



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα Βιολογικών Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών
& Ανθοκομίας

Πτυχιακή εργασία

“Επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C στο φυτό
Lycopersicum esculentum”



Σπουδαστής : ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΣΙΚΑΛΟΥΔΑΚΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2013

Βγ000441 584

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία Με Θέμα:

“Επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C στο φυτό
Lycopersicum esculentum”

Σπουδαστής: Γεώργιος Τσικαλουδάκης

Εισηγητής □ Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Δάρρας Αναστάσιος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2013

Ευχαριστίες

Θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητές μου Δρ. Αναστάσιο Δάρρα και Ι. Λυλοσκούφη που με εμπιστεύτηκαν και μου ανέθεσαν τη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία καθώς και την αμέριστη βοήθεια που μου προσέφεραν όλον αυτόν τα καιρό, από την έναρξη του πειράματος μέχρι τη συγγραφή αυτής της εργασίας . Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου για τη βοήθεια που μου παρείχαν κατά τη διεξαγωγή του πειράματος. Τέλος θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την υπομονή και την κατανόηση που έδειξαν τους τελευταίους μήνες.

Πίνακας περιεχομένων

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ.....	8
1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	8
1.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗ	10
1.2.1 ΑΡΔΕΥΣΗ	10
1.2.1.1 Προσδιορισμός των απαιτήσεων των φυτών τομάτας σε νερό	10
1.2.1.2 Συχνότητα ποτισμάτων	11
1.2.2 ΛΙΠΑΝΣΗ	14
1.2.3 ΚΛΑΔΕΜΑ - ΚΟΡΥΦΟΛΟΓΗΜΑ	16
1.2.4 ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ	17
1.3 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ – ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ	19
1.4 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ.....	21
1.4.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	21
1.4.1.1 Θερμοκρασία του αέρα	21
1.4.1.2 Θερμοκρασία εδάφους.....	23
1.4.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ	24
1.4.3 ΑΝΘΡΑΚΟΛΙΠΑΝΣΗ ΜΕ ΠΑΡΟΧΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO ₂)	25
1.4.4 ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	29
1.5 ΟΙ ΣΥΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ	31
1.5.1 ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	31
1.5.1.1 ΒΟΤΡΥΤΗΣ (Botrytis)	31
1.5.1.2 ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ ΤΟΜΑΤΑΣ (Phytophthora infestans).....	34
1.5.1.3 ΑΛΤΕΡΝΑΡΙΩΣΗ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ ΤΟΜΑΤΑΣ (Alternaria alternata f.sp. lycopersici).....	35
1.5.2 ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ.....	36
1.5.2.1 ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ (Bemisia tabaci).....	36
1.5.2.2 ΚΟΙΝΟΣ ΤΕΤΡΑΝΥΧΟΣ (ΚΙΤΡΙΝΟΣ) Tetranychus spp.....	38
1.5.2.3 Tuta absoluta.....	40
1.5.2.4 ΑΦΙΔΕΣ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ (Aphis gossypii).....	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	44
2.1 ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ UV-C	44
2.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	44
2.1.2 ΕΤΟΙΜΟΛΟΓΙΑ.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	45
2.1.4 ΜΙΚΡΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ (UV-C).....	46
2.1.5 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	46
2.1.6 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	46
2.1.7 ΠΗΓΕΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	47
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	48
3.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ UV-C ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΩΝ <i>Lycopersicon esculentum</i> ΠΟΙΚ: “ <i>Belladonna</i> ”	48
3.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	48
3.1.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	48
3.1.2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	49
3.1.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	49
3.1.2.3 ΛΟΙΠΕΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	49
3.1.2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	50
3.2 ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΔΟΣΕΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ UV-C ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΩΝ <i>Lycopersicon esculentum</i> ΠΟΙΚ: “ <i>Belladonna</i> ”	54
3.2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	54
3.2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	54
3.2.2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	54
3.2.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	55
3.2.2.3 ΛΟΙΠΕΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	55
3.2.2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	58
Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	60
Β. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ.....	61
Γ. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	65

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τομάτα είναι γνωστή στην Ευρώπη από τον 16^ο αιώνα. Πιθανότατα κατάγεται από την Ν. Αμερική ή και το Μεξικό, όπου άγριες μορφές της ευρίσκονται αυτοφυείς. Από τις άγριες αυτές μορφές φαίνεται ότι προέρχονται οι καλλιεργούμενες ποικιλίες του *Lycopersicum Esculentum*.

Η χρησιμοποίηση της τομάτας στη διατροφή του ανθρώπου άρχισε μόλις το 18^ο αιώνα. Μέχρι την εποχή εκείνη πίστευαν πως οι καρποί της ήταν επιβλαβείς στην υγεία, γι' αυτό και την καλλιεργούσαν μόνο ως φυτό καλλωπιστικό.

Στην Ελλάδα έχει εισαχθεί κατά το 1818 όπως αναφέρεται από το Γεννάδιο, σήμερα δε η καλλιέργεια της έχει καταλάβει δεσπόζουσα θέση μεταξύ των λαχανικών, αφού εκτείνεται επί 385.000 περίπου στρεμμάτων και δίνει παραγωγή η οποία φτάνει τους 1.900.000 τόνους.

Η ταχύτητα εξάπλωσης της καλλιέργειας γίνεται καταφανής από το γεγονός ότι το 1935-38 καλλιεργήθηκαν στη χώρα κατ'έτος (ΜΟ) 116.000 στρέμματα που έδωσαν παραγωγή 110.000 τόνων, κατά το 1950 η έκταση αυξήθηκε στα 176.000 στρέμματα και η παραγωγή σε 302.000 τόνους και κατά το 1960 σε 255.000 στρέμματα, η δε παραγωγή σε 426.000 τόνους για να φτάσει στα αναφερθέντα σημερινά επίπεδα.

Η προοδευτική αυτή επέκταση της τοματοκαλλιέργειας συνδυάστηκε κατά την τελευταία προ παντός περίοδο με μια καλύτερη κατανομή της παραγωγής στις διάφορες εποχές του έτους, κυρίως με την αύξηση των υπό κάλυψη καλλιεργειών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την έκταση που καταλαμβάνουν, έχουν οι καλλιέργειες των θερμοκηπίων στις περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου και της Κ. και Δ. Μακεδονίας.

Γενικώς, για νωπή κατανάλωση καλλιεργήθηκαν κατά τα τελευταία χρόνια περίπου 20.000 στρέμματα υπό υψηλή κάλυψη που έδωσαν παραγωγή 190.000 τόνων και 145.000 στρέμματα σε υπαίθριες εκτάσεις με παραγωγή 560.000 τόνων. Για της βιομηχανίες τοματοπολτού, κονσερβών ολόκληρων καρπών, χυμού τομάτας

κ.λπ. καλλιεργήθηκαν ακόμα 220.000 στρέμματα, των οποίων η παραγωγή έφθασε τους 1.150.000 τόνους.

Η παρούσα πτυχιική εργασία με θέμα “η υπεριώδης ακτινοβολία UV-C ως μέσο αύξησης της παραγωγής φυτών *Lycopersicum esculentum*” έλαβε χώρα κατά το εαρινό εξάμηνο του 2012, στις εργαστηριακές εγκαταστάσεις του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας. Η μελέτη αυτή αποτελεί μέρος μιας σειράς πειραμάτων, όπου φυτά τομάτας δέχτηκαν τις επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C με σκοπό να παρατηρηθεί η συμπεριφορά των φυτών.

Η μεταφύτευση των φυτών του 1ου πειράματος πραγματοποιήθηκε κατά την 17^η Φεβρουαρίου του 2012. Η ακτινοβολήση ξεκίνησε στις 5 Μαρτίου και τελείωσε στις 6 Απριλίου του ίδιου έτους. Η μεταφύτευση των φυτών του 2ου πειράματος πραγματοποιήθηκε στις 3^{ης} Μαΐου του 2012. Η ακτινοβολήση ξεκίνησε στις 10 Μαΐου και τέλειωσε στις 14 Ιουνίου του ίδιου έτους. Τα φυτά είχαν χωριστή σε ομάδες έτσι οι ακτινοβολήσεις, με την υπεριώδη ακτινοβολία UV-C, γίνονταν μια και τρεις φορές την εβδομάδα, αφού πρώτα λαμβάνονταν οι απαραίτητες μετρήσεις για να διαπιστωθεί η πρόοδος στην ανάπτυξη του φυτού.

Στα επόμενα κεφάλαια παρατίθενται πληροφορίες για την καλλιέργεια του φυτού *Lycopersicum esculentum*, στοιχεία φυσιολογίας, καθώς και λεπτομέρειες για τα πειράματα. Έτσι, στο πρώτο κεφάλαιο υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με την περιποίηση της καλλιέργειας του φυτού *Lycopersicum esculentum* καθώς και τις συνθήκες περιβάλλοντος της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο. Στο δεύτερο κεφάλαιο υπάρχουν στοιχεία που αφορούν την υπεριώδη ακτινοβολία UV-C, τη φύση της και τους τρόπους που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων, στα συγκομισμένα φρούτα, λαχανικά και άνθη. Τέλος στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα των πειραμάτων.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Υπό τις κλιματικές μας συνθήκες η τομάτα είναι φυτό ετήσιο, ποώδες. Έχει στέλεχος διακλαδιζόμενο και το ύψος του κυμαίνεται από 0,50 μ. στους νάνους ή αυτοκλάδευτους τύπους έως 1,50 μ. και πλέον αναλόγως κυρίως της ποικιλίας (Δημητράκης, 1998).

Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων του είδους στη διπλοειδή μορφή είναι $2n = 24$, τον ίδιο δε αριθμό χρωμοσωμάτων έχουν και όλα τα είδη του γένους *Lycopersicum* (Δημητράκης, 1998).

Το ριζικό σύστημα είναι πασσαλώδες εφόσον το φυτό προέρχεται από σπόρο που σπάρθηκε απευθείας στη μόνιμη θέση. Υπό τις συνθήκες αυτές η ρίζα μπορεί να φτάσει γρήγορα το βάθος των 60 εκ. επιμηκυνόμενη κατά 2-3 cm ημερησίως. Των μεταφυτευμένων φυτών η ρίζα αναπτύσσεται περισσότερο πλαγίως και λιγότερο κατακόρυφος (Δημητράκης, 1998).

Τα φύλλα εμφανίζονται επί των βλαστών εναλλάξ, είναι σύνθετα και αποτελούνται συνήθως από 7, 9 ή και 11 φυλλάρια. Στην επιφάνειά τους όπως και στους βλαστούς υπάρχουν αδενώδεις τρίχες, οι οποίες θραυόμενες αναδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή του φυτού (Δημητράκης, 1998).

Τα άνθη τους είναι ερμαφρόδιτα και φέρονται ανά 4 έως 12 και πλέον σε ταξιανθίες απλές, διχαλωτές ή διακλαδιζόμενες. Ο κάλυκας συνίσταται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, η στεφάνη επίσης από 5 ή περισσότερα πέταλα, τα οποία πέφτουν μετά την γονιμοποίηση του άνθους. Οι στήμονες, 5 ή περισσότεροι, είναι μερικώς ενωμένοι στη βάση με τη στεφάνη, αποτελούνται δε από νήματα βραχέα και ανθήρες επιμηκυνόμενες και ενωμένους μεταξύ τους κατά τρόπο ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, τον οποίο συνήθως καλύπτουν τελείως. Ο ύπερος αποτελείται από πολύχρωμη ωοθήκη με πολλά ωάρια και από βραχύ ή μακρό στύλο, το στίγμα του οποίου στη τελευταία αυτή περίπτωση βγαίνει έξω από τον

κόνιο των ανθήρων. Κάποτε συναντώνται άνθη ανώμαλα με σύνθετο περιάνθιο και ωθήκη παραμορφωμένη. Αυτών οι στήμονες συνήθως δεν καλύπτουν το στύλο (Δημητράκης, 1998).

Η άνθηση αρχίζει τις πρωινές ώρες και συνεχίζεται καθ' όλη την ημέρα. Με το άνοιγμα της στεφάνης γίνεται η ωρίμανση του στίγματος – οπότε τούτο είναι επιδεκτικό επικονίασης – και μόνο μετά από 24 – 48 ώρες αρχίζει η διάρρηξη των ανθήρων και η διάχυση της γύρης (πρωτόγυνο). Κυρίως γίνεται αυτεπικονίαση και αυτογονιμοποίηση, μερικές φορές όμως μπορεί να γίνει σταυρεπικονίαση με τα έντομα, όπως συμβαίνει πολλάκις σε ποικιλίες με μακρύ στύλο. Το μήκος του στύλου επηρεάζεται και από το μήκος της ημέρας, κατά τρόπο που τα άνθη τα οποία σχηματίζονται υπό βραχεία φωτοπερίοδο να έχουν στύλους βραχείς, μακρούς δε υπό μακρά φωτοπερίοδο (Δημητράκης, 1998).

Η βλάστηση της γύρης είναι βραδεία και η γονιμοποίηση των ωαρίων γίνεται 2 περίπου ημέρες μετά την επικονίαση. Από την γονιμοποίηση του άνθους μέχρι την ωρίμανση του καρπού αποτελούνται αναλόγως της ποικιλίας και των καλλιεργητικών συνθηκών 45 – 60 ημέρες (Δημητράκης, 1998).

Ο καρπός είναι πολύχωρη ράγα με σχήμα που ποικίλει στις διάφορες ποικιλίες, σφαιροειδές, πιεσμένο στους πόλους ή επίμηκες, με περικάρπιο (φλοιό) λείο και λεπτό, μεσοκάρπιο (σάρκα) χυμώδες, κόκκινο και σπόρους πολυάριθμους, δισκοειδείς, τραχιάς επιφάνειας, ελαιούχους. Το βάρος του καρπού κυμαίνεται αναλόγως κυρίως προς την ποικιλία, από 50 έως 200 gr. Ως προς το χρώμα, αυτό μπορεί να είναι κόκκινο έως κιτρινοκόκκινο αναλόγως της περιεχόμενης στον καρπό καροτίνης (κίτρινο) και λικοπενίου (κόκκινο), υπάρχουν όμως επίσης ποικιλίες με καρπούς χρώματος εντελώς κίτρινου. (Δημητράκης, 1998).

