλή κατάσταση γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην έγκαιρη αντίληψη των αναγκών των φυτών μέσα από την ενδελεχή και ορθή παρατήρηση.

3.4.2. Παρατήρηση εχθρών και ασθενειών – καταγραφή φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Οι εχθροί και οι ασθένειες που προσβάλλουν την πιπεριά είναι σε γενικές γραμμές οι ίδιες που συναντώνται και σε άλλα είδη της οικογένειας των Solanaceae όπως η τομάτα και η μελιτζάνα. Η πιπεριά εμφανίζεται ιδιαίτερα ευπαθής σε μύκητες που προκαλούν σήψη του λαιμού όπως *Phytophthora spp.* κ.α. Ο κίνδυνος μόλυνσης τέτοιων μυκήτων αυξάνεται λίγο μετά τη μεταφύτευση των φυτών στη μόνιμη θέση. Σήμερα, γίνονται προσπάθειες για την επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών (Ολύμπιος, 2015). Οι κυριότερες προσβολές που αντιμετωπίστηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος αναφέρονται ενδεικτικά παρακάτω.

Προσβολές από έντομα

- **Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*):** Το έντομο αυτό εντοπίστηκε σε



Εικόνα 3. 10: Προσβολή από Αλευρώδη (λευκού χρωματισμού και Αφίδες (καστανού χρωματισμού) στα νεότερα φύλλα πιπεριάς. Υαλόφρακτο θερμοκήπιο εργαστηρίου Λαχανοκομίας, ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., 2017

σχετικά κοντινό χρονικό διάστημα μετά τη μεταφύτευση (εικόνα 3.10, 3.11). Γενικά, εμφανίζεται στα φύλλα από τα οποία απομυζάει τους χυμούς ενώ παράλληλα μειώνει τη φωτοσυνθετική τους επιφάνεια. Ως

αποτέλεσμα δράσης του

ξενιστή είναι η υποβάθμιση και η μείωση της παραγωγής (Ολύμπιος, 2015). Για την αντιμετώπιση του Αλευρώδη εφαρμόστηκε ο μύκητας *Beauveria Bassiana* -ο οποίος δρα θεραπευτικά και σε άλλες περιπτώσεις εχθρών-, με το εμπορικό σκεύασμα NATURALIS.



Εικόνα 3. 11: Φύλλο πιπεριάς σε μεγέθυνση. Τα κόκκινα τόξα υποδεικνύουν έντομα αλευρώδη. Υαλόφρακτο θερμοκήπιο εργαστηρίου Λαχανοκομίας, ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017.

- **Αφίδες (*Myzus persicae*):** Οι αφίδες (εικόνα 3.12) στον τόπο καλλιέργειας εμφανίστηκαν σε πολύ πρώιμο στάδιο. Συγκεκριμένα, από το στάδιο προετοιμασίας του εδάφους παρατηρήθηκαν προσβολές σε ζιζάνια που βρίσκονταν κυρίως περιφερειακά του θερμοκηπίου. Η αντιμετώπιση στο αρχικό στάδιο παρατήρησης αντιμετωπίστηκε με την αφαίρεση ζιζανίων (βοτάνισμα) ενώ σε μεταγενέστερες προσβολές εφαρμόστηκαν ΦΠΠ για την ορθότερη διαχείριση του φαινομένου. Οι αφίδες, προκαλούν παρόμοια ζημιά με αυτή του αλευρώδη, απομυζώντας χυμούς, με αποτέλεσμα τον περιορισμό της αφομοιωτικής επιφάνειας του φυτού και το σημάδεμα του καρπού. Η μεγαλύτερη ανησυχία από την προσβολή αφίδων έγκειται στο γεγονός ότι μπορούν να βοηθήσουν και να μεταδώσουν ιώσεις στα φυτά και γι' αυτό το λόγο οι παρατηρήσεις και η παρέμβαση στο συγκεκριμένο είδος εντόμων ήταν ιδιαίτερα εκτενής (Ολύμπιος, 2015). Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για την αντιμετώπισή περιείχαν τοπικές εφαρμογές (ΤΕ) και εφαρμογές ψεκασμού όλου του θερμοκηπίου. Ενδεικτικά, ένα μήνα μετά την εγκατάσταση των φυτών στη μόνιμη θέση, εφαρμόστηκε τοπικός ψεκασμός με το σκευάσμα ACARIDOIL το οποίο χρησιμοποιήθηκε ξανά σε νεότερο στάδιο. Το ACARIDOIL στον πρώτο ψεκασμό εφαρμόστηκε τοπικά στα φύλλα και τα άνθη των φυτών, σύμφωνα με τις δοθείσες οδηγίες. Ως αποτέλεσμα της μη ορθής χρήσης ήταν το μερικό κάψιμο των φυτών. Το γεγονός αυτό ελλόχευε ιδιαίτερους κινδύνους μέχρι και την απώλεια της παραγωγής. Αφού καταβλήθηκαν οι μεγαλύτερες προσπάθειες για την αποφυγή τέτοιου αποτελέσματος, δεν παρατηρήθηκε καμία αξιοσημείωτη

αναφορά στην υποβάθμιση της καλλιέργειας. Η μοναδική επίδραση του λάθους αυτού χειρισμού ήταν η μετατόπιση της συγκομιδής λίγο αργότερα, γεγονός που αποδόθηκε πέρα από την κατά δύναμιν έγκαιρη προσπάθεια αντιμετώπισης, στην ιδιότητα των φυτών να ξεπερνούν κάθε σοκ που μπορεί να προκύψει. Εν κατακλείδι, η οποιαδήποτε παρέμβαση στο χώρο μιας καλλιέργειας, είναι ανάγκη να γίνεται πολύ προσεκτικά, με μεγάλη επιμέλεια και με την απαιτούμενη γνώση προκειμένου να αποφεύγονται τέτοιου είδους καταστάσεις.

Προσβολές από παθογόνα



Εικόνα 3.12: Προσβολή από αφίδες σε φυτά πιπεριάς. Αριστερά: Προσβολή στο κάτω μέρος του άνθους. Δεξιά: Προσβολή στα ανώτερα φύλλα. Υαλόφρακτο θερμοκήπιο εργαστηρίου Λαχανοκομίας, ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017.