Η μέση σύνθεση του καρπού είναι: σάρκα και χυμός 96 – 97%, σπόροι 2 – 3%, φλοιός 1 – 2%. Η χημική σύστασή του είναι περίπου 93,5% νερό, 1% αζωτούχες ουσίες, 0,2% λιπαρές ουσίες, 1% κυτταρίνες, 3,5% σάκχαρα και 0,5% τέφρα

(Δημητράκης, 1998).

Η τομάτα είναι ένα από τα πιο πλούσια προϊόντα σε βιταμίνες. Περιέχει σε μεγάλη ποσότητα τη βιταμίνη C (25 – 30 χιλιοστά του gr σε 100g καρπού), τις βιταμίνες A, B1, B2, K κ.α. (Δημητράκης, 1998).

1.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗ

1.2.1 ΑΡΔΕΥΣΗ

1.2.1.1 Προσδιορισμός των απαιτήσεων των φυτών τομάτας σε νερό

Οι ποσότητες του νερού που χρησιμοποιούνται από ένα πληθυσμό φυτών τομάτας θερμοκηπίου ακολουθούν μια σιγμοειδή καμπύλη, στην οποία οι χαμηλές τιμές κατανάλωσης νερού σημειώνονται στα αρχικά βλαστικά στάδια των φυτών. Οι τιμές μεγαλώνουν σταδιακά μέχρι την αρχή της άνθησης και ακολουθεί απότομη αύξηση της κατανάλωσης νερού κατά τη διάρκεια της μέγιστης ωρίμανσης των καρπών. Στο στάδιο αυτό σημειώνεται και η μέγιστη τιμή της φυλλικής επιφάνειας. Στις αυτοκλάδευτες ποικιλίες τομάτας, οι ποσότητες του καταναλισκόμενου νερού παραμένουν σταθερές μέχρι την ολοκλήρωση της ωρίμανσης των καρπών και αρχίζουν να μειώνονται μετά από αυτό το στάδιο. Έτσι παρατηρείται μια συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης μεταβολικής δραστηριότητας, της μέγιστης ανάπτυξης των φυτών και της μέγιστης κατανάλωσης νερού (Phill & Lambeth, 1980). Στις απεριόριστης ανάπτυξης ποικιλίες τομάτας η κατανάλωση νερού στο θερμοκήπιο ακολουθεί την ίδια καμπύλη με τις αυτοκλαδευτες ποικιλίες μέχρι το στάδιο ωρίμανσης των καρπών. Όμως, επειδή στις ποικιλίες αυτές η παράγωγη φύλλων, βλαστών και καρπών είναι συνεχής, η κατανάλωση νερού παραμένει συνεχώς σταθερή, εφόσον ασφαλώς παραμένουν σταθερές η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια και η κίνηση του αέρα στο θερμοκήπιο. Μείωση της κατανάλωσης του νερού σημειώνεται όταν η καλλιέργεια τομάτας έχει φθάση στο τέλος της ή όταν συμβεί σοβαρή φυλλόπτωση ή προγραμματισμένη αποφύλλωση (Κανάκης, 2011).

Κατά τον Κορνάκο (1988) οι ποσότητες νερού που χρειάζεται ένα φυτό ανά ημέρα στο θερμοκήπιο κυμαίνονται από 0,2 - 0,4 lt τον Ιανουάριο και φθάνουν μέχρι 2,6 - 3,0 lt τον Ιούλιο μήνα, αλλά επηρεάζονται από την περιοχή, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τις καιρικές συνθήκες κ.λπ., συνεπώς για μια καλλιέργεια φθινοπώρου που παραμένει στο χωράφι επί 8-9 μήνες οι συνολικές ανάγκες ανέρχονται περίπου στα 800 m³ στο στρέμμα. Όταν όμως χρησιμοποιείται η μέθοδος

της στάγδην άρδευσης, όπου ο συντελεστής αποτελεσματικότητας είναι 85%, τότε η ποσότητα αυτή μπορεί να μειωθεί στα 700 m³ ανά στρέμμα. (Papachristodoulou et al. 1992). Κατά τον Μανούσο (1980), ο μέσος όρος των 6 m³ ανά ημέρα και στρέμμα θερμοκηπίου μπορεί να θεωρηθεί ως βάση υπολογισμού των αναγκών σε αρδευτικό νερό, εφόσον δε διαθέτουμε επιστημονικά στοιχεία. Όταν είναι γνωστή η απαιτούμενη ποσότητα νερού ανά στρέμμα και ημέρα μπορούμε να καθορίσουμε τη διάρκεια του ποτίσματος, μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης, με εφαρμογή της εξίσωσης :

$$T = (H_a : Q \cdot A\Phi) \cdot 60 \quad \text{όπου:}$$

- T = ο χρόνος άρδευσης σε πρώτα λεπτά της ώρας,
- H_a = οι στρεμματικές απαιτήσεις της καλλιέργειας σε λίτρα ανά ημέρα,
- Q = η παροχή του σταλακτήρα σε λίτρα ανά ώρα και
- $A\Phi$ = ο αριθμός των φυτών (και συνεπώς σταλακτάρων) στο στρέμμα.

1.2.1.2 Συχνότητα ποτισμάτων

Μετά τον προσδιορισμό των εβδομαδιαίων αναγκών καλλιέργειας σε νερό, πρέπει να καθοριστεί και η συχνότητα των αρδεύσεων, η όποια σχετίζεται με την ποσότητα νερού που θα χορηγηθεί σε κάθε πότισμα. Πολύ αραιές αρδεύσεις με μεγάλες ποσότητες νερού κάθε φορά, ιδιαίτερα το χειμώνα, δημιουργούν προβλήματα ασφυξίας στις ρίζες των φυτών, ενώ αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι, λόγω μεγάλης διακύμανσης της εδαφικής υγρασίας, προκαλούν βλαστομανία ή ανάσχεση του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών, ανθόρροια δυσκολία ή οψίμως στην καρπόδεση, καρπόπτωση, μείωση της παράγωγης και σχισίματα στους καρπούς (Κομνάκος, 1988).

Συχνές αρδεύσεις με μικρότερες ποσότητες νερού μπορούν να διατηρήσουν την εδαφική υγρασία χρονικά ομοιόμορφη σε κανονικά επίπεδα, χωρίς σημαντικές διακυμάνσεις, και επόμενος να εξασφαλίσουν το μέγιστο της παράγωγης, επειδή τα φυτά έχουν στη διάθεση τους πάντοτε αρκετές ποσότητες νερού. Στις ημέρες μας

λόγω της εφαρμογής αυτοματοποιημένων συστημάτων άρδευσης, δια των οποίων ελαχιστοποιείται η ανθρώπινη εργασία και συνεπώς μειώνεται το κόστος του ποτίσματος, συνίσταται να εφαρμόζονται συχνότερα ποτίσματα με μικρότερη κάθε φορά ποσότητα νερού (Κανάκης, 2011).

Όπως προαναφέρθηκε, οι ανάγκες των φυτών τομάτας σε νερό φθάνουν το μέγιστο την περίοδο καρποφορίας. Συνεπώς την άνοιξη και το καλοκαίρι, που η καρποφορία και η εξατμισοδιαπνοή των φυτών βρίσκονται στο μέγιστο, είναι ανάγκη να γίνονται ποτίσματα καθημερινά και μερικές φορές ίσως και δυο φορές την ημέρα, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους. Την περίοδο καρποφορίας η τροφοδοσία των φυτών με νερό επηρεάζει τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα των καρπών. Υπερβολικές ποσότητες νερού επηρεάζουν θετικά το βάρος των καρπών και συμβάλουν στην αύξηση της συνολικής παράγωγης, αλλά ταυτόχρονα επηρεάζουν αρνητικά τόσο το ποσοστό των αδιάλυτων στερεών, τα όποια καθορίζουν την αντοχή των καρπών στις μεταφορές, όσο και το ποσοστό των ολικών διαλυτών στερεών, τα όποια καθορίζουν την ποιότητα των καρπών. Μειωμένες ποσότητες διαθεσίμου νερού προκαλούν μείωση του βάρους της παράγωγης (Rudich et al., 1977 Orzolex & Angell, 1975). Επειδή στις επιτραπέζιες τομάτες η τιμή τους δεν καθορίζεται καθημερινός και ανά παρτίδα συγκομιδής από την ποιότητάς τους (ολικά διαλυτά, αδιάλυτα στερεά, pH, οξύτητα κ.λπ.), οι ημερήσιες ποσότητες νερού που καταναλώνονται από τα φυτά έχουν σημασία μονό για της τομάτες που προορίζονται για τις αγορές του εξωτερικού, λόγω του ότι πρέπει να είναι αρκετά συνεκτικές προκειμένου να αντέξουν περισσότερες μέρες στις μεταφορές. Επιβάλλεται σε αυτές τις περιπτώσεις μια κάποια συγκράτηση των ποσοτήτων νερού, ιδιαίτερα όταν η άρδευση γίνεται με τη μέθοδο των αυλακιών. Εάν η καλλιέργεια της τομάτας γίνεται με μια από τις μεθόδους της υδροπονίας τότε αύξηση της συνεκτικότητας του καρπού μπορεί να επιτευχθεί με αύξηση της τιμής αλατότητας του θρεπτικού διαλύματος με χλωριούχο κάλιο (Orly, 1984).

Για τη διατήρηση κανονικών επίπεδων υγρασίας, είναι προτιμότερο να εφαρμόζονται αρδεύσεις με ισόποσες δόσεις ανά πότισμα, οπότε η κάλυψη των αναγκών των φυτών να γίνεται με αυξομείωση της συχνότητας των ποτισμάτων. Η παρεχόμενη ποσότητα νερού ανά πότισμα μπορεί να κυμανθεί, ανάλογα με την εποχή, από 500 έως 1500 gr ανά φυτό, εφόσον το υπόστρωμα είναι έδαφος ή από 300 έως 600 gr όταν το υπόστρωμα είναι μίγμα τύρφης σε σακούλες. Πάντως πρέπει να αποφεύγονται τα ποτίσματα αργά το απόγευμα, γιατί έχουν ως αποτέλεσμα τη

δημιουργεί σταγόνων νερού επί των φύλλων τη διάρκεια της νύχτας, οι ποιες εύνουν την εξάπλωση των μυκητολογικών ασθενειών (Κανάκης, 2011).

1.2.1.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΠΝΟΗΣ

Οι διάφορες μετρήσεις δείχνουν ότι υπάρχει μία μεγάλη συσχέτιση μεταξύ της εισερχόμενης ακτινοβολίας στο χώρο του θερμοκηπίου και της διαπνοής. Οι παράμετροι συσχέτισης εξαρτώνται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Η υγρασία του αέρα μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου επηρεάζει και αυτή σημαντικά, αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό, τη διαπνοή. Έτσι, η διαπνοή (E_t , σε κιλά νερού ανά m^2 και ημέρα) μπορεί να εκφραστεί ως γραμμική συνάρτηση της ακτινοβολίας (R_i , σε $MJ m^{-2} d^{-1}$) και της διαφοράς πίεσης υδρατμών μέσα στο θερμοκήπιο ($e_{max} - e_i$, σε kPa).

$$E_t = \alpha R_i + \beta (e_{max} - e_i), \quad [kg/m^2 d]$$

Ο Jolliet (1994) εξειδικεύει την προηγούμενη εξίσωση ως ακολούθως :

$$E_t = \frac{\delta}{\lambda} R_i + \frac{h_t}{\lambda \gamma \phi} (e_{max} - e_i), \quad [kg/m^2 d^{-1}]$$

Όπου: δ για την τομάτα = $0,154 \ln(1+1,1 LAI^{1,13})$

h_t για την τομάτα = $1.65 LAI (0,56e^{-R_i/1,12})$, [$W/m^2 K^{-1}$]

λ η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού ($2,5 MJ kg^{-1}$) στους $20^\circ C$,

γ ψυχομετρική σταθερά ($0,066 kPa K^{-1}$) και

ϕ συντελεστής μετατροπής δευτερολέπτων σε ημέρες ($11.57 dMs^{-1}$).

LAI δείκτης φυλλικής επιφάνειας.

Διάφορες πειραματικές εργασίες δείχνουν ότι η συγκέντρωση του CO₂ στον αέρα και η οσμωτική πίεση του διαλύματος στις ρίζες των φυτών λίγο επηρεάζουν τη διαπνοή. Η κίνηση επίσης του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο, όταν πρόκειται για μεγάλης έκτασης θερμοκήπιο, ελάχιστα επηρεάζει τη διαπνοή, ενώ η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης επηρεάζει τη διαπνοή αυξάνοντας κυρίως τη διαφορά πίεσης υδρατμών του αέρα του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Η διαφορά πίεσης ατμών μάζα στο χώρο του θερμοκηπίου, επομένως, μπορεί να συσχετιστεί και αυτή με την ακτινοβολία που εισέρχεται στο χώρο του θερμοκηπίου (R_i)

$$e_{\max} - e_i = 0.56 + 0.0218 R_i \quad [\text{kPa}]$$

Η συσχέτιση επομένως του απαιτούμενου νερού που πρέπει να προστεθεί στο χώρο του θερμοκηπίου για να εξισορροπηθεί η διαπνοή και μόνο με την ποσότητα που προσπίπτει στο χώρο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς. Προσφέρει δε το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτούνται πολύπλοκες μετρήσεις για τον υπολογισμό του. Σ'αυτή την περίπτωση, όμως, θα πρέπει οι συντελεστές να προσδιορίζονται για το συγκεκριμένο θερμοκήπιο και να λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας της φυτείας (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

1.2.2 ΛΙΠΑΝΣΗ

Για τις υπαίθριες καλλιέργειες γίνεται συνήθως μια βαθιά άροση του εδάφους το φθινόπωρο, σε βάθος 40εκ. περίπου, κατά την οποία μπορεί να ενσωματωθεί η κοπριά στο τέλος του χειμώνα μέχρι τις αρχές της άνοιξης, με μια δεύτερη άροση καλύπτονται τα φωσφοροκαλιούχα λιπάσματα που αναφέρονται στη βασική λίπανση. Ίσως χρειάζεται να προστεθεί μαζί μετά λιπάσματα και κάποιο κατάλληλο εντομοκτόνο για τη καταπολέμηση των εντόμων του εδάφους. Ακολουθούν η ισοπέδωση και 1-2 φρεζαρίσματα, συμπληρώνεται δε η ετοιμασία του εδάφους με το άνοιγμα αυλακιών ή των λάκκων φύτευσης ή σποράς αναλόγως προς τον ακολουθούμενο τρόπο καλλιέργειας (Δημητράκης, 1998).

Τα αζωτούχα λιπάσματα προστίθενται στο έδαφος υπό νιτρική μορφή, μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, με επιφανειακές λιπάνσεις και κατά μηνιαία διαστήματα, σε 3-5 δόσεις με έναρξη 20 περίπου ημέρες μετά τη φύτευση. Δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις να δίνεται ένα μέρος του αζώτου υπό μορφή αμμωνιακή κατά τη βασική λίπανση μαζί με τα φωσφοροκαλιούχα λιπάσματα, ιδίως όταν το έδαφος είναι βαρύ-αργιλώδες. Επίσης είναι κάποτε σκόπιμο (στα ελαφρά εδάφη) να προστίθεται ένα μέρος του καλιούχου λιπάσματος κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών με επιφανειακή λίπανση (Δημητράκης, 1998).

Κοπριά χωνευμένη 3,000 - 4,000 χγρ .

P₂O₅ χγρ. 15-20 = 75-100 χγρ. 0-20-0

K₂O χγρ. 25-35 = 50-70 χγρ. 0-0-50

N χγρ. 15-25 = 60-100 χγρ. 26-0-0

Η έλλειψη υγρασίας και ασβεστίου στο έδαφος έχουν καταστροφικές συνέπειες στην ανάπτυξη της ντοματιάς και των καρπών της. Τα λουλούδια του φυτού μαραίνονται και πέφτουν σε πρώιμο στάδιο ενώ αν το φυτό προχωρήσει στην ανάπτυξη καρπών αυτοί σαπίζουν στο πίσω μέρος αρχικά και το σάπισμα προχωράει σιγά σιγά σε όλο τον καρπό. (http://www.viologika.gr/viologikes-ntomates_lipansi.php)

Η έλλειψη φωσφόρου προκαλεί μάρανση των φύλλων, συρρίκνωσή τους και δημιουργία μωβ κηλίδων. Το φυτό έχει φτωχή ανάπτυξη και παραμένει λεπτό και ασθενικό. Η προσθήκη του φωσφόρου θα πρέπει να γίνει από τα αρχικά στάδια ανάπτυξης του φυτού (http://www.viologika.gr/viologikes-ntomates_lipansi.php).

Απαραίτητο είναι και το **κάλιο**. Βοηθάει τη ντοματιά να δέσει γερό καρπό και γίνει υγιής και ευμεγέθης. Όταν οι καρποί είναι αδύναμοι, κακής ποιότητας και πέφτουν και όταν η παραγωγή είναι χαμηλή, το έδαφος χρειάζεται επειγόντως το κάλιο. Το κάλιο βοηθάει σημαντικά στην αποτελεσματική αντιμετώπιση ασθενειών όπως η βερτισιλίωση, η φουζαρίωση, η αλτερνάρια, η σήψη του στελέχους, το κλαδοσπόριο και άλλες (http://www.viologika.gr/viologikes-ntomates_lipansi.php).

1.2.3 ΚΛΑΔΕΜΑ - ΚΟΡΥΦΟΛΟΓΗΜΑ

Το κλάδεμα στη τομάτα γίνεται, σε υποστρωμένες συνήθως καλλιέργειες. Αρχίζει περίπου με το σχηματισμό της πρώτης ταξιανθίας και συνίσταται στην αφαίρεση των δευτερευόντων βλαστών κατά την αρχή του σχηματισμού τους. Στις υπαίθριες καλλιέργειες με ποικιλίες επιτραπέζιας τομάτας αφήνονται να αναπτυχθούν από τη βάση του φυτού, εκτός από το κεντρικό – αρχικό στέλεχος, συνήθως δυο ακόμα κλάδοι, από τους οποίους επίσης αφαιρούνται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τους όλοι η πλευρικοί ή μερικοί μόνο πλευρικοί – τριτεύοντες βλαστοί (εικόνα 1.1). Στα θερμοκήπια αλλά πολλάκις και σε υπαίθριες πρώιμες καλλιέργειες με μικρές αποστάσεις φύτευσης γίνεται κλάδεμα αυστηρό, κατά το οποίο αφήνονται ένας μόνο ή δυο βλαστοί κατά φυτό. (Δημητράκης, 1998).

Εφόσον η καλλιέργεια ενδιαφέρει για την πρώιμη μόνο παραγωγή της μπορεί να εφαρμόζεται **κορυφολόγημα** των φυτών πάνω από το φύλλο που ακολουθεί τον τρίτο, τέταρτο ή ανώτερο σταυρό (ταξιανθία). Οποσδήποτε η βλάστηση και τα άνθη που σχηματίζονται μετά τα μέσα ή έστω από το τέλος του Μαΐου, συνήθως αφαιρούνται με κορυφολόγημα προς όφελος της υπάρχουσας ήδη στα φυτά παραγωγής. Με την ίδια τεχνική αντιμετωπίζονται πολλάκις οι συνθήκες ξηρασίας, ιδίως σε αμμώδη εδάφη. (Δημητράκης, 1998).



ΕΙΚΟΝΑ 1.1 : Αφαίρεση πλάγιου βλαστού.

(ΠΗΓΗ:<http://giardinogardens.files.wordpress.com/2012/07/cebdcf84cebfcebcceb1cf84ceb1cebacebbceblceb42.jpg>)

1.2.4 ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ

Η υποστήλωση γίνεται σε συνδυασμό με το κλάδεμα για καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου και σκοπό έχει να :

- Διευκολύνει το κλάδεμα για ρύθμιση του φορτίου της παραγωγής.
- Διευκολύνει την εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών (καταπολέμηση ασθενειών, πότισμα και λίπανση, συγκομιδή των καρπών κ.λπ.).
- Διευκολύνει τον φυσικό και τεχνητό αερισμό.
- Βοηθά στον καλύτερο φωτισμό των φυτών.

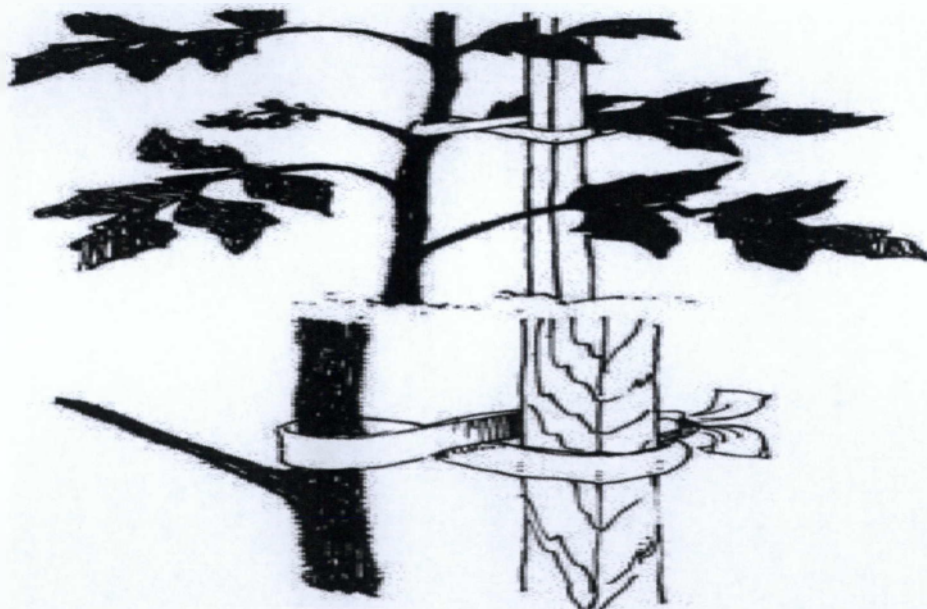
Το επικρατέστερο σύστημα μόρφωσης του φυτού της τομάτας στο θερμοκήπιο είναι το μονοστέλεχος, που επιτυγχάνεται με την αφαίρεση όλων των πλάγιων βλαστών σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η υποστήλωση των φυτών γίνεται κυρίως με τη χρήση σπάγκου και μεταλλικών συρμάτων. Σε μικρή κλίμακα και σε ορισμένες περιπτώσεις η υποστήλωση γίνεται με τη χρήση καλάμων ή λεπτών πασσάλων πάνω στα οποία δένονται τα φυτά με σπάγκο ή πλαστική ταινία (Ολύμπιος, 2001).

Η χρήση σπάγκου και μεταλλικών συρμάτων εφαρμόζεται σε όλα τα νέου τύπου θερμοκήπια (ξύλινα, μεταλλικά, με πλαστικό ή γυαλί), όπου ο σκελετός είναι στέρεος και μπορεί να σηκώνει το βάρος της φυτομάζας και της καρποφορίας, που ανέρχεται σε αρκετούς τόνους το στρέμμα. Ο σπάγκος που χρησιμοποιείται σήμερα είναι πλαστικός, γιατί παρουσιάζει πλεονεκτήματα έναντι του σπάγκου φυτικής προέλευσης, όπως ανοχή στην υγρασία χωρίς προβλήματα από χημική επεξεργασία κ.λπ. – είναι όμως μιας χρήσης. Για την υποστήλωση χρειάζονται και μεταλλικά σύρματα που στερεώνονται στο σκελετό του θερμοκηπίου ή σε ανεξαρτήτους πασσάλους και στην απλούστερη περίπτωση είναι ένα σύρμα που τοποθετείται οριζόντια πάνω στη κάθε γραμμή φύτευσης των φυτών σε ύψος 1,8-2,5 gr, ανάλογα με τη κατασκευή του θερμοκηπίου. Το άκρο του σπάγκου στερεώνεται στη βάση του φυτού με διάφορους τρόπους. Οι πιο συνηθισμένες είναι : α) η άκρη δένεται σε πασσαλάκι που τοποθετείται δίπλα από το φυτό, β) η άκρη δένεται στο κάτω μέρος του κορμού του φυτού με ειδικό τρόπο που δε σφίγγει (κίνδυνος διακοπής κυκλοφορίας) τον κορμό, και γ) η άκρη δένεται σε ειδικό πλαστικό εξάρτημα που στη συνέχεια στερεώνεται στο κορμό του φυτού. Υπάρχει η δυνατότητα το εξάρτημα

αυτό να προκαλέσει τοπική ανύψωση υγρασίας, κακό αερισμό και πληγή στον κορμό με κίνδυνο την είσοδο ασθενειών (*Botrytis Sclerotinia*) από το σημείο αυτό (Ολύμπιος, 2001).

Και στις τρεις περιπτώσεις ο σπάγκος στη συνέχεια περιελίσσεται στον κορμό των φυτών και το άλλο άκρο δένεται στο οριζόντιο σύρμα, με τρόπο που εξαρτάται και από τη μέθοδο υποστύλωσης που θα εφαρμοστεί. Υπάρχει και η δυνατότητα στερέωσης του σπάγκου με το φυτό, με τη χρήση ειδικού εργαλείου, το οποίο στερεώνει με πλαστική ταινία σπάγκο-φυτό (Ολύμπιος, 2001).

Στις διάφορες περιοχές της υφελίου που καλλιεργείται η τομάτα στο θερμοκήπιο εφαρμόζονται τα ίδια ή διαφορετικά συστήματα υποστύλωσης, που είναι αποτελέσματα της ιδιαίτερης κατασκευής του θερμοκηπίου (υψηλά-χαμηλά, πλατιά-στενά), της χρονικής διάρκειας που παραμένει η φυτεία σε παραγωγή στο θερμοκήπιο, της ευκολίας ή δυσκολίας εφαρμογής του συστήματος και, επίσης, σημαντικό ρόλο παίζουν και οι άλλοι προσωπικοί παράγοντες του καλλιεργητή (Ολύμπιος, 2001).



ΕΙΚΟΝΑ 1.2 : Υποστύλωση τομάτας με πασσάλους.

(ΠΗΓΗ :http://www.fytokomia.gr/files.php?file=tomato1_859408319.jpg)

1.3 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ – ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η σπορά της τομάτας γίνεται είτε σε σπορείο από το οποίο λαμβάνονται τα σπορόφυτα για να φυτευτούν είτε απευθείας στον αγρό. Σε οποιαδήποτε περίπτωση συνίσταται η χρησιμοποίηση σπόρου απολυμασμένου (Δημητράκης, 1998).

Σε καλλιέργειες κανονικής εποχής, όπως είναι αυτές των οποίων η παραγωγή προορίζεται για τη βιομηχανία, η σπορά μπορεί να γίνει απευθείας στον αγρό. Κατά το σύστημα αυτό η σπορά γίνεται συνήθως σε λακκίσκους κατ'αποστάσεις 0,90 x 0,40 cm περίπου. Μετά από διαδοχικές αραιώσεις αφήνεται τελικός ένα μονό φυτό σε κάθε λακκίσκο. Με τον τρόπο αυτό χρειάζονται 100 περίπου γραμμάρια σπόρου για σπορά ενός στρέμματος (Δημητράκης, 1998).

Στο σπορείο, του οποίου το έδαφος έχει απολυμανθεί, η σπορά γίνεται από το Δεκέμβριο έως τον Μάρτιο ή και αργότερα για τις όψιμες καλλιέργειες ή και πολύ νωρίτερα (από Σεπτέμβρη ή Οκτώβρη) εφόσον πρόκειται για πρώιμες υπό κάλυψη καλλιέργειες και, πάντως, δύο περίπου μήνες προ της εποχής κατά την οποία είναι δυνατή η φύτευση στον αγρό (Δημητράκης, 1998).

Σε σχετικώς προχωρημένη εποχή ή όταν οι συνθήκες θερμοκρασίας της εποχής το επιτρέπουν, το σπορείο μπορεί να είναι υπαίθριο, προφυλασσόμενο από τους ψυχρούς άνεμους με φράχτη ή τοίχο, με έδαφος ελαφρό και καλώς λιπασμένο με κοπριά και χημικά λιπάσματα. Για πρώιμη παραγωγή φυτών σε περιοχές με κρύο χειμώνα απαιτείται η χρησιμοποίηση θερμοσπορείου, δηλαδή σπορείου προφυλαγμένου με γυάλινα πλαίσια ή με πλαστικό (πολυαιθυλένιο) και θερμαινόμενου κατά οποιοδήποτε τρόπο (Δημητράκης, 1998).