- **Φαιά σήψη (Βοτρύτης) – *Botrytis cinerea*:** Ο βοτρύτης εμφανίζεται ως η πιο συχνή μυκητολογική ασθένεια της πιπεριάς. Είναι αερομεταφερόμενο παθογόνο και ευδοκιμεί σε περιβάλλον με υψηλή υγρασία. Προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού και σε προχωρημένο στάδιο μπορεί να έχει μεγάλη επιρροή στην απόδοση της καλλιέργειας. Αρκετά επικίνδυνη προσβολή θεωρείται η προσβολή των στελεχών καθώς ξηραίνονται και τελικά σπάζουν μειώνοντας την παραγωγή. Η παρουσία πληγών στα φυτά μπορεί να αποτελέσει υπόστρωμα εισόδου του παθογόνου (Ολύμπιος, 2015). Κατά τη διάρκεια του πειράματος στο θερμοκήπιο εντοπίστηκε ο μύκητας σε αρχικά στάδια προσβολής. Οι ενδείξεις παρατηρήθηκαν σε κάποια άνθη (εικόνα 3.13) και πολύ λιγότερο ως καθόλου στα στελέχη. Για την αντιμετώπιση του

εφαρμόστηκε καθολικός ψεκάσμος με σκεύασμα οργανικού χαλκού (Cu) 5% με εμπορική ονομασία TALOCUPER. Τοπικοί ψεκάσμοι εφαρμόστηκαν στα σημεία προσβολής με τον μύκητα *Botrytis subtilis* με εμπορική ονομασία SERENADE MAX και με υδατοδιαλυτό σίδηρο (Fe) 2% με εμπορική ονομασία BOTRYFAN σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.



Εικόνα 3. 13: Προσβολή από το παθογόνο *Botrytis cinerea* σε πρώιμο στάδιο σε άνθη πιπεριάς. Υαλόφρακτο θερμοκήπιο εργαστηρίου Λαχανοκομίας, ΕΛ.ΜΕ.Π.Α., 2017.

- **Ωίδιο (*Leveillula taurica*, *Oidiopsis taurica*):** Το παθογόνο αυτό αποτελεί ενδοπαράσιτο ενώ προκαλεί κιτρινωπές κηλίδες στην επάνω επιφάνεια των φύλλων και χαρακτηριστικούς κονιδιοφόρους στην κάτω. Σε προχωρημένες προσβολές, ακολουθεί φυλλόπτωση (Ολύμπιος, 2015). Στο θερμοκήπιο παρατηρήθηκαν μικρές προσβολές του μύκητα και ο περιορισμός του αντιμετωπίστηκε με θειάφι στις αρχές της καλλιέργειας με το εμπορικό σκεύασμα THIOVIT WG με καθολικό ψεκάσμο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε και μεταγενέστερα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα με εμπορική ονομασία ZENOX που εντάσσεται στην κατηγορία των βιολογικών ωιδιοκτόνων.

Στον πίνακα 3.3 αποτυπώνονται οι επεμβάσεις ΦΠΠ που έγιναν κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας με τη δραστική ουσία κάθε σκευάσματος και τις τελικές δόσεις που εφαρμόστηκαν για τον περιορισμό και την αντιμετώπιση κάθε προσβολής.

Πίνακας 3. 3: Εφαρμογές ΦΠΠ κατά τη διάρκεια του πειράματος.

| Ημερομηνία | Εμπορικό Όνομα | Δραστική Ουσία | Στόχος | Συνιστώμενη δόση | Μεσοδιάστημα (PHI ημέρες) | Δόση εφαρμογής (στα 500 m ²) |
|------------|------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------|--|
| 08/11/2016 | Thiovit WG | Θειάφι | Ωίδιο | 300gr/στρ | 7 | 125gr |
| 22/11/2016 | Acaridoil | Άλατα καλίου λιπαρών οξέων | Αφίδες, Λυριόμυζα, Αλευρώδης | 150-200cc/10lt | 0 | 60cc/1.5lt ΨΥ TE |
| 23/11/2016 | Savona | Άλατα καλίου | Αφίδες, Λυριόμυζα, Αλευρώδης | 1lt/100lt | 0 | 0,5lt/150lt |
| 02/12/2016 | Laser | Spinosad 45% w/v | Αφίδες, Τούτα, Λυριόμυζα | 25cc/100lt | 3 | 50cc/200lt |
| 12/12/2016 | Naturalis | <i>B. bassiana</i> | Αλευρώδης, Θρίπες, Τετράνυχος | 200cc/στρ | 0 | 100cc/100lt |
| 15/12/2016 | Naturalis | <i>B. bassiana</i> | Αλευρώδης, Θρίπες, Τετράνυχος | 200cc/στρ | 0 | 100cc/100lt |
| 19/12/2016 | Zenox | | Ωίδιο | 3,5gr/lt | 0 | 262,5gr/75lt |
| 03/01/2017 | Botryfan | Υδατοδιαλυτός Fe 2% | Βοτρύτης, Περονόσπορος | 3cc/lt | 0 | TE |
| 23/01/2017 | Acaridoil | Άλατα καλίου λιπαρών οξέων | Αφίδες, Λυριόμυζα, Αλευρώδης | 150-200cc/10lt | 2 | |
| | Πύρεθρο | Φυσική πυρεθρίνη από το φυτό Chrysanthemum | Αφίδες | 90cc/100lt | 2 | |
| 31/01/2017 | Talocuper | Οργανικός Χαλκός 5% | Βοτρύτης | 250cc/100lt | 0 | 200cc/100kg H ₂ O |
| 07/02/2017 | Serenade Max | <i>Botrytis subtilis</i> | Βοτρύτης | 8gr/lt | 0 | 12gr/1,5lt ΨΥ TE |
| 24/02/2017 | Naturalis | <i>B. bassiana</i> | Αλευρώδης, Θρίπες, Τετράνυχος | 200cc/στρ | 0 | 75cc/100lt |
| 03/03/2017 | Thiovit WG | Θειάφι | Ωίδιο | 300gr/στρ | 7 | 150gr/80lt |
| | Πύρεθρο | Φυσική πυρεθρίνη από το φυτό Chrysanthemum | Αφίδες | 90cc/100lt | 2 | 72cc/80lt |
| 08/03/2017 | Πύρεθρο | Φυσική πυρεθρίνη από το φυτό Chrysanthemum | Αφίδες | 90cc/100lt | 2 | 72cc/80lt |
| | Savona | Άλατα καλίου | Αφίδες, Λυριόμυζα, Αλευρώδης | 1lt/100lt | 0 | 0,8lt/80lt |
| 24/03/2017 | Botrix | | Βοτρύτης | | | |
| | Micocel | | Περονόσπορος | 300cc/100lt | 0 | 420cc/140lt |
| 27/04/2017 | Πύρεθρο | Άλατα καλίου | Αφίδες, Λυριόμυζα, Αλευρώδης | 1lt/100lt | 0 | Άλατα καλίου |
| | Savona | Άλατα καλίου | Αφίδες, Λυριόμυζα, Αλευρώδης | 1lt/100lt | 0 | Άλατα καλίου |

3.5 Μετρήσεις - Αποτελέσματα

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος από τη στιγμή της πρώτης συγκομιδής, στο εργαστήριο Λαχανοκομίας ελήφθησαν μετρήσεις που αφορούσαν στο συνολικό βάρος και στον αριθμό καρπών. Η ζύγιση πραγματοποιήθηκε με μηχανικό ζυγό. Σε κάθε συγκομιδή κάθε επανάληψη ζυγιζόταν ξεχωριστά και καταγραφόταν. Στους παρακάτω πίνακες παρατίθενται οι παραπάνω πληροφορίες, καθώς γίνεται και σύγκριση μέσων όρων βάρους και καρπών. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν καταγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Πίνακας 3. 4: Συνολικό βάρος σε kg ανά συγκομιδή ανά ποικιλία το έτος 2017.

| Ημ/νια | Yanka | Sammy | Raico | Zafiro | Bellisa |
|--------|-------|-------|-------|--------|---------|
| 17/01 | 0,475 | 1,8 | 1,6 | 1,1 | 0,4 |
| 19/01 | - | 2 | 2,3 | 0,2 | - |
| 07/02 | - | - | 2,5 | 0,6 | - |
| 13/02 | 1,2 | - | - | - | 4 |
| 21/02 | 0,9 | 1,6 | 0,8 | 0,2 | 3,5 |
| 02/03 | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 0,4 | 4,2 |
| 13/03 | 1,4 | 2,1 | 1,4 | 1 | 4,3 |
| 20/03 | 1,2 | 2,1 | - | 0,65 | 4,3 |
| 22/03 | 0,6 | 0,9 | 0,7 | - | 1 |
| 29/03 | 1,3 | 0,4 | 0,9 | 1,7 | 5 |
| 03/04 | 0,35 | 1 | 0,3 | 0,3 | 3,5 |
| 10/04 | 0,4 | 0,7 | 0,45 | 0,6 | 4,3 |
| 21/04 | - | - | 0,2 | - | 4,5 |
| 26/04 | 0,4 | 0,7 | 0,1 | 0,2 | 5,7 |
| 15/05 | - | - | 2,5 | 2 | - |
| 18/05 | 2,6 | - | - | - | - |
| 25/05 | 0,3 | 1,6 | 3,6 | 0,8 | 2,5 |

Η πρώτη συγκομιδή φυτών πιπεριάς πραγματοποιήθηκε στις 17/01/2017 και η τελευταία στις 25/05/2017. Στο σύνολο, ο αριθμός των συγκομιδών ήταν 17. Συλλέχθηκαν ποικιλίες και από τα 5 είδη. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρώτη συγκομιδή της ποικιλίας Bellisa έγινε σε πρωιμότερο στάδιο, δηλαδή πριν φτάσει στο κόκκινο χρώμα και μπορεί να θεωρηθεί ως ένας λόγος χαμηλότερης παραγωγής σε σχέση με το

σύνολο που συγκομιζόταν μεταγενέστερα. Κάθε ποικιλία συλλεγόταν όταν έφτανε στο στάδιο της συγκομιδής και έτσι παρατηρείται από τους πίνακες 3.4 και 3.4 ότι δεν συγκομιζόταν κάθε ποικιλία σε κάθε συγκομιδή.

Πίνακας 3. 5: Σύνολο καρπών ανά συγκομιδή ανά ποικιλία το έτος 2017

| Ημ/νια | Yanka | Sammy | Raico | Zafiro | Bellisa |
|--------|-------|-------|-------|--------|---------|
| 17/01 | 19 | 32 | 15 | 7 | 7 |
| 19/01 | - | 55 | 27 | 2 | - |
| 07/02 | - | - | 38 | 7 | - |
| 13/02 | 36 | - | - | - | 41 |
| 21/02 | 27 | 27 | 12 | 1 | 37 |
| 02/03 | 45 | 42 | 21 | 5 | 51 |
| 13/03 | 46 | 60 | 19 | 9 | 57 |
| 20/03 | 39 | 63 | - | 9 | 61 |
| 22/03 | 22 | 25 | 12 | - | 14 |
| 29/03 | 48 | 13 | 11 | 24 | 81 |
| 03/04 | 19 | 31 | 4 | 4 | 61 |
| 10/04 | 15 | 20 | 5 | 9 | 73 |
| 21/04 | - | - | 2 | - | 63 |
| 26/04 | 37 | 21 | 2 | 7 | 126 |
| 15/05 | - | - | 40 | 20 | - |
| 18/05 | 90 | - | - | - | - |
| 25/05 | 21 | 48 | 69 | 14 | 63 |

Μαζί με τη ζύγιση των ποικιλιών σε κάθε συγκομιδή μετρήθηκαν και οι συνολικοί καρποί όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.5. Η διακύμανση του συνολικού βάρους καθώς και των αριθμών των καρπών οφείλεται στα διαφορετικά χαρακτηριστικά κάθε ποικιλίας τα οποία αναφέρονται στο υποκεφάλαιο 3.2. Με βάση τους δύο παραπάνω πίνακες, έγιναν συγκρίσεις μέσω όρων βάρους ανά ποικιλία και ανά μήνα συγκομιδής καθώς και μέσοι όροι καρπών αντίστοιχα.