Η σπορά γίνεται συνήθως κατά γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 10-20 cm και ο σπόρος καλύπτεται με κοπρόχωμα π.χ., σε βάθος μέχρι ενός εκ., ακολουθεί δε αμέσως πότισμα με ποτιστήρι. Απαιτούνται 15-20 gr σπόρου για σπορά σπορείου 7-8 m² και για παραγωγή 2.500-3.000 φυτών (Δημητράκης, 1998).

Για καλλιέργεια υπό κάλυψη, υψηλή ή χαμηλή (τούνελ), η σπορά μπορεί να γίνει απευθείας σε γλαστράκια ή πλαστικά σακίδια κ.λπ. πλήρη με χώμα απολυμασμένο και προστατευμένα σε κατάλληλο σπορείο ή θερμοκήπιο. Σπέρνουν τότε μέσα σε σ'αυτά από 2-3 σπόρους και αρκετές ημέρες μετά το φύτευμα αραιώνουν τα φυτά αφήνοντας ένα μόνο — το πιο εύρωστο — σε κάθε γλαστράκι.

Τα αφαιρούμενα φυτά μπορούν ασφαλώς να αξιοποιηθούν μεταφυτευμένα αλλού (Δημητράκης, 1998).

Κατά μια άλλη μέθοδο απόκτησης φυτών για τις υπό κάλυψη καλλιέργειες, σπέρνουν ή μάλλον στρωματώνουν το σπόρο σε κιβωτισπορείο και μεταφυτεύουν τα φυτάρια σε γλαστράκια, συνήθως όταν έχουν σχηματίσει πλήρως τις κοτυληδόνες τους (Δημητράκης, 1998).

Από τη στιγμή της σποράς το σπορείο έχει ανάγκη από σχολαστική παρακολούθηση. Η κανονική υγρασία του εδάφους επιτυγχανόμενη με έγκαιρα ποτίσματα και η διατήρηση της θερμοκρασίας του μεταξύ 16-25 ° C θα παίξουν πρωτεύοντα ρόλο στην επιτυχία φυτρώματος και ανάπτυξης των φυτών. Ο κατάλληλος αερισμός των φυτώριων τα οποία εμφανίζονται 10 περίπου ημέρες από τη σπορά, η προστασία τους από τις ηλιακές ακτίνες κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, το αραιώμα των φυτών, η καταπολέμηση των ασθενειών ή μάλλον η προφύλαξη από αυτές, πρέπει να γίνονται επίσης με πολύ επιμέλεια, γιατί κάποια παράληψη είναι πολλάκις ικανή να προκαλέσει την καταστροφή των φυτών (Δημητράκης, 1998).

Τα φυτά είναι έτοιμα για φύτευση 40 περίπου ημέρες από τη σπορά, όταν έχουν απόκτηση ύψος 15-20 cm εκριζώνονται τότε, ύστερα από ένα καλό πότισμα και φυτεύονται στον ετοιμασθέντα αγρό με φυτευτήρι ή σκαλιστήρι σε ικανό βάθος και κατά τρόπο ώστε να μη προξενούνται πληγές στο στέλεχος των φυτών. Τα κακώς αναπτυγμένα ή ασθενή φυτά απορρίπτονται. Κατά τη φύτευση είναι πολλές φορές αναγκαία η αφαίρεση μέρους του φυλλώματος των φυτών και κυρίως όταν φυσούν ισχυροί άνεμοι, πάντοτε όμως μετά τη φύτευση πρέπει να ακολουθεί πότισμα (Δημητράκης, 1998).

Στην περίπτωση κυρίως της βιομηχανικής τομάτας πολλοί παραγωγοί φυτεύουν αμέσως μετά από ένα καλό πότισμα στα αυλάκια. Κρατούν το φυτό από την άκρη της ρίζας με τα δάχτυλα, το χώνουν μέσα στο λασπερό-μαλακό χώμα και προχωρούν φυτεύοντας γρήγορα προς το τέρμα του ποτισμένου αυλακιού (Δημητράκης, 1998).

Εάν τα φυτάρια έχουν αναπτυχτεί μέσα σε γλαστράκια ή σακίδια πλαστικού, η φύτευση γίνεται με μπάλα χώματος μέσα σε ανοιγμένους λακκίσκους (Δημητράκης, 1998).

Οι αποστάσεις φύτευσης κυμαίνονται αναλόγως των εφαρμοζόμενων μεθόδων καλλιέργειας και της ευρωστίας της χρησιμοποιούμενης ποικιλίας. Σε καλλιέργεια

της οποίας τα φυτά θα υποστυλωθούν και θα ποτίζονται, με ποικιλία συνήθους ανάπτυξης και μετρίου αυστηρότητας κλάδεμα, η φύτευση γίνεται ανά 50 εκ. περίπου επί των γραμμών που απέχουν η μια από την άλλη 80-100 εκ. εφόσον πρόκειται να εφαρμοστεί κλάδεμα αυστηρό οι αποστάσεις επί των γραμμών μπορούν να περιοριστούν και μέχρι 30 ή και 25 cm στις εντός θερμοκηπίων καλλιέργειες, στις οποίες τα φυτά αναπτύσσονται συνήθως μονοστέλεχα και κορυφολογούνται ίσως μετά τον τέταρτο ή πέμπτο σταυρό. Στις καλλιέργειες χωρίς υποστύλωση των φυτών, σε τραπέζια ή σαμάρια, οι αποστάσεις φύτευσης είναι 0,40-0,60 x 1,20-1,50 μ. και προκειμένου για νάνες ποικιλίες 0,30 x 0.60-0.70 cm (Δημητράκης, 1998).

1.4 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

1.4.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

1.4.1.1 Θερμοκρασία του αέρα

Η θερμοκρασία του αέρα, σε συνδυασμό με το φωτισμό, επηρεάζει το ρυθμό της φωτοσύνθεσης και ως εκ τούτου επιδρά επί της ανάπτυξης, του μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων, του πάχους του βλαστού κ.λπ. Επίσης επιδρά στο σχηματισμό των ταξιανθιών, στον αριθμό των ανθέων, στην παραγωγή καρπών από τις πρώτες ταξιανθίες και στο ριζικό σύστημα. Εδώ θα αναφερθούν τα επίπεδα θερμοκρασίας του θερμοκηπίου για την εξασφάλιση μια ισόρροπης ανάπτυξης των φυτών τομάτας που θα ικανοποιεί ταυτόχρονα και τις ελάχιστες συνθήκες μιας ικανοποιητικής καρπόδεσης. Πρέπει να τονιστεί emphaticά ότι η παροχή θερμότητας στο θερμοκήπιο είναι από τους κύριους συντελεστές που επηρεάζουν καθοριστικά το κόστος παραγωγής και συνεπώς, πολλές φορές, δεν είναι δυνατή η εξασφάλιση των άριστων επιπέδων θερμοκρασίας για τις βιολογικές διεργασίες του φυτού. Όταν οι τιμές των καυσίμων είναι υψηλές επιβάλλεται η απόκλιση από τα άριστα επίπεδα θερμοκρασίας, προκειμένου να επιβιώσει οικονομικά μια θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Στις περιπτώσεις αυτές, το επίπεδο των θερμοκρασιών που θα υιοθετηθεί από τον καλλιεργητή είναι το αποτέλεσμα ανάλυσης των δεδομένων που προκύπτουν απ' τις τιμές διάθεσης του προϊόντος στην αγορά, το σύστημα της καλλιέργειας, το

διατιθέμενο μηχανολογικό εξοπλισμό στο θερμοκήπιο, τη τιμή του καύσιμου και την αναμενόμενη παραγωγή. Τη νύχτα η θερμοκρασία του θερμοκηπίου δε πρέπει να κατέρχεται κάτω από τους 13,5°C, γιατί τότε μειώνεται σημαντικά η φυσιολογική καρπόδεση και η ανάπτυξη του φυτού, έστω και αν κατά τη διάρκεια της ημέρας η θερμοκρασία είναι υψηλή (μέχρι 27°C). Σε επίπεδα θερμοκρασίας υψηλότερα των 27°C παρατηρείτε μείωση στη ζωηρότητα της βλάστησης, στη παραγωγή και την ποιότητα των καρπών. Σε θερμοκρασίες πάνω από 30 °C προκαλείτε ανθόρροια (Abdalla & Verkrk, 1968).

Η θερμοκρασία του αέρα, όπως και η θερμοκρασία του εδάφους, παίζει ρόλο στην απορρόφηση και αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων απ' τα φυτά. Γενικός, παρατηρείτε μείωση της απορρόφησης των στοιχείων αντίστοιχη με τη μείωση των θερμοκρασιών κάτω από τα άριστα επίπεδα.

Έτσι, σε θερμοκρασία 13°C αύξηση του βάρους των φυτών επισυμβαίνει μόνο όταν οι συγκεντρώσεις αζώτου στο έδαφος είναι πολύ υψηλές, ενώ σε θερμοκρασία αέρα 7°C τα φυτά δεν απορροφούν το άζωτο, όσο υψηλές και αν είναι οι συγκεντρώσεις στο έδαφος (Garden, et al., 1976). Θερμοκρασία αέρα 21°C τη νύχτα αυξάνει την απορροφητικότητα του ψευδαργύρου (Fawusi & Ormrod, 1975), του ασβεστίου και του νατρίου αλλά μειώνει την απορροφητικότητα του φώσφορου (Gosselin & Trudel, 1983a και 1983b). Υψηλές θερμοκρασίες τη νύχτα (π.χ. 21 °C) συμβάλουν στην πρωίμιση των πρώτων καρπών τομάτας, ενώ μειώνουν τη συνολική παραγωγή της καλλιέργειας (Slack & Calvert, 1978).

Όπως προαναφέρθηκε, το καθεστώς θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο είναι στενά συνδεδεμένο με την ένταση και τη διάρκεια του φωτισμού, που και αυτά συνδέονται με την εποχή του έτους και τη διάρκεια της ημέρας, και συνεπώς η συνιστώμενες θερμοκρασίες διαφέρουν ανάλογα με το σύστημα καλλιέργειας σε ένα τόπο (Κανάκης 2011).

Για τις ελληνικές συνθήκες, λόγω κλίματος και προσεγγιστικής αντιμετώπισης των προβλημάτων απ' τους καλλιεργητές, θα μπορούσε να συσταθεί για τους χειμερινούς μήνες θερμοκρασία νύχτας γύρω στους 14-15°C και θερμοκρασία ημέρας περί τους 21-22°C. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε η διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας να μην ξεπερνά τους 5-7°C (Κομνάκος, 1988). Τα παραπάνω όρια θερμοκρασίας πλησιάζουν τα ιδανικά επίπεδα και απευθύνονται σε παραγωγούς που καλλιεργούν σε θερμοκήπια υψηλών κατασκευαστικών προδιαγραφών, στα όποια μπορούν να ρυθμιστούν τόσο η παροχή

συμπληρωματικής θερμότητας όσο και ο καλός αερισμός. Δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας ότι ακόμα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα στις νότιες περιοχές της χώρας μας, τις ηλιόλουστες ημέρες, η θερμοκρασία εντός του θερμοκηπίου μπορεί να ξεπεράσει για πολλούς βαθμούς το όριο των 21 °C, οπότε η διαφορά των 5-7 °C μεταξύ ημέρας και νύχτας δεν είναι πάντα εφικτή.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο, εκτός απ' τις θερμαντικές πηγές, μπορεί να γίνει μερικώς και με τη χρήση της θερμοκουρτίνας, η οποία το μεν χειμώνα παγιδεύει τη θερμότητα και δεν την αφήνει να δραπετεύσει προς το περιβάλλον, το δε καλοκαίρι εμποδίζει τη θερμική ακτινοβολία του ηλίου να φτάσει στα χαμηλότερα από αυτή σημεία του θερμοκηπίου, διατηρώντας το φύλλο ψυχρότερο σε σχέση με το μη σκιαζόμενο φύλλο, ενώ ταυτόχρονα παρέχει και σκίαση (Κανάκης 2011).

1.4.1.2 Θερμοκρασία εδάφους

Η θερμοκρασία εδάφους, ασφαλώς σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία του αέρα, παίζει ρολό στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, στον αριθμό των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας αλλά δεν επηρεάζει τον αριθμό των κάτω απ' την πρώτη ταξιανθία φύλλων. Η επίδραση της θερμοκρασίας του εδάφους επί της ανάπτυξης του φυτού είναι αποτέλεσμα της επίδρασης της στην απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων. Σε χαμηλή θερμοκρασία εδάφους (8°C), μολονότι παρατηρείτε υψηλή συγκέντρωση νιτρικών ιόντων (NO^3) και καλίου (K^+) στους ιστούς της ρίζας, η ανάπτυξη του βλαστού είναι ελάχιστη. Αυτό συμβαίνει επειδή, στις χαμηλές θερμοκρασίες, παρατηρείτε δυσκολία στην μεταφορά των ανωτέρω ιόντων από τη ρίζα στα φύλλα ιδιαίτερα αν όλο το άζωτο παρέχεται με τη νιτρική του μορφή (Ganmore-Neumann & Kafkafi, 1980). Αναφορικά με το φώσφορο, υπάρχει δυσκολία απορρόφησης του σε χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους (10-13°C), ενώ αυξανόμενης της θερμοκρασίας του εδάφους αυξάνεται και ρυθμός απορρόφησης του φώσφορου μέχρι και τους 21°C (Martin & Wilcox, 1963) (Locascio & Warren, 1960). Σε καθεστώς θερμοκρασίας εδάφους 13°C ολική απορρόφηση του καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου μειώνεται δραστικά (Chu & Toop, 1975).