Το μέσο βάρος κατά την ποιοτική ανάλυση των 5 ποικιλιών παρουσιάζεται στον πίνακα 3.6. Συγκεκριμένα, ο τελικός μέσος όρος βάρους (TMO) για την ποικιλία Yanka F1 ήταν 0,025kg, για τη Sammy F1 0,039kg, για τη Raico F1 0,074kg, για τη Zafiro F1 0,091kg και τέλος για τη Bellisa ήταν 0,065kg.

Πίνακας 3. 6: Μέσος όρος βάρους σε kg καρπών ανά ποικιλία ανά συγκομιδή το έτος 2017

| Ημ/νια | Yanka | Sammy | Raico | Zafiro | Bellisa |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 17/01 | 0,025 | 0,056 | 0,106 | 0,15 | 0,028 |
| 19/01 | - | 0,036 | 0,085 | 0,1 | - |
| 07/02 | - | - | 0,065 | 0,085 | - |
| 13/02 | 0,033 | - | - | - | 0,097 |
| 21/02 | 0,033 | 0,059 | 0,066 | 0,2 | 0,094 |
| 02/03 | 0,035 | 0,051 | 0,076 | 0,08 | 0,082 |
| 13/03 | 0,03 | 0,035 | 0,073 | 0,11 | 0,075 |
| 20/03 | 0,03 | 0,033 | - | 0,072 | 0,07 |
| 22/03 | 0,027 | 0,036 | 0,058 | - | 0,071 |
| 29/03 | 0,027 | 0,03 | 0,081 | 0,07 | 0,061 |
| 03/04 | 0,018 | 0,032 | 0,075 | 0,075 | 0,057 |
| 10/04 | 0,026 | 0,035 | 0,09 | 0,066 | 0,058 |
| 21/04 | - | - | 0,1 | - | 0,071 |
| 26/04 | 0,01 | 0,033 | 0,05 | 0,028 | 0,045 |
| 15/05 | - | - | 0,062 | 0,1 | - |
| 18/05 | 0,028 | - | - | - | - |
| 25/05 | 0,014 | 0,033 | 0,052 | 0,057 | 0,039 |
| TMO | 0,025 | 0,039 | 0,074 | 0,091 | 0,065 |

Με βάση τους παραπάνω πίνακες, έγινε η αναγωγή των μετρήσεων σε μετρήσεις συγκομιδών ανά μήνα συλλογής. Στον πίνακα 3.7 παρουσιάζεται ο μέσος όρος αριθμών των καρπών των πέντε ποικιλιών ανά μήνα συνολικής συγκομιδής.

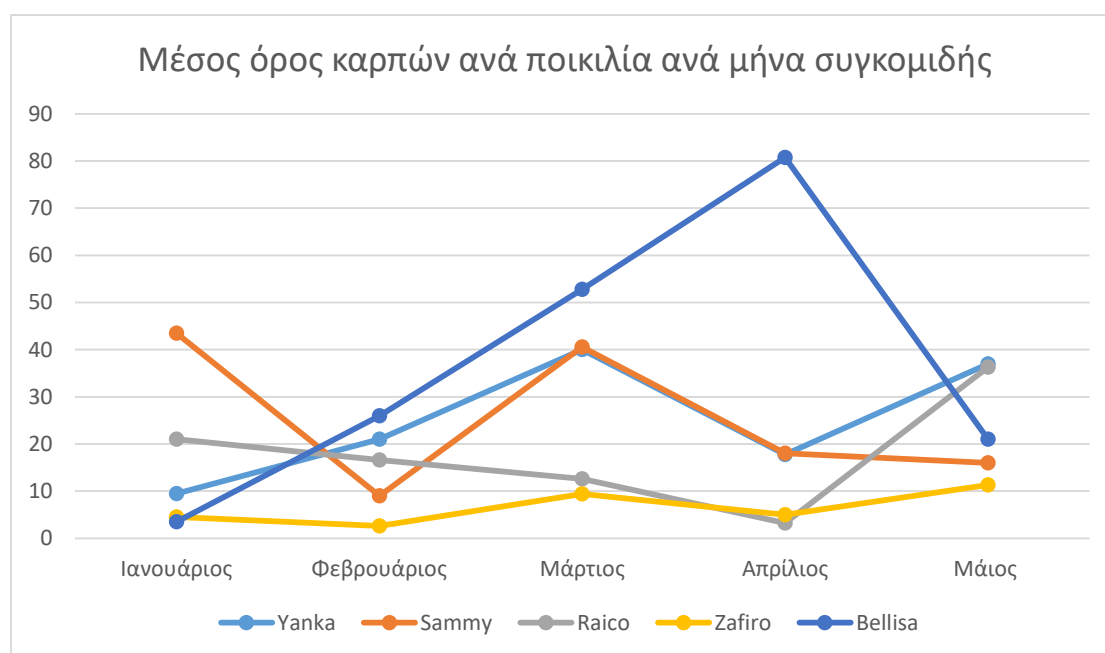
Πίνακας 3. 7: Μέσος όρος αριθμών καρπών ανά μήνα ανά ποικιλία

| | Yanka | Sammy | Raico | Zafiro | Bellisa |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Ιανουάριος | 9,5 | 43,5 | 21 | 4,5 | 3,5 |
| Φεβρουάριος | 21 | 9 | 16,6 | 2,6 | 26 |
| Μάρτιος | 40 | 40,6 | 12,6 | 9,4 | 52,8 |
| Απρίλιος | 17,75 | 18 | 3,25 | 5 | 80,75 |
| Μάιος | 37 | 16 | 36,3 | 11,3 | 21 |

Ενδεικτικά, η μεγαλύτερη παραγωγή της ποικιλίας Yanka F1 εμφανίζεται τον Μάρτιο με μέσο όρο καρπών που ανέρχεται στους 40, της Sammy F1 τον Ιανουάριο

με 43,5, της Zafiro F1 και της Raico F1 τον Μάιο με 11,3 και 21 καρπούς αντίστοιχα και τέλος, της ποικιλίας Bellisa F1 με μέγιστο σύνολο καρπών 80,75 τον μήνα Μάιο.

Στο διάγραμμα 3.1 εμφανίζεται ο μέσος όρων των καρπών κάθε ποικιλίας ανά μήνα συγκομιδής. Με αφετηρία τις συγκομιδές του Ιανουαρίου, εμφανίζεται αύξηση των μέσων όρων των καρπών των ποικιλιών Yanka F1 και Bellisa F1 σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αύξηση ωστόσο παρατηρείται στις ποικιλίες Yanka F1, Sammy F1, Zafiro F1, και Bellisa F1 τον Φεβρουάριο σε σχέση με τη μείωση που παρουσιάζεται στην ποικιλία Raico F1 η οποία συνεχίζει να μειώνεται προοδευτικά μέχρι και τον Απρίλιο με μέσο όρο καρπών 3,25. Τον Μάρτιο, ο μεγαλύτερος μέσος όρος συγκομισμένων καρπών παρουσιάστηκε στην ποικιλία Bellisa F1 με 52,8 καρπούς σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες, ενώ ο μικρότερος εμφανίστηκε στη Zafiro F1 με συνολικό μέσο όρο 9,4 καρπών. Τον Απρίλιο, η ποικιλία Bellisa F1 συνεχίζει να διατηρεί τα υψηλότερα ποσοστά σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες ενώ επίσης είναι και ο μήνας με τη μεγαλύτερη παραγωγή καρπών για την ίδια ποικιλία. Τέλος, τον Μάιο η ποικιλία Raico F1 εμφανίζει τη δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγή μετά τη Yanka F1 σε σύγκριση με τους προηγούμενους μήνες αλλά και σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες.



Διάγραμμα 3. 1: Απεικόνιση των μέσων όρων των καρπών ανά ποικιλία για κάθε μήνα συγκομιδής.

Τέλος, στον παρακάτω πίνακα, εμφανίζεται ο μέσος όρος βάρους των καρπών όπως προέκυψε από τις συνολικές συγκομιδές κάθε μήνα για κάθε ποικιλία ξεχωριστά. Στον πίνακα επίσης επισημαίνεται ο μήνας με τη μεγαλύτερη παραγωγή που είχε κάθε ποικιλία. Έτσι, για την ποικιλία Yanka F1 η μεγαλύτερη παραγωγή παρουσιάστηκε τον

Μάρτιο, με μέσο όρο βάρους 0,029kg και συνολικό μέσο όρο 40 καρπών, για την ποικιλία Sammy F1 τον Ιανουάριο με 0,046kg και μέσο όρο 43,5 καρπών. Αντίστοιχα και για την ποικιλία Raico F1 μεγαλύτερη παραγωγή καταγράφεται τον Ιανουάριο με 0,095kg και μέσο όρο 21 καρπών παρότι τον Μάιο όπως φαίνεται στον πίνακα 3.7 ο μέσος όρος της ποικιλίας ήταν 36,3 καρποί με πολύ μικρότερο μέσο όρο βάρους γεγονός που μπορεί να αποδίδεται είτε στα χαρακτηριστικά της ποικιλίας είτε στις περιβαλλοντικές συνθήκες αφού όπως προκύπτει και από τον πίνακα 3.8 παρουσιάζεται σχετική μείωση των μέσων όρων του βάρους των καρπών σε όλες τις ποικιλίες τον Μάιο. Τέλος, η ποικιλία Bellisa είχε την μεγαλύτερη παραγωγή τον Μάρτιο με μέσο όρο βάρους ανά καρπό 0,071kg και σύνολο μέσο όρο 52,8 καρπών παρότι η ποικιλία έδωσε τον μεγαλύτερο μέσο όρο καρπών τον Απρίλιο (80,75) αλλά όμως με μικρότερο βάρος ανά καρπό το οποίο μπορεί επίσης να οφείλεται στους προαναφερθέντες λόγους.

Πίνακας 3. 8: Μέσος όρος βάρους καρπών σε kg ανά μήνα ανά ποικιλία

| | Yanka | Sammy | Raico | Zafiro | Bellisa |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|
| Ιανουάριος | 0,012 | 0,046 | 0,095 | 0,125 | 0,014 |
| Φεβρουάριος | 0,022 | 0,019 | 0,043 | 0,095 | 0,063 |
| Μάρτιος | 0,029 | 0,037 | 0,057 | 0,064 | 0,071 |
| Απρίλιος | 0,013 | 0,025 | 0,078 | 0,042 | 0,057 |
| Μάιος | 0,013 | 0,011 | 0,038 | 0,052 | 0,013 |

Με βάση τους πίνακες αποτελεσμάτων του προηγούμενου υποκεφαλαίου ορίστηκαν οι μέσες αποδόσεις κάθε ποικιλίας πιπεριάς και έγινε η αναγωγή σε στρεμματική απόδοση. Το μήκος κάθε γραμμής είναι 3,5m και το πλάτος 0,5m. Το συνολικό εμβαδόν της κάθε γραμμής φύτευσης είναι 1,75m². Κάθε ποικιλία αντιστοιχούσε σε 5,25m² εκτός από τη Bellisa η οποία αντιστοιχούσε σε 22,75m². Με το πέρας του πειράματος μετρήθηκε το συνολικό συγκομισμένο βάρος για κάθε καλλιεργούμενη ποικιλία. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται στον πίνακα 3.9:

Πίνακας 3. 9: Συνολικό συγκομισμένο βάρος σε kg στην καλλιεργητική περίοδο με βάση την καλλιεργούμενη έκταση κάθε ποικιλίας.

| Yanka | Sammy | Raico | Zafiro | Bellisa |
|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|
| 12,725 | 16,3 | 18,95 | 9,75 | 47,2 |

Με βάση το συνολικό βάρος στην καλλιεργούμενη έκταση τροποποιήθηκαν οι σχέσεις από kg/m^2 σε τόνους/στρ. Η σχέση αυτή διαμορφώνεται ως εξής:

Πίνακας 3. 10: Στρεμματική απόδοση κάθε καλλιεργούμενης ποικιλίας σε τόνους.

| Yanka | Sammy | Raico | Zafiro | Bellisa |
|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|
| 24 | 31 | 36 | 18,75 | 20,74 |