1.4.2 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΑΕΡΑ

Επίπεδα σχετικής υγρασίας (95%) της ατμόσφαιρας ευνοούν τη γρήγορη ανάπτυξη των φυτών τομάτας και το φαινόμενο ερμηνεύεται από το γεγονός ότι βελτιώνεται η αφομοίωση του CO₂ μέσω των στομάτων, τα όποια παραμένουν περισσότερο ανοιχτά σε συνθήκες υψηλής υγρασίας (Armstrong & Kirkby, 1979). Αποτέλεσμα ερευνών (Buitelaar, 1984 & Welles, 1960) έδειξαν ότι τα υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας δεν επηρεάζουν άμεσα το ύψος της παραγωγής, αλλά αυξάνουν την ευαισθησία των φυτών στις ασθένειες, όπως π.χ. το βοτρώτη, και συνεπώς επιδρούν επί της ποιότητας των παραγομένων καρπών. Το χειμώνα, υψηλή σχετική υγρασία πιθανόν να ευνοεί την πρωίμιση της παραγωγής (Buitelaar, 1983) και συνεπώς δεν είναι απαραίτητος ο εξαερισμός των θερμοκηπίων. Το καλοκαίρι, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, πολλές φορές μειώνεται αρκετά η σχετική υγρασία του αέρα και είναι αναγκαία η επέμβαση του παραγωγού, ώστε με ψεκασμό ή καταιονισμό καθαρού νερού να αυξήσει το επίπεδο της υγρασίας και ταυτόχρονα να μειώσει τις υψηλές θερμοκρασίες του θερμοκηπίου σε επίπεδα τέτοια που να ευνοούν την επικονίαση των ανθέων. Ο έλεγχος του αυτοματισμού των συστημάτων καταιονισμού και εξαερισμού με τον ηλεκτρονικούς υπολογιστές παρέχει τη δυνατότητα αποφυγής του σχηματισμού δροσού στα φύλλα, τους βλαστούς, τα άνθη και τους καρπούς τις πρωινές ώρες και έτσι μειώνονται οι κίνδυνοι προσβολής από το βοτρώτη (Κανάκης, 2011).

Υπάρχουν ενδείξεις ότι πολύ υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας στα θερμοκήπια πιθανόν να προκαλούν μερικές φυσιολογικές ανωμαλίες ως αποτέλεσμα της μειωμένης απορρόφησης και μεταφοράς των θρεπτικών στοιχείων στις βλαστικές κορυφές (Hurd & Sheard, 1981).

Η συγκέντρωση ασβεστίου στα νεαρά φύλλα μειώνονται αρκετά σε συνθήκες υψηλής (95%) σχετικής υγρασίας, επειδή τούτο παρασύρεται από το ανοδικό ρεύμα της διαπνοής (Bradfield & Guttridge, 1979). Χαμηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας τη νύχτα συμβάλουν στην αύξηση των κρουσμάτων εμφάνισης της φυσιολογικής ανωμαλίας με το όνομα “ ξηρά σήψη της κορυφής του καρπού “, η οποία

συσχετίζεται με την τροφοπενία ασβεστίου (Bradfield & Guttridge, 1983). Το άριστο και επιθυμητό επίπεδο σχετικής υγρασίας στο θερμοκήπιο είναι δύσκολο να προσδιοριστεί, όμως αυτό πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 60% και 70%, όταν πρόκειται για καλλιέργεια τομάτας. (Κανάκης, 2011)

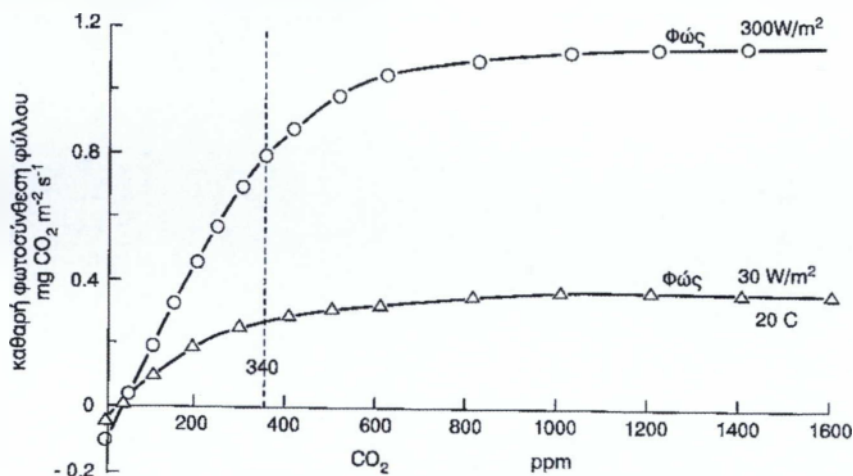
1.4.3 ΑΝΘΡΑΚΟΛΙΠΑΝΣΗ ΜΕ ΠΑΡΟΧΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂)

Τα οφέλη που προκύπτουν από καλλιέργειες φυτών που υφίστανται την επίδραση υψηλότερων της κανονικής ατμόσφαιρας συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα διαπιστώθηκαν για πρώτη φορά πριν 100 χρόνια στη Γερμανία και λίγο αργότερα και σε άλλες χώρες όπως Αγγλία, ΗΠΑ κ.λπ. (Wittwer & Honma, 1979 και Atherton & Rudich, 1986). Η χρήση όμως του CO₂ σε εμπορική κλίμακα έγινε μόλις τα 25 τελευταία χρόνια στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες κηπευτικών, όπου η συγκέντρωση του CO₂ είναι πολύ μικρότερη από ότι στην κανονική ατμόσφαιρα (300ppm) έχει διαπιστωθεί ότι τα πλέον θεαματικά αποτελέσματα προκύπτουν όταν η συγκέντρωση του CO₂ στα θερμοκήπια ανέρχεται στα 1000-1200 ppm (μέρη στο εκατομμύριο), όπου παρατηρούνται αυξήσεις στην παραγωγή από 10-70%. Η αύξηση των αποδόσεων σχετίζεται άμεσα με τη θετική επίδραση της επιπλέον συγκέντρωσης CO₂ στο ρυθμό της φωτοσύνθεσης (Κατσούλας, 2003), αφού το CO₂ είναι συστατικός παράγοντας της βιοχημικής αντίδρασης της φωτοσύνθεσης. Αυτό βέβαια μπορεί να συμβεί αν ταυτόχρονα και οι άλλοι συντελεστές της παραγωγής (π.χ. φως, θερμοκρασία, υγρασία, θρεπτικά στοιχεία) βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Οι εντυπωσιακές αυξήσεις στην απόδοση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών μπορούν να συγκριθούν με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση των χημικών λιπασμάτων στη γεωργία (Wittwer & Honma, 1979). Σήμερα σε όλες τις προηγμένες χώρες ο εμπλουτισμός των θερμοκηπίων με CO₂ (ανθρακολιπανση) αποτελεί εργασία ρουτίνας, χάρη στα οφθαλμοφανή οφέλη που προκύπτουν από αυτόν. Στην Ελλάδα ακόμη συνιστά απόμακρη, άγνωστη στους καλλιεργητές και δύσκολα εφαρμοζόμενη τεχνική.

Ο εμπλουτισμός του χώρου του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα και μάλιστα με συγκεντρώσεις ανώτερες από αυτές που υπάρχουν στη φύση έχει σημαντική επίδραση στην αύξηση της παραγωγής ποσοτικά και ποιοτικά. Εκτός από την αναπλήρωση του καταναλισκόμενου CO₂ από τη φωτοσύνθεση μέσα στον περιορισμένο χώρο του θερμοκηπίου, αποδεικνύουν ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις κάνουν αποδοτικότερη τη φωτοσύνθεση (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Οι συγκεντρώσεις που είναι επιθυμητές για το θερμοκήπιο κυμαίνονται μεταξύ 0,08-0,18% (800-1800 ppm).

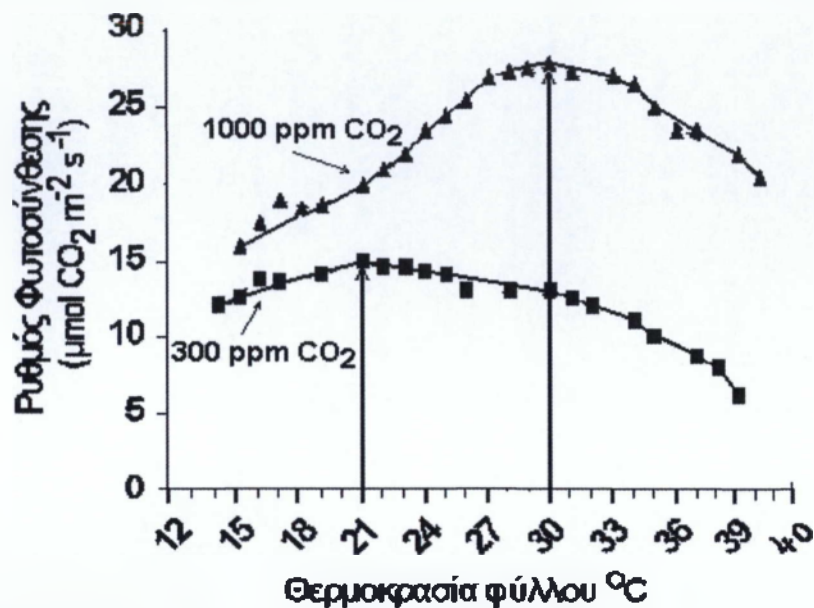
Το μέγεθος της αύξησης της παραγωγής είναι συνάρτηση του ύψους της συγκέντρωσης του CO₂ και της χρονικής διάρκειας του εμπλουτισμού. Στη Β. Ευρώπη, η χειμωνιάτικη παραγωγή τριαντάφυλλου με εμπλουτισμό όλη την περίοδο, σε επίπεδο 1000ppm παρουσιάζει αύξηση παραγωγής μέχρι και 53%. Στο χρυσάνθεμο μπορεί να προγραμματιστεί η άνθηση μέχρι και δύο εβδομάδες νωρίτερα. Στο γαρύφαλλο παρουσιάζεται αύξηση της παραγωγής μέχρι 38%, στην τομάτα και το αγγούρι μέχρι και 45%.



Διάγραμμα 1.1: Καθαρή φωτοσύνθεση σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση του CO₂ και την ένταση φωτισμού, για φύλλο τομάτας (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Για να είναι αποδοτική η ενέργεια του εμπλουτισμού με CO₂, θα πρέπει και οι άλλοι παράγοντες που συμμετέχουν στην αύξηση των φυτών να βρίσκονται στο άριστο επίπεδο. Δηλαδή, το φως πρέπει να πλημμυρίζει το θερμοκήπιο, η ημερήσια θερμοκρασία στο χώρο θα πρέπει να είναι η άριστη δυνατή και μάλιστα μερικούς βαθμούς ανώτερη από αυτή που επικρατεί, όταν δε χρησιμοποιείται CO₂, η εδαφική υγρασία να βρίσκεται σε κανονικά επίπεδα και το λιπαντικό πρόγραμμα να έχει

προσαρμοστεί κατάλληλα, γιατί με τον εμπλουτισμό αυξάνει ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).



Διάγραμμα 1.2: Η επίδραση της θερμοκρασίας και της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στο ρυθμό της φωτοσύνθεσης (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Ο εμπλουτισμός με διοξείδιο του άνθρακα στο θερμοκήπιο γίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, γιατί τότε λειτουργεί η φωτοσύνθεση (από την ανατολή του ηλίου μέχρι και μια ώρα πριν τη δύση). Αποδοτικότερος θεωρείται ότι είναι τις πρωινές ώρες.

Σε ένα συνηθισμένο θερμοκήπιο απαιτούνται περίπου $18 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ καθαρό CO_2

Μέθοδοι εμπλουτισμού

- Εξάτμιση υγρού
- Εξάχνωση στερεού (ξηρός πάγος)
- Αξιοποίηση των καυσαερίων της θέρμανσης
- Καύση προπανίου σε ειδικούς καυστήρες τέλειας καύσης, μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Πειράματα, που διενεργήθηκαν από τον Ολύμπιο (1994), έδειξαν ότι ημερήσιος εμπλουτισμός με CO_2 για 2-3 ώρες, δεν στοιχειοθετεί επικερδή κάλυψη της επιπλέον δαπάνης για το CO_2 . Ο εμπλουτισμός έχει οικονομικό αντιστάθμισμα

μόνο όταν το θερμοκήπιο διατηρείται κλειστό (χωρίς εξαερισμό) όλη την ημέρα και για μερικούς μήνες. Τέτοιες όμως προϋποθέσεις δεν μπορούν να ικανοποιηθούν στα γνωστά ελληνικά πλαστικά θερμοκήπια, και υπό τα συνήθη καλλιεργητικά συστήματα.

Κατά τους Wittwer και Honma (1979) τα οφέλη που μπορεί να προκύψουν άπ'τον εμπλουτισμό μιας θερμοκηπιακής καλλιέργειας με CO₂ συνοψίζονται ως ακολούθως:

- πρωίμηση της παραγωγής, λόγω του αυξημένου ρυθμού ανάπτυξης των φυτών (αφορά τους καρπούς της πρώτης ταξιανθίας).
- Χρονική μετάθεση προς το πρωιμότερο όλης της παραγωγής.
- Αύξηση του ποσοστού κομπόδεσης στις ανοιξιάτικες καλλιέργειες.
- Αύξηση του μεγέθους των καρπών τόσο στις ανοιξιάτικες όσο και στις φθινοπωρινές καλλιέργειες.
- Αύξηση στις αποδόσεις που κυμαίνονται από 10-70%, με μέσους όρους από 15-55%.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του εμπλουτισμού της καλλιέργειας με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι κατά τους Wittwer και Honma, (1979) οι κατωτέρω:

- *ο γονότυπος*. Έχουν ως εκ τούτου παρατηρηθεί διαφορές στην αντίδραση των φυτών στο CO₂ ανάλογα με την ποικιλία σε όλα σχεδόν τα πραγματοποιηθέντα πειράματα.
- *η ηλικία του φυτού*. Νεαρά φυτά έχουν πιο υψηλές άριστες συγκεντρώσεις CO₂ απ'ότι ηλικιωμένα φυτά. Αυτό ίσως συσχετίζεται με άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και οι οποίοι σταδιακά γίνονται περισσότερο περιοριστική καθώς τα φυτά γηράσκουν.
- *η ένταση του φωτός*. Είναι διαπιστωμένο ότι η θετική επίδραση του επιπλέον CO₂ εκδηλώνεται σε ένα μεγάλο εύρος έντασης του φωτισμού.

Στις ελληνικές συνθήκες ηλιακής ακτινοβολίας, ακόμη και το χειμώνα, δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι ο φωτισμός μπορεί να θεωρηθεί τόσο χαμηλός ώστε να μη μπορούν τα φυτά να εκμεταλλευτούν τις πρόσθετες συγκεντρώσεις CO₂ πόσο μάλλον που οι υψηλές συγκεντρώσεις CO₂, λέγεται ότι μπορούν μερικώς να υποκαταστήσουν τη χαμηλή ένταση φωτός.