3.6 Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη ερευνήθηκε η ορθότητα του συστήματος καλλιέργειας βιολογικής πιπεριάς στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου. Η γεωργική πρακτική εφαρμόστηκε όπως ορίζεται από τη διεθνή βιβλιογραφία και η ανάπτυξη της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε όπως ορίζεται με βάση τις αρχές και τη νομοθεσία που διέπουν τη βιολογική γεωργία. Απώτερος στόχος αυτής της εργασίας πέρα από την καταγραφή και την πορεία της καλλιέργειας είναι η προσπάθεια ακόμα μεγαλύτερης στροφής στη βιολογική γεωργία και ως μέσο καλλιέργειας αλλά και ως μέσο διάθεσης τροφής. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από τις μετρήσεις των συγκομιδών, θεωρούνται πολύ ικανοποιητικά. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο ορισμένων μη ορθών εφαρμογών όπως το κάψιμο των φυτών, η παραγωγή παρέμεινε σε πολύ ευνοϊκότερα πλαίσια σε σχέση με την αναμενόμενη μέση απόδοση που αφορά στα Ελληνικά επίπεδα.

Η μέση απόδοση στην Ελλάδα για καλλιέργεια γλυκιάς πιπεριάς κυμαίνεται από 2-8 τόνους/στρέμμα ενώ μπορεί να φτάσει και τους 15 τόνους/στρέμμα. Στην περίπτωση της καυτερής πιπεριάς η τιμή αυτή διαφοροποιείται στους 3-4 τόνους το στρέμμα. Οι καυτερές πιπεριές αποδίδουν ελαφρώς χαμηλότερη παραγωγή (Ολύμπιος, 2001 και Ολύμπιος, 2015).

Οι τελικές ενδείξεις του πειράματος αντικατοπτρίζουν ένα υγιές σύστημα καλλιέργειας το οποίο ευόδωσε ιδιαίτερα στην απόδοση. Βέβαια, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η καλλιεργούμενη έκταση κάθε ποικιλίας ήταν κατά πολύ μικρότερη του ενός στρέμματος και η αναγωγή σε στρεμματική απόδοση είναι τυπική και γίνεται στα πλαίσια της προσπάθειας για μια πιο ενημερωμένη και γρήγορη κατανόηση. Είναι σαφές ότι οι μεγαλύτερες εκτάσεις, απαιτούν μεγαλύτερο κόστος, φροντίδα, γνώση και εργατικά.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Γαλανάκη Σ. & Γουμενάκη Ε. 2017. Παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση της καψαϊκίνης στις πιπεριές. Πρακτικά 28ου Συνεδρίου της Ελληνικής εταιρία της επιστήμης των οπωροκηπευτικών. ΛΑΧ-14: 230.

Γαλανοπούλου – Σενδουκά, Α., κ.α. 2001. Βιολογική Γεωργία. Στόχοι – Προοπτικές. Πρακτικά ημερίδας Βιολογικής Γεωργίας, Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής. 19, 20, 21, 22, 23, 24.

Επιτροπάκης, Τ., 2000. Βιολογική Γεωργία. Αθήνα. Εκδόσεις Βιβλιοεκδοτική ΑΕ. 15

Θανόπουλος, Χ., 2008. Τεχνικές βιολογικής καλλιέργειας σολανωδών λαχανικών. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. 5-22

Κανάκης, Γ.Α., 2003. Γενική Λαχανοκομία. Αθήνα. Εκδόσεις ΑγροΤύπος ΑΕ. 15

Ολύμπιος, Χ., 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Αθήνα. Εκδόσεις Σταμούλη ΑΕ. 211, 238, 239, 241, 250, 251, 252, 253, 260.

Ολύμπιος, Χ., 2015. Η τεχνική της καλλιέργειας των υπαίθριων κηπευτικών. Αθήνα. Εκδόσεις Σταμούλη ΑΕ. 144, 145, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 163, 165, 166, 167.

Πολυράκης, Γ., 2003. Περιβαλλοντική Βιολογία. Αθήνα. Εκδόσεις Ψυχάλου. 5, 160.

Υπ.Α.Α.Τ. 2019. Διαθέσιμο online: <http://www.minagric.gr/index.php/el/>, τελευταία πρόσβαση 12/02/2020

Bellisa RZ F1 (35-308). X.X. Rijk Zwaan. Διαθέσιμο online www.rijkszwaan.gr. Τελευταία πρόσβαση 26/02/2020.

Raico RZ F1. X.X. Rijk Zwaan. Διαθέσιμο online www.rijkszwaan.gr. Τελευταία πρόσβαση 13/02/2020.

Sammy RZ F1 (35-92). X.X. Rijk Zwaan. Διαθέσιμο online www.rijkszwaan.gr. Τελευταία πρόσβαση 13/02/2020.

Yanka RZ F1.X.X Rijk Zwaan. Διαθέσιμο online www.rijkszwaan.gr. Τελευταία πρόσβαση 13/02/2020.

Zafiro RZ F1. X.X. Rijk Zwaan. Διαθέσιμο online www.rijkszwaan.gr. Τελευταία πρόσβαση 13/02/2020.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Akladios, S.A., Mohamed, H.I., 2018. Ameliorative effects of calcium nitrate and humic acid on the growth, yield component and biochemical attribute of pepper (*Capsicum annuum*) plants grown under salt stress. *Sci. Hortic. Amsterdam* 236: 244-250, doi: 10.1016/j.scienta.2018.03.047.

Al – Abbad, S.Y.A., (2009). Efficiency of different pollination treatments on Solanaceae yields growth in plastic house. *J. Biol. Sci.* 9(5): 464,466, doi: 10.3923/jbs.2009.464.469

Al – Amri, S.M., 2019. Mitigation of salinity stress of pepper (*Capsicum annuum* L.) by arbuscular mycorrhizal fungus, *glomus constrictum*. *Appl. Ecol. Env. Res.* 17(4): 9965-9978, doi: 10.15666/aeer/1704_99659978.

Alsadon, A., Wahb-Allah, M., Abdel-Razzak, H., Ibrahim, A., 2013. Effects of pruning systems on growth, fruit yield and quality traits of three greenhouse-grown bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Aust. J. Crop Sci.* 7(9): 1309-1310.