- *ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης.* Στα κλειστά και μη αεριζόμενα θερμοκήπια, τα επίπεδα συγκέντρωσης του CO₂ είναι συνήθως στις χαμηλότερες τιμές τους τις χειμωνιάτικες και ηλιόλουστες ημέρες από ώρα 10 το πρωί έως 4 το απόγευμα λόγω του ότι τότε ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης είναι υψηλός. Συνεπώς, εάν τις ώρες αυτές προστεθούν αρκετές ποσότητες CO₂, οι αυξημένες ποσότητες παραγωγής είναι αναμενόμενες.
- *ο εξαερισμός.* Για τη μέγιστη αποτελεσματικότητα του πρόσθετου CO₂, πρέπει να είναι έκτος λειτουργίας ο μηχανισμός εξαερισμού του θερμοκηπίου για όλο το χρονικό διάστημα παροχής του CO₂.

1.4.4 ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Έχει αποδειχθεί ότι χαμηλής έντασης φωτισμός κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης των σπορόφυτων τομάτας έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της ενάρξης της ανθοφορίας. Η καθυστέρηση αυτή επιμηκύνετε περισσότερο αν η χαμηλή ένταση φωτισμού συνδυάζεται με υψηλές (25 °C) θερμοκρασίες. Ο συνδυασμός αυτός εκτός από την επίδραση επί της ανθοφορίας έχει ως αποτέλεσμα και την αύξηση του αριθμού των φύλλων πριν την πρώτη ταξιανθία. Έτσι χαμηλός φωτισμός και θερμοκρασία 25 °C προσθέτει μέχρι 7 επιπλέον φύλλα σε σύγκριση με χαμηλό φωτισμό και χαμηλή (15 °C) θερμοκρασία (Calvert, 1957 και Hurd & Cooper, 1967). Φαίνεται ότι ο χρόνος ανοίγματος των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας της τομάτας συσχετίζεται με την συνολική προσλαμβανόμενη ακτινοβολία. Την περίοδο από Μάιο μέχρι Οκτώβριο η ηλιακή ακτινοβολία φθάνει τα επίπεδα κορεσμού των φυτών τομάτας και έτσι επηρεάζει την ανθοφορία κατά δυο τρόπους και μέσω της ενάρξης της ανθοφορίας και μέσω του ρυθμού ανάπτυξης των ανθέων. Κάτω από συνθήκες κορεσμού των φυτών με ηλιακή ενεργεία, η περίοδος μεταξύ της πλήρους και οριζόντιας εκπτώξεως των κοτυληδόνων και του ανοίγματος των ανθέων

της πρώτης ταξιανθίας είναι 40 περίπου ημέρες (Calvert, 1964a και 1964b). Στις νότιες περιοχές της χώρας μας, πολλές φορές την χειμερινή περίοδο ο συνδυασμός επαρκούς ηλιοφάνειας με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (15-18°C) ικανοποιεί τις ανάγκες των σπορόφυτων της τομάτας, έτσι που και το άνοιγμα των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας να συντελείτε γρήγορα και ο αριθμός των φύλλων πριν την πρώτη ταξιανθία να είναι μικρότερος από 8. Τα θερμοκήπια της βόρειας Ελλάδας, προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των σπορόφυτων, το χειμώνα είναι αναγκαία η συμπληρωματική παροχή τεχνητού φωτισμού, έντασης μεταξύ 5,000-10,000 lux, διάρκειας 3-4 εβδομάδων. Αυτός ο επιπλέον φωτισμός τον χειμώνα επηρεάζει θετικά το μήκος του στελέχους, το νωπό και ξηρό βάρος τόσο του υπέργειου μέρους όσο και του ριζικού συστήματος, αυξάνει τη φιλική επιφάνεια και τον αριθμό των φύλλων και μειώνει το χρόνο που απαιτείται για τη μεταφύτευση στο θερμοκήπιο. Όταν όμως ο συμπληρωματικός φωτισμός διενεργείται την άνοιξη τότε η θετική επίδραση του αφορά μόνο στο νωπό και ξηρό βάρος της ρίζας και το ξηρό βάρος του βλαστού (Πετσάνη κ.ά., 2008).

Σε ότι αφορά την ανάπτυξη της κορυφής του φυτού έχει αποδειχθεί ότι υπάρχει αλληλεπίδραση έντασης φωτισμού και θερμοκρασίας. Σε καθεστώς υψηλής θερμοκρασία (>30°C) η ανάπτυξη της κορυφής είναι μικρή και γίνεται ακόμη μικρότερη αν συνδυάζεται με χαμηλής έντασης φωτισμό. Συνεπώς συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού που βοηθούν την έναρξη της ανθοφορίας επιταχύνουν και την ανάπτυξη της βλαστικής κορυφής. Όμως η σχέση αυτή δεν είναι απλή άλλα σύνθετη, αφού επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες, όπως π.χ. η συγκέντρωση CO₂, τη διαθεσιμότητα νερού και θρεπτικών στοιχείων και την όλη φυσιολογική κατάσταση του φυτού (Hussey, 1963a).

1.5 ΟΙ ΣΥΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΧΘΡΟΙ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

1.5.1 ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

1.5.1.1 ΒΟΤΡΥΤΗΣ (*Botrytis cinerea*)

Μια από τις ασθένειες που προσβάλλουν την τομάτα είναι και ο βοτρύτης. Ο βοτρύτης είναι ευρύτατα διαδεδομένος μύκητας. Προσβάλλει πάρα πολλές καλλιέργειες και αποτελεί σοβαρό πρόβλημα και πραγματική απειλή για την εμπορεύσιμη παραγωγή. Εκτός από τις ποσοτικές απώλειες υποβαθμίζει και την ποιότητα των προϊόντων, ενώ ζημιώνει την παραγωγή και μετασυλλεκτικά κατά την αποθήκευση και την μεταφορά. Αποτελεί πρόβλημα ιδιαίτερα για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες αλλά και για τις υπαίθριες.

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Στην αρχή προκαλούνται καστανές υδατώδεις εκτεταμένες κηλίδες, που μπορεί να εξελιχθούν σε νεκρώσεις. Χαρακτηριστική είναι η γκριζα εξάνθιση (χνούδι) του μύκητα στα προσβεβλημένα όργανα (εικόνα 1.3). Προσβάλλει όλα τα μέρη των φυτών (φύλλα, στελέχη, άνθη, καρπούς) και σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους. Ο βοτρύτης μπορεί να αναπτυχθεί και σαπροφυτικά σε υπολείμματα της καλλιέργειας και σε νεκρά μέρη των φυτών και από εκεί να μολύνει γειτονικούς υγιείς ιστούς.



Εικόνα 1.3: Προσβολή καρπού τομάτας από τον μύκητα *Botrytis*. (ΠΗΓΗ): http://fytognoseis.blogspot.gr/2012/02/blog-post_29.html

ΠΑΘΟΓΟΝΟ – ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ο μύκητας είναι περισσότερο γνωστός με την ατελή του μορφή, ως *Botrytis cinerea* (Αδηλομύκητας) και με την εξάνθιση γκριζου χρώματος (ασθένεια «τεφρά σήψη»). Σχηματίζει κονιδιοφόρους με μακρύ ποδίσκο και υαλώδη κόνιδα σε σχηματισμό βότρου στις διακλαδώσεις. Στους προσβεβλημένους ιστούς μπορεί να σχηματιστούν επίσης τα μαύρα σκληρωτικά του μύκητα. Τα κόνιδα του βλαστάνουν σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (από 1-30°C) αν και η ιδανική θερμοκρασία είναι 18°C. Είναι ξηροσπόρια και μεταφέρονται κυρίως με τον άνεμο. Απελευθερώνονται με έναν υγροσκοπικό μηχανισμό, γι'αυτό αφθονούν όταν υπάρχουν απότομες μεταβολές της υγρασίας στη διάρκεια της ημέρας. Για την βλάστησή τους όμως είναι απαραίτητη η ύπαρξη σταγόνας νερού ή πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας (τουλάχιστον 90%). Σε θερμοκρασίες 15-20°C και παρουσία νερού ή υψηλής σχετικής υγρασίας (βροχή ή παρατεταμένος υγρός καιρός) η ανάπτυξη του μύκητα είναι πολύ γρήγορη και η μόλυνση ολοκληρώνεται μέσα σε λίγες ώρες. Με την βοήθεια της πλάκας προσκολλησεως (appressorium) το ράμφος μόλυνσης διαπερνά την εφυμενίδα και την επιδερμίδα των φυτικών κυττάρων. Στην φάση αυτή ο μύκητας παράγει ένζυμα που λύνουν την συνέχεια των φυτικών κυττάρων και

διευκολύνουν την διείσδυσή του. Ο μύκητας εισέρχεται και μολύνει κυρίως τα άνθη. Ο βοτρυτής μπορεί να εμφανισθεί δευτερογενώς μετά από προσβολές από έντομα ή από φυσικές ζημιές, π.χ. από χαλάζι, διεισδύοντας από τους ήδη τραυματισμένους ιστούς (οι πληγές των ιστών αποτελούν πύλες εισόδου του βοτρυτή). Η τέλεια μορφή του μύκητα *Botryotinia fuckeliana* ή *Sclerotinia fuckeliana* αναπτύσσεται από σκληρωτία που βλαστάνουν υπό ειδικές συνθήκες και σχηματίζουν αποθήκια. Ο μύκητας διαχειμάζει είτε με τη μορφή σκληρωτίων στο έδαφος ή ως σαπροφυτικό μυκήλιο σε νεκρά υπολείμματα καλλιέργειας ή σε διάφορους ξενιστές. Το βασικό μέσο πρόκλησης μολύνσεων είναι τα μακροκονίδια και το μυκήλιο, ενώ δευτερευόντως τα ασκοσπόρια. Τα μακροκονίδια χρειάζονται την παρουσία νερού για να βλαστήσουν και δεν επιζούν για πολύ. Φυτικοί ιστοί υδαρείς, περίσσεια αζωτούχου λίπανσης, υψηλή πυκνότητα φύτευσης και κακός αερισμός της φυτείας ή μέσα στο θερμοκήπιο, είναι παράγοντες που αυξάνουν την ευαισθησία των φυτών και τις προσβολές από τον βοτρυτή (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sell1a,17,49&sel2=sel2a,6&asth_id=269).

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Ο βοτρυτής (ή σαπίλα) είναι αναμφίβολα πραγματική απειλή για την εμπορεύσιμη παραγωγή, ιδιαίτερα για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Αυτό γιατί από τη μία η ασθένεια αναπτύσσεται πολύ γρήγορα και από την άλλη η αντιμετώπισή της δεν είναι εύκολη. Η παραμικρή καθυστέρηση από την έγκαιρη επέμβαση του βοτρυτή, συνήθως έχει δυσανάλογα σοβαρές επιπτώσεις (απώλεια παραγωγής, δυσκολία αντιμετώπισης, περιορισμένη επιτυχία, παραμονή της ασθένειας σε εστίες μέσα στο θερμοκήπιο και επαναμόλυνση, ανάγκη για περισσότερους και συχνότερους ψεκασμούς, υψηλότερο κόστος). Με δυο λόγια ο βοτρυτής, ειδικά μέσα στο θερμοκήπιο, είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα, στο οποίο επιβάλλεται να δίνουμε ξεχωριστή προσοχή. Γενικά συστήνεται για την ορθολογική αντιμετώπιση του βοτρυτή και πρόληψη εμφάνισης ανθεκτικότητας από τον μύκητα να εναλλάσσονται στους ψεκασμούς μυκητοκτόνα με διαφορετικό τρόπο δράσης και από διαφορετικές ομάδες, να γίνεται καλός ψεκασμός, να εφαρμόζονται οι συνιστώμενες δόσεις και να τηρούνται οι οδηγίες που αναγράφονται στη συσκευασία (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sell1a,17,49&sel2=sel2a,6&asth_id=269).

1.5.1.2 ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ ΤΟΜΑΤΑΣ (*Phytophthora infestans*)

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Προσβάλλεται η βλάστηση και οι καρποί. Η προσβολή ξεκινά από τα κατώτερα φύλλα, όπου εμφανίζονται κιτρινωπές κηλίδες ακανόνιστου σχήματος («λαδιές»). Αυτές οι περιοχές στη συνέχεια γίνονται καστανές και ξηραίνονται. Με υγρές συνθήκες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων διακρίνεται το λευκό χνούδι (εξάνθιση) του μύκητα. Στους μίσχους και στους βλαστούς οι νεκρώσεις των ιστών παίρνουν επίμηκες σχήμα. Οι καρποί προσβάλλονται αρχικά στην περιοχή του ποδίσκου. Η προσβολή μπορεί να εξαπλωθεί στη συνέχεια σε ολόκληρο τον καρπό (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sella,17,49&sel2=sel2a,6&asth_id=279).



Εικόνα 1.4: Προσβολή φύλλου τομάτας από τον μύκητα *Phytophthora infestans*.

ΠΗΓΗ: (<http://tech.pathfinder.gr/news/tech/737313.html>)

ΠΑΘΟΓΟΝΟ – ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ο περονόσπορος της τομάτας προκαλείται από τον μύκητα *Phytophthora infestans*. Για την ανάπτυξή του απαιτεί υγρό και δροσερό καιρό (17-20 °C). Με τέτοιες ευνοϊκές συνθήκες η ασθένεια μπορεί να εξαπλωθεί πολύ γρήγορα, καταστρέφοντας τα φυτά.

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Για την αντιμετώπιση του περονόσπορου της τομάτας απαιτείται πρόγραμμα προληπτικών επεμβάσεων, ιδιαίτερα στις περιοχές με συνθήκες ευνοϊκές για την ανάπτυξή του (π.χ. Δυτική Ελλάδα). Η προστασία της νεαρής βλάστησης είναι σημαντική ώστε να μην εγκατασταθεί η ασθένεια στο χωράφι. Επίσης ιδιαίτερη σημασία έχει ο καλός ψεκασμός και η προστασία της νεαρής αναπτυσσόμενης βλάστησης, όταν μάλιστα χρησιμοποιούνται σκευάσματα επαφής. Συστήνεται να ακολουθούνται οι οδηγίες των Γεωργικών Προειδοποιήσεων ως προς αναμενόμενη προσβολή, καιρικές συνθήκες και επίκαιρο επέμβασης. Στις κρίσιμες περιόδους για την εξάπλωση της ασθένειας (π.χ. σε συνθήκες με βροχερό καιρό και θερμοκρασίες 20-25 °C) συστήνεται να προτιμώνται μίγματα με διασυστηματικά προϊόντα (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,17,49&sel2=sel2a,6&asth_id=279).

1.5.1.3 ΑΛΤΕΡΝΑΡΙΩΣΗ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ ΤΟΜΑΤΑΣ (*Alternaria alternata f.sp. lycopersici*)

ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Προκαλούνται έλκη στη βάση των στελεχών, που μπορεί να το περιβάλλουν ολόκληρο προκαλώντας την ξήρανση του φυτού. Προσβάλλονται και οι καρποί, όπου δημιουργούνται βυθισμένες καστανόμαυρες κηλίδες σε μεγάλες περιοχές (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,17,49&sel2=sel2a,6&asth_id=268).



Εικόνα 1.5: Προσβολή σε φύλλο τομάτας από τον μύκητα *Alternaria alternata*
(ΠΗΓΗ:http://www.fytokomia.gr/thumbnail.php?file=Alternaria_solani__leaf_lesions_494806831.jpg&size=article_medium)

ΠΑΘΟΓΟΝΟ – ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η ασθένεια οφείλεται στο μύκητα *Alternaria alternata f.sp. lycopersici*. Οι μολύνσεις γίνονται με υγρό καιρό, με παρουσία ελεύθερης υγρασίας στα φυτά και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες (20-25 °C)

(http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sell1a,17,49&sel2=sel2a,6&asth_id=268).

1.5.2 ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΒΟΛΕΣ

1.5.2.1 ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ (*Bemisia tabaci*)

Προσβάλλει τον καπνό, το βαμβάκι και άλλα καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά.

Κατάταξη	Προσβολή στα φυτά		
Ημίπτερα+ μυζητικά	ρίζα	φυτάριο	φύλλο x

ΖΗΜΙΑ

Η απομύζηση φυτικών χυμών κάνει τα φύλλα εύθραυστα και υποβαθμίζει την ποιότητά τους. Επιπλέον τα κολλώδη εκκρίματα του εντόμου λερώνουν τα φύλλα.

ΕΧΘΡΟΣ

Το ακμαίο μοιάζει με μικρή λευκή μύγα. Έχει μήκος περίπου 1 χιλ., χρώμα σώματος κιτρινωπό και μαύρους οφθαλμούς. Οι πτέρυγες είναι διαφανείς και καλύπτονται από λευκή κηρώδη ουσία, που εκκρίνεται από αδένες και από όπου πήρε το έντομο το όνομά του.

Οι νεαρές νύμφες έχουν ελλειπτικό σχήμα, χρώμα διαφανές-υποκίτρινο και διαθέτουν πόδια. Οι νύμφες 2ου-4ου σταδίου αποκτούν χρώμα υποκίτρινο-κίτρινο και δεν έχουν πόδια (ακίνητες).

(http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,17,49&sel2=sel2a,1&asth_id=21)



Εικόνα 1.6: Προσβολή σε φύλλο τομάτας από το έντομο *Bemisia tabaci*. (ΠΗΓΗ: http://agroboard.blogspot.gr/2011_12_01_archive.htm)

1.5.2.2. ΚΟΙΝΟΣ ΤΕΤΡΑΝΥΧΟΣ (ΚΙΤΡΙΝΟΣ)

Tetranychus spp.

Προσβάλλουν τα σολανώδη, τα κολοκυνθοειδή, το βαμβάκι, το αμπέλι, τα εσπεριδοειδή, αλλά και πολλές άλλες καλλιέργειες και αυτοφυή φυτά.

Κατάταξη	Προσβολή στα φυτά			
	ρίζα	στέλεχος	φύλλο	καρπός
Ακάρεα μυζητικά		x	x	x

ΖΗΜΙΑ

Στην επάνω επιφάνεια των φύλλων παρουσιάζεται χλώρωση κατά κηλίδες, ενώ στην κάτω επιφάνεια διακρίνονται οι θέσεις διατροφής των αποικιών τους (ασημόχρωμες και ελαφρά βυθισμένες) και με τη χρήση μεγεθυντικού φακού οι τετράνυχτοι. Σημάδι της προσβολής είναι και οι μετάξινοι αραχνοειδείς ιστοί στα προσβεβλημένα μέρη. Σε έντονη προσβολή τα φύλλα καρουλιάζουν, ξηραίνονται και πέφτουν. Μπορεί να προσβληθούν επίσης τα στελέχη, τα άνθη και οι καρποί (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,17,49&sel2=sel2a,1&asth_id=23)

ΕΧΘΡΟΣ

Το ακμαίο θηλυκό έχει μήκος 0,5 χιλ., σχήμα ωοειδές και χρώμα που ποικίλλει από ανοιχτοκίτρινο έως πρασινοκίτρινο. Πλευρικά φέρει από μια σκούρα εκτεταμένη κηλίδα. Φέρει 4 ζεύγη ποδών. Τα θηλυκά άτομα του φθινοπώρου, που θα διαχειμιάσουν, έχουν χρώμα πορτοκαλοκόκκινο (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,17,49&sel2=sel2a,1&asth_id=23).



Εικόνα 1.7: Αυγά και νύμφες του Τετράνουχου (*Tetranychus Urticae*). (ΠΗΓΗ: http://www.bayercropscience.gr/media/Images_CS/tetranychus.jpg)

Οι νύμφες μοιάζουν στην εμφάνιση με τα ακμαία. Η προνύμφη όμως φέρει 3 ζεύγη ποδών. Τα ωά είναι σφαιρικά, λεία και μοιάζουν με μικρά μαργαριτάρια. Κοντά στην εκκόλαψη παίρνουν κοκκινωπό χρώμα. Διαχειμάζει σε προστατευμένες θέσεις, όπως κάτω από τον ξηρό φλοιό των πρέμων, γύρω από το λαιμό, πάνω σε διάφορα ποώδη φυτά. Την άνοιξη δραστηριοποιείται και μετακινείται σε ποώδη φυτά (συνήθως ζιζάνια) όπου και πολλαπλασιάζεται. Στο στάδιο αυτό από κοκκινωπό γίνεται κιτρινοπράσινο. Αναπτύσσει πολλές γενεές κυρίως το καλοκαίρι, με ξηρό και θερμό καιρό (1 γενεά κάθε 10-12 ημέρες σε θερμοκρασία 25-30 °C)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Οι τετράνουχοι ευνοούνται από ξηρό και ζεστό καιρό. Μπορούν ταχύτατα να αναπτύξουν μεγάλους πληθυσμούς και να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές. Η αντιμετώπισή τους πρέπει να γίνεται έγκαιρα, σε χαμηλό επίπεδο πληθυσμού. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με προσεκτικό και συστηματικό έλεγχο της καλλιέργειας (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sell1,17,49&sel2=sel2a,1&asth_id=23)

1.5.2.3 *Tuta absoluta*

Το έντομο *Tuta absoluta* είναι πλέον από τους σημαντικότερους εχθρούς της τομάτας. Στις περιοχές της Μεσογείου πρωτοεμφανίστηκε το έτος 2006. Η διάδοση του εντόμου υπήρξε έκτοτε ταχύτατη, ενώ σήμερα είναι παρόν σε πολλές χώρες της Ευρώπης, της Μέσης Ανατολής και της Αφρικής (<http://www.anthesis.gr/el/proionta/ofelimoioiorganismoi/extroi/tutaabsoluta.html>)

Ο κύριος τρόπος διασποράς του εντόμου πιστεύεται ότι είναι διαμέσου συγκομιδής ήδη προσβεβλημένων καρπών καθώς οι προνύμφες του εντόμου εξέρχονται από τους καρπούς και στη συνέχεια νυμφώνονται στα κουτιά μεταφοράς των καρπών. Συχνά οι πρώτες παγιδεύσεις ακμαίων συμβαίνουν σε φερομονικές παγίδες τοποθετημένες σε συσκευαστήρια τομάτας.

Το λεπιδόπτερο αυτό έχει μέχρι 12 γενεές το χρόνο, ενώ κάθε θηλυκό μπορεί να αποθέσει μέχρι 250 αυγά. Οι προνύμφες ανοίγουν χαρακτηριστικές στοές σε φύλλα αλλά και βλαστούς και καρπούς. Οι ζημιά από το έντομο, ειδικά σε μεγάλους πληθυσμούς μπορεί να είναι ολοκληρωτική.

Το έντομο *Tuta absoluta* διαθέτει μεγάλο δυναμικό αναπαραγωγής. Οι προνύμφες δεν εισέρχονται σε διάπαυση, εφόσον υπάρχει άφθονη για αυτές τροφή. Ο βιολογικός κύκλος ολοκληρώνεται σε 29–38 ημέρες αναλόγως των κλιματικών συνθηκών. Μελέτες που έχουν διεξαχθεί στη Χιλή έδειξαν ότι ο πλήρης βιολογικός κύκλος είναι 76.3 μέρες στους 14°C, 39.8 στους 19.7°C και 23.8 στους 27.1°C. Τα ακμαία είναι νυκτόβια και συνήθως την ημέρα κρύβονται σε προστατευμένα μέρη όπως φύλλα. Τα θηλυκά εναποθέτουν αυγά στα ανώτερα φύλλα των φυτών. Το έντομο έχει 4 προνυμφικά στάδια, με τις νεαρές προνύμφες να εμφανίζονται προς το τέλος του χειμώνα. Η νύμφωση λαμβάνει χώρα στο έδαφος, στην επάνω επιφάνεια των φύλλων ή εντός των στοών στα φύλλα, αναλόγως των περιβαλλοντικών συνθηκών. Όταν το έντομο *Tuta absoluta* δε νυμφώνεται στο έδαφος τότε συνήθως δημιουργεί κουκούλι πάνω σε άλλες επιφάνειες. Το έντομο μπορεί να διαχειμάσει ως αυγό, πούπα ή ακμαίο.

Το έντομο μπορεί να προσβάλει τη τομάτα σε οποιοδήποτε στάδιο, ακόμα και όταν η τομάτα είναι στο στάδιο των 2-3 φύλλων. Ο εχθρός *Tuta absoluta* φαίνεται είναι ιδιαίτερα ευάλωτος σε φυσικούς εχθρούς – αρπακτικά και παράσιτα. Η μείωση του πληθυσμού με φυσικό τρόπο μπορεί να είναι της τάξης του 75% από συνδυασμό

αρπακτικών και παρασίτων. Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις από την Ισπανία ότι οι φυσικώς απαντώμενοι οργανισμοί, σταδιακά μειώνουν τον πληθυσμό του εχθρού σε αρκετά χαμηλά επίπεδα.

Το πρώτο μέτρο έναντι του εχθρού είναι η σωστή χρήση φερομονών εντός και εκτός θερμοκηπίου. Η προηγούμενες ενέργειες μπορούν να συνδυαστούν με την έγκαιρη εισαγωγή αρπακτικών όπως των *Macrolophus caliginosus* ή *Nesidiocoris tenuis*. Επίσης η χρήση βιολογικών εντομοκτόνων όπως *Bacillus thuringiensis* συνεισφέρουν σημαντικά στην καταπολέμησή του. Παράσιτα όπως *Trichogramma spp*, *Necremnus spp* και *Diadegma leicole* επίσης συνδράμουν στη μείωση των πληθυσμών.

Η υγιεινή εντός του χώρου καλλιέργειας είναι επίσης πολύ σημαντική για την καταπολέμηση του εντόμου. Η απομάκρυνση υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας στο τέλος της περιόδου, είναι ικανή να μειώσει τον αριθμό των εντόμων που επιβιώνουν και συνεπώς είναι ικανά να επιμολύνουν την επόμενη καλλιέργεια (<http://www.anthesis.gr/el/proionta/ofelimoioorganismoι/extroi/tutaabsoluta.html>)

Ωφέλιμα για την καταπολέμηση του εντόμου *Tuta absoluta*

Παράσιτα: *Trichogramma achaea*, *Diadegma leicola*, *Necremnus tidius*, *Necremnus artynes*

Αρπακτικά έντομα: *Macrolophus caliginosus* , *Nesidiocoris tenuis*

<http://www.anthesis.gr/el/proionta/ofelimoioorganismoι/extroi/tutaabsoluta.html>



Εικόνα 1.7: προσβολή καρπού τομάτας από το έντομο *Tuta absoluta*.
(ΠΗΓΗ : <http://www.anthesis.gr/images/stories/tuta1.jpg>)

1.5.2.4 ΑΦΙΔΕΣ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ (*Aphis gossypii*)

Τα διάφορα είδη μπορεί να συναντώνται σε διαφορετικές ομάδες καλλιεργειών. Έτσι τα κολοκυνθοειδή προσβάλλονται κυρίως από την *Aphis gossypii*, η τομάτα από τα είδη *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacorthum solani*, *Aphis fabae*, τα φυλλώδη λαχανικά από την *Brevicoryne brassicae* (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,17,49&sel2=sel2a,1&asth_id=25).

Κατάταξη	Προσβολή στα φυτά			
Αφίδες (Ημίπτερα) μυζητικά, φορείς ιώσεων	ρίζα	στέλεχος x	φύλλο x	καρπός

ΖΗΜΙΑ

Βρίσκονται συνήθως στην κάτω επιφάνεια του φύλλου, όπου σχηματίζουν αποικίες. Χαρακτηριστικό είναι η παραγωγή μελιττώματος. Σε σοβαρές προσβολές τα φύλλα καρουλιάζουν και μεταχρωματίζονται. Εκτός από την απομύζηση χυμών οι αφίδες μπορεί να μεταφέρουν ιώσεις (π.χ. ιός Y, μωσαϊκό αγγουριού CMV, ασπερμία τομάτας, μωσαϊκό καρπουζιού, ίκτερος κολοκυνθοειδών), οπότε σε αυτή την περίπτωση παρουσιάζονται τα αντίστοιχα συμπτώματα

(http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,17,49&sel2=sel2a,1&asth_id=25).