Arrowsmith, S., Todd P. Egan, T.P., Meekins, J.F., Powers, D., Metcalfe, M., 2012. Effects of salt stress on capsaicin content, growth, and fluorescence in a Jalapeño cultivar of *Capsicum annuum* (Solanaceae). *Bios* 83(1): 1-7, doi: 10.2307/23267852.

Barea, J.M., Ferrol, N., Azcon-Aguilar, C., Azcon, R., (2008). Mycorrhizal symbioses. *Plant Physiol.* 7: 143,144. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8435-5_7.

Chapa-Oliver, A., Mejia-Teniente, L., 2016. Capsaicin: From plants to a cancer-Suppressing Agent. *Molecules* 21, 931; doi: 10.3390/molecules21080931

Cisneros-Pineda, O., Torres-Tapia, L.W., Gutierrez-Pacheco, L.C., Contreras-Martin, F., Gonzales-Estrada, T., Peraza Sanchez, S.R., 2007. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yutacan, Mexico. *Food Chem.* 104: 1755, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.076>.

Ercan, N., Onus, A.N., 2003. The effects of bumblebees (*Bombus terrestris* L.) on fruit quality and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in an unheated

greenhouse. *Isr. J. Plant Sci.*, 51(4): 275, 282, doi: 10.1560/N7FL-2BBU-X6L9-VLFG.

Fatori, V., Hohmann, S.C.M., Rossaneis, A.C., Pinho-Ribeiro, F.A., Verri Jr, W.A., 2016. Capsaicin: Current understanding of its Mechanisms and therapy of pain and other pre-clinical and clinical issues. *Molecules*, 21(7): 3-17, doi: 10.3390/molecules21070844.

Greene, C., Kremen, A., 2001. U.S. Organic Farming in 2000-2001: Adoption of Certified Systems. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Resource Economics Division, Agriculture Information Bulletin No. 780. 7.

Gurung, T., Techawongstien, S., Suriharn, B., and Techawongstien, S., 2011. Impact of environments on the accumulation of capsaicinoids in *Capsicum spp.* *Hortscience*, 46(12): 1576-1578.

Gurung, T., Techawongstien, S., Suriharn, B., and Techawongstien, S., 2012. Stability analysis of yield and capsaicinoids content in chili (*Capsicum spp.*) grown across six environments. *Euphytica*, 187(1): 11-18, doi: 10.1007/s10681-012-0672-6.

Hegazi, M.A., El-Shraiya, A.M., Ghoname, A.A., 2017. Mitigation of salt stress negative effects on sweet pepper using arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), *Bacillus megaterium* and brassinosteroids (BRs). *Gesunde Pflanz.* 69(2): 91-98. doi: 10.1007/s10343-017-0393-9.

Hou, S., Zhang, Y., Li, M., Liu, H., Wu, F., Hu, J., Lin, X., 2020. Concomitant biocontrol of pepper *Phytophthora blight* by soil indigenous arbuscular mycorrhizal fungi via upfront film-mulching with reductive fertilizer and tobacco waste. *J. Soils Sediments.* 20(1): 458. doi: <https://doi.org/10.1007/s11368-019-02393-5>.

Hooks, R.R.C., Wang, K., Ploeg, A., McSorley, R., 2010. Using marigold (*Tagetes spp.*) as a cover crop from plant-parasitic nematodes. *Appl. Soil. Ecol.* (46): 307-320, doi: 10.1016/j.apsoil.2010.09.005.

Iway, K., Suzuki, T., and Fujiwake, H., 1979. Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits Capsaicin and its analogue in *Capsicum annuum* cv. Karayatsubusa at different growth stages after flowering. *Agric. Biol. Chem.* 43(12): 2493 – 2498, doi: 10.1080/00021369.1979.10863843.

- Jamiołkowska, A., Księżniak, A., Hetman, B., Kopacki, M., Skwaryło-Bednarz, B., Gałązka, A., Hamood Thanoon, A., 2017. Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with plants and soil microflora. *Acta Sci. Pol.-Hortoru.* 16(5): 90-92, doi: 10.24326/asphc.2017.5.9
- Jamiołkowska, A., Michałek, W., 2019. Effect of Mycorrhiza inoculation of pepper seedlings (*Capsicum annuum* L.) on the growth and protection against *Fusarium oxysporum* infection. *Acta Sci. Pol.-Hortoru.* 18(1): 161,164,166, doi: 10.24326/asphc.2019.1.16
- Jeeatid, N.a, Techawongstien, S.a, Suriharn, B.a, Bosland, P.W.b, Techawongstien, S., 2017. Light intensity affects capsaicinoid accumulation in hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivars. *Hortic. Environ. Biotec.* 58(2): 103-110, doi: 10.1007/s13580-017-0165-6.
- Jeeatid, N., Suriharn, B., Techawongstien, S., Chanthai, S., Bosland, P.W., Techawongstien, S., 2018. Evaluation of the effect of genotype by environment interaction on capsaicinoid production in hot pepper hybrids (*Capsicum chinense* Jacq) under control environment. *Sci. Hortic. Amsterdam* 235: 334-339, doi: 10.1016/j.scienta.2018.03.022.
- Kapoulas N., Ilic, Z., Koukounaras, A., Ipsilantis, I., 2019. Application of arbuscular mycorrhizal inoculum in greenhouse soil with manure induced salinity for organic pepper production. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 18(1): 129,136,137, doi: 10.24326/asphc.2019.1.13.
- Khan, L.A., Shin, J.H., Jung, H.Y., Lee, I.J., 2014. Regulation of capsaicin synthesis in *Capsicum annuum* L. by *Penicillium resedanum* LK6 during drought conditions. *Sci. Hortic. Amsterdam* 175: 167-173, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.06.008>.
- Kundu, S., Das, A., Ghosh, B., 2014. Modulation pungency and major bioactive compounds in pepper due to agro-climatic discrepancy: A case study with *Capsicum chinense* bhut jolokia fruit. *Int J Pharm Pharm Sci*, 7(2): 294-298.
- Krishna, M. S. R., Lakshmisahitya, U., Lakshmi – Sravani Ch., Sandhya – Rani, N., K. Tabitha, K., Bhavani – Akshitha, V., 2018. Arbuscular mycorrhizal symbiosis

alters morphological and biochemical indices in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) under drought stress. *Int. J. Green Pharm.* 12(2): 75, 76.

Lin, B.B., Chappell, M.J., Vandermeer, J., Smith, G., Quintero, E., Bezner-Kerr, R., Griffith, D.M., Ketcham, S., Latta, S.C., McMichael, P., McGuire, K.L., Nigh, R., Rocheleau, D., Soluri, J., Perfecto, I., 2011. Effects of industrial agriculture on climate change and the mitigation potential of small-scale agro-ecological farms. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources.* 6(20), 1-18. doi: 10.1079/PAVSNR20116020.

Maniutiu, D., Sima, R., Apahidean, S.A., Apahidean, M., Ficior, D., 2010. The influence of plant density and shoot pruning on yield of bell pepper cultivated in plastic tunnel. *Bull. Univ. Agric. Sci.* 67(1): 259, 260, doi: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:4970>.

Marahatta, S.P., Wang, K.-H., Sipes, B.S., 2010. An improvement in marigold cover cropping to suppress root-knot nematodes by targeting vulnerable stages. In: 2010 Society of Nematologists Conference, Boise, ID. 17. <http://www.2010.nematologists.com/resources/abstracts-revised.pdf>.

Mardanluo, S., Souri, K.M., Ahmadi, M., 2018. Plant growth and fruit quality of two pepper cultivars under different potassium levels of nutrient solutions. *J. Plant Nutr.* (41)12: 1, doi: 10.1080/01904167.2018.1463383.

Maurya, V.K., Vijaypratap, M., Ramesh, N., Srinivasan, R., Gothandam, K.M., 2014. Impact of salt on capsaicin synthesis in three *Capsicum* cultivars. *Res. J. Pharm. Biol Chem. Sci.* 5(6): 735-740.

Mendoza-Sánchez, L. G., Mendoza-López, M. R., García-Barradas, O., Azuara-Nieto, E., Pascual-Pineda, Luz A., & Jiménez-Fernández, M. (2015) Physicochemical and antioxidant properties of jalapeño pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) during storage, Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 21(3), 229-241. doi: 10.5154/r.rchsh.2015.06.010

Nugroho, H.L., 2016. Red pepper (*Capsicum spp*) fruit: A model for the study of secondary metabolite product distribution and its management. *American Institute of Physics Conference Proceedings* 1744, 020034 <https://doi.org/10.1063/1.4953508>.

- Okunlola, G.O., Olatunji, O.A., Akinwale, R.O., Tariq, A., Adelusi A.A., 2017. Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum spp.*) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. *Sci. Hortic. – Amsterdam* 224: 198-205 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.020>.
- Phimchan, P., Techawonstien, S., Chanthai, S., Bosland, W.P., 2012. Impact of drought stress on the accumulation of capsaicinoids in *Capsicum* cultivars with different initial Capsaicinoids levels. *Hortscience*, 47(9): 1204- 1209, doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.9.1204>
- Serrano, A.R., Guerra-Sanz, J.M., 2006. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumblebee pollination. *Sci. Hortic. – Amsterdam*, 110(2): 160-166. doi:10.1016/j.scienta.2006.06.024.
- Sganzerla, M., Coutinho, J.P., de Melo, A.M.T., Godoy, H.T., 2014. Fast method for capsaicinoids analysis from *Capsicum chinense* fruits. *Food Re. Int.* 64(2014): 718-725. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.08.0030963-9969/>.
- Shi-ming, M.A., Sauerborn, J., 2006. Review of history and recent development of organic farming worldwide. *Agr. Sci. China.* 5(3): 169-178. doi: 10.1016/S1671-2927(06)60035-7.
- Shipp, J.L., Whitfield, G.H., Papadopoulos, A.P., 1994. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. *Sci. Hortic. – Amsterdam.* 57(1-2): 30, 37, 38. doi: 10.1016/0304-4238(94)90032-9.
- Singh, I., Kaur, A., 2018. Effect of pruning systems on growth and yield traits of greenhouse grown bell pepper (*Capsicum annum* L. var. grossum). *Indian J. Agric. Res.* 52(4): 414, doi: 10.18805/IJARE-4997.
- Smith, F.A., Smith, S.E., Timonen, S., 2003. Mycorrhizas. *Root Ecology.* 168: 257-258. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-662-09784-7_11.
- Souza, I.L., Tomazella, V.B., Santos, A.J.N., Moraes, T., L. Silveira, L.C.P., 2019. Parasitoids diversity in organic Sweet Pepper (*Capsicum annum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). *Braz. J. Biol.* 74(9): 604,605. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.185417>.

- Spinelli, S., De Toffoli, A., Dinnella, C., Laureati M., Pagliarini, E., Bendinic, A., Braghieri, A., Toschic, T.G., Sinesio F., Torri, L., Gasperi, F., Endrizzi, I., Magli, M., Borgogno, M., Di Salvo, R., Favotto S., Prescott, J., Erminio Monteleone, E., 2018. Personality traits and gender influence liking and choice of food pungency. Food quality and preference. Food Qual Prefer. (66): 113-126, doi: 10.1016/j.foodqual.2018.01.014.
- Tanaka, Y., Nakashima, F., Kirii, E., Goto, T., Yoshida, Y., Yasuba, K.-I., 2017. Difference in capsaicinoid biosynthesis gene expression in the pericarp reveals elevation of capsaicinoid contents in chili peppers (*Capsicum chinense*). Plant Cell Rep. 36: 267 - 279. <https://doi.org/10.1007/s00299-016-2078-8>.
- Tang, M., Chen, H., Huang, J.C., Tian, Z.Q., 2009. AM fungi effects on the growth and physiology of *Zea mays* seedlings under diesel stress. Soil Biol. Biochem. 41(5): 936. doi: 10.1016/j.soilbio.2008.11.007.
- Tyler, B.J., Peterson, R.E., Lee, T.G., Draude, F., Pelster, A., Arlinghaus, H., 2016. ToF-SIMS imaging of capsaicinoids in Scotch Bonnet peppers (*Capsicum chinense*). Biointerphases 11(2):02A327. doi: 10.1116/1.4945326.
- Willer, H., Schaack, D., Lernoud, J., 2019. Organic farming and market development in Europe and the European Union. FiBL & IFOAM – Organics International (2019): The world of organic agriculture. Frick and Bonn.