Εικόνα 1.9: Προσβολή στο κάτω μέρος φύλλου τομάτας από αφίδες (*Aphis gossypii*)

(ΠΗΓΗ:http://www.fytokomia.gr/thumbnail.php?file=prasini_afida_rodakinias_01_853876844.jpg&size=article_medium)

ΕΧΘΡΟΣ

Τα ακμαία έχουν μήκος 1-4 χιλ. και ο χρωματισμός τους διαφέρει ανάλογα με το είδος: πράσινο, κίτρινο, κοκκινωπό, καστανό, καστανόμαυρο, γκριζοπράσινο. Συνυπάρχουν πτερωτές και άπτερες μορφές. Οι νόμφες μοιάζουν στην εμφάνιση με τα ακμαία (http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,17,49&sel2=sel2a,1&asth_id=25).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ UV-C

2.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Υπεριώδης ακτινοβολία ονομάζεται η περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου μεταξύ 380 και 60 νανομέτρων. Υπάρχουν τρία είδη υπεριώδους ακτινοβολίας:

UV-A: Αυτή η ακτινοβολία κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 315 και 400 νανόμετρα. Είναι το πιο ακίνδυνο είδος.

UV-B: Αυτή η ακτινοβολία κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 280 και 315 nm. Αυτή προκαλεί το μαύρισμα, αλλά μπορεί να γίνει επικίνδυνη.

UV-C: Αυτή η ακτινοβολία κυμαίνεται στο κενό μεταξύ 100 nm και 280 nm . Είναι το πιο επικίνδυνο είδος της υπεριώδους ακτινοβολίας, καθώς με αυτήν έχουν επιτευχθεί εργαστηριακά μεταλλάξεις (www.el.wikipedia.org/wiki/).

Πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας είναι ο ήλιος. Είναι επικίνδυνη ακτινοβολία και το στρώμα του όζοντος προστατεύει την επιφάνεια της γης από αυτήν. Αυτός είναι ο λόγος που η τρύπα του όζοντος είναι σοβαρό οικολογικό πρόβλημα.

Η Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι εκπομπή στον χώρο ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας υπό μορφή κυμάτων που ονομάζονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι συγχρονισμένα ταλαντούμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία τα οποία ταλαντώνονται σε κάθετα επίπεδα μεταξύ τους και κάθετα προς την διεύθυνση διάδοσης. Διαδίδονται στο κενό με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του φωτός ($c=299.792.458$ m/s) αλλά και μέσα στην ύλη με ταχύτητα λίγο μικρότερη απ' την ταχύτητα του φωτός.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από επιταχυνόμενα ηλεκτρικά φορτία. Δημιουργούνται επίσης όταν ένα ηλεκτρόνιο κάποιου ατόμου χάνει μέρος της ενέργειάς του και μεταπίπτει σε χαμηλότερη τροχιά ή ενεργειακή στάθμη κοντά στον πυρήνα. Αυτό έχει ως συνέπεια να δημιουργηθεί μια ταλάντωση που διαδίδεται πλέον στο χώρο με τη μορφή ενός ταυτόχρονα ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου. Τα δύο

αυτά πεδία είναι, αφενός μεν, κάθετα μεταξύ τους, αφετέρου και κάθετα με τη διεύθυνση διάδοσης του παραγόμενου κύματος, του λεγόμενου ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Όταν το ηλεκτρομαγνητικό κύμα προσκρούσει σε κάποιο άτομο τα δύο συνδυαζόμενα αυτού πεδία μπορούν να προσφέρουν μεταφερόμενη ενέργεια σε ένα ηλεκτρόνιο με αποτέλεσμα να το εξαναγκάσουν να μεταπηδήσει αυτό σε ανώτερη ενεργειακή στάθμη (www.el.wikipedia.org/wiki/).

Το σύμπαν είναι διάχυτο από ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Το φως που εκπέμπεται από τα άστρα είναι μέρος του συνολικού φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που συναντάται στο σύμπαν. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανάλογα με την συχνότητα των κυμάτων της και αντίστοιχα την ενέργεια που μεταφέρει χωρίζεται σε περιοχές. Αυτές είναι τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, οι υπέρυθρες ακτίνες, το ορατό φως, οι υπεριώδεις ακτίνες, οι ακτίνες X και οι ακτίνες γάμα (www.el.wikipedia.org/wiki/).

Όλες αυτές οι παραπάνω μορφές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κινούνται (ταξιδεύουν) με την ταχύτητα φωτός και μπορούν ακόμη να διαπεράσουν και ορισμένα υλικά.

2.1.2 ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Λαμπτήρες μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας:

Το φως από τους λαμπτήρες ατμού υδραργύρου μπορεί να φιλτραριστεί ώστε να αφαιρέσει το ορατό φάσμα και να εκπέμπει φως που είναι κυρίως UVA.

Λαμπτήρες μεσαίου μήκους κύματος ακτινοβολίας:

Οι λαμπτήρες ατμού υδραργύρου μερικές φορές σχεδιάζονται με πιέσεις που παράγουν μέγιστη ακτινοβολία στην περιοχή UVB. Και χρησιμοποιούν γυάλινους γλόμπους που ελευθέρα μεταδίδουν αυτήν την ενέργεια.

Λαμπτήρες μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας:

Είναι λυχνίες με ατμό υδραργύρου για να παράγουν ενέργεια στην μικροβιοκτόνο περιοχή (254 nm). Είναι ηλεκτρικά ίδιες με τις λάμπες φθορίου αλλά

δεν έχουν φωσφορούχο επικάλυψη και η χρήση του γυαλιού επιτρέπει την μετάδοση της UV-C. Χρειάζεται να σημειωθεί ότι η ακτινοβολία κάτω από 260 nm θα παράγει όζον το οποίο χρειάζεται έλεγχο. Μια λειτουργική ατμόσφαιρα, δε θα έπρεπε να περιέχει πάνω από 0.2 mg ανά λίτρο αέρα. Μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία (UV-C): Η UV ακτινοβολία στην εμβέλεια των 250-260nm, είναι θανατηφόρα στους περισσότερους μικροοργανισμούς συμπεριλαμβάνοντας τα βακτήρια , τους ιούς, τα πρωτόζωα , τους μύκητες και τα άλγη. Η σχέση μεταξύ της βακτηριοκτόνου επίδρασης και του μήκους κύματος το οποίο δείχνει τη μέγιστη επίδραση στα 254nm και σχεδόν μηδενίζεται στα 320nm στην πραγματικότητα η αποτελεσματικότητα στα 320 nm είναι στο 0,4% της μέγιστης τιμής (Bintsis et al., 2000).

2.1.3 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι εφαρμογές της μικροβιοκτόνου δράσης της UV-C ανήκουν σε τρεις κατηγορίες: α) αναστολή των μικροοργανισμών σε επιφάνειες, β) καταστροφή των μικροοργανισμών στον αέρα, γ) αποστείρωση των υγρών.

2.1.4 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Περιλαμβάνει την αποστείρωση των συσκευασιών π.χ δοχεία, περιτυλίγματα ή καπάκια μπουκαλιών, τοποθετώντας κατάλληλες λυχνίες ή λαμπτήρες πάνω από ζώνες μεταφοράς προϊόντων. Η επιτυχία αυτής της εφαρμογής εξαρτάται από τις επιφάνειες, να είναι καθαρές χωρίς καθόλου βρωμιά που θα απορροφούσε την υπεριώδους ακτινοβολία UV-C, συνεπώς θα προστατεύει τους παθογόνους μικροοργανισμούς (Bintsis et al., 2000).

Κατά την κατασκευή των ασηπτικά γεμισμένων UHT γαλακτοκομικών προϊόντων για παράδειγμα η UV αποστείρωση έχει εφαρμοστεί στα καπάκια αλουμινίου των μπουκαλιών (HDPE) και στις χάρτινες συσκευασίες για τα υγρά προϊόντα.

Παρόμοια, για το ασηπτικό γέμισμα γιαουρτιού, όλες οι συσκευασίες προϊόντων π.χ. πλαστικά ποτήρια και καπάκια αλουμινίου που αποστειρώνονται,

χρησιμοποιώντας λαμπτήρες UV-C που λειτουργούν στους 100 με 200 mWcm⁻². Ο χρόνος ζωής του συσκευασμένου σε δοχεία γιαουρτιού που είχαν αποστειρωθεί με λαμπτήρες UV-C, παρατάθηκε για περίπου 2 εβδομάδες σε θερμοκρασία 5-7 βαθμούς. Η μικρού μήκους κύματος υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απολύμανση της επιφάνειας των τροφίμων. Για παράδειγμα έχει χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της αλλοίωσης από μικροοργανισμούς όπως ο *Bacillus stearothermophilus* στις λεπτές στρώσεις της ζάχαρης ή ο *Pseudomonas spp.* στην επιφάνεια των κρεάτων (Bintsis et al., 2000).

Παρ' όλα αυτά κρέας που έχει εκτεθεί άμεσα σε ακτίνες UV μερικές φορές γίνεται άγευστο. Ένα παρόμοιο πρόβλημα έχει σημειωθεί και με το γάλα. Έχει προταθεί ότι αυτές οι μη επιθυμητές γεύσεις οφείλονται στην απορρόφηση του όζοντος και των οξειδίων τριτογόνου, καθώς και στις άμεσες φωτοχημικές επιδράσεις στα λεπιοειδή του γάλατος η του κρέατος (Bintsis et al., 2000).

2.1.5 ΠΗΓΕΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Οι κύριες πηγές υπεριώδους ακτινοβολίας στα εργαστήρια είναι οι μικροβιοκτόνοι λαμπτήρες και οι τράπεζες υπεριώδους ακτινοβολίας.

Οι τράπεζες υπεριώδους ακτινοβολίας εκπέμπουν ακτινοβολία UV-B (312nm) που είναι επικίνδυνη για το δέρμα και τα μάτια. Η σωστή χρήση επιβάλει το ακρυλικό καπάκι της συσκευής να είναι κλειστό όταν παρατηρούμε το gel, να φοράμε ποδιά (η ακτινοβολία δεν διαπερνά τα ρούχα), γάντια και προστατευτικά γυαλιά (Bintsis et al., 2000).

Ο θάλαμος νηματικής (στρωτής) ροής (laminarflow) έχει μικροβιοκτόνο λάμπα που εκπέμπει UV-C (253,7nm). Η χρήση της λάμπας με σκοπό την αποστείρωση του χώρου εργασίας του θαλάμου γίνεται για 5-10 λεπτά και αφού ειδοποιηθούν οι συνάδελφοι να μην βρίσκονται τριγύρω. Μετά την αποστείρωση ο χώρος να αεριστεί επειδή η ακτινοβολία UV-C παράγει όζον (Bintsis et al., 2000).

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΟΝΟΒΟΛΙΑΣ UV-C ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΩΝ *Lycopersicum esculentum* ΠΟΙΚ: “*Belladonna*”

3.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθεί η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C σε διαφορετικές δόσεις ακτινοβολίας και να βρεθεί η βέλτιστη δόση που ευνοεί τόσο την ανάπτυξη όσο και την παράγωγη φυτών *Lycopersicum esculentum* ποικ. “*Belladonna*”.

3.1.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Ξεκινώντας τη διαδικασία μεταφυτεύτηκαν φυτά *Lycopersicum esculentum* ποικ: “*Belladonna*” σε στάδιο ανάπτυξης, 5-6 φύλλα, σε πλαστικά φυτοδοχεία 5 lt. σε υπόστρωμα τύρφη / περλίτη 3:1. Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε πάγκους μέσα σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο σε εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο και ξεκίνησαν οι ακτινοβολήσεις με την υπεριώδη ακτινοβολία UV-C. Μια ομάδα φυτών δεν ακτινοβολήθηκε και τα φυτά χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση με τα ακτινοβολημένα.

Χρησιμοποιήθηκαν 10 επαναλήψεις ανά επέμβαση και το πείραμα αποτελούνταν από 7 επενβάσεις (επαναλήψεις * επεμβάσεις)= 70 φυτά τομάτας. Οι εφαρμογές ήταν οι εξής: 1, 2.5, 5 kJ/m². Οι ακτινοβολήσεις γίνονταν μια και τρεις φορές τη εβδομάδα

για 8 συνεχής εβδομάδες. Μια φορά την εβδομάδα λαμβάνονταν μετρήσεις για την ανάπτυξη και την πρόοδο των φυτών που αφορούσαν: τον αριθμό φύλλων, αριθμό κόμβων, αριθμό ταξιανθιών, αριθμό οργάνων ανά ταξιανθία, αριθμό καρπών ανά ταξιανθία, αριθμό ανθέων ανά ταξιανθία, αριθμό ανοιχτών ανθέων ανά ταξιανθία, μήκος και πλάτος φύλλων. Μετά το πέρας των πειραμάτων έγινε ηλεκτρονική καταγραφή των δεδομένων τα οποία υπέστησαν την κατάλληλη επεξεργασία.

3.1.2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν νεαρά φυτά τομάτας σε στάδιο ανάπτυξης 5-6 φύλλα, ύψους 15 - 20 gr της ποικ. “*Belladonna*” η προμήθεια των όποιων έγινε από παράγωγο από την περιοχή της Ιεράπετρας της Ν.Κρήτης.

3.1.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η εφαρμογή της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C γίνονταν εντός ειδικού χώρου (Laminar flow) με λαμπτήρες $\lambda = 100 - 200 \text{ MW cm}^2$. Οι δόσεις που εφαρμόστηκαν ήταν : 1, 2,5, 5 kJ/m^2 . Η διάρκεια της έκθεσης στην ακτινοβολία ήταν συνάρτηση της απόστασης των φυτών από τους λαμπτήρες και μετρήθηκε με κατάλληλο αισθητήρα (UVM, sterilAir, Germany). Έτσι για κάθε μια από τις παραπάνω δόσεις αναλογούσε διαφορετικός χρόνος ακτινοβολήσης. Όσο μεγαλύτερη ήταν η δόση τόσο μεγαλύτερος ο χρόνος έκθεσης στην UV-C.

3.1.2.3 ΛΟΙΠΕΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

- **Άρδευση:** Στα φυτοδοχεία ήταν τοποθετημένοι σταλάκτες, (4 lt / 1 hr), στη ρίζα κάθε φυτού. Το φυτά έτσι προσλάμβαναν την απαραίτητη ποσότητα νερού από το ριζικό σύστημα. Η άρδευση γινόταν καθημερινά.
- **Υποστύλωση:** Από την τέταρτη εβδομάδα και έπειτα η ανάπτυξη των φυτών τομάτας ποικ. “*Belladonna*” ήταν αισθητή, τόσο που ήταν απαραίτητη η

υποστύλωση η οποία έγινε στο κεντρικό σύρμα υποστύλωσης του θερμοκηπίου με σπάγκο.

• **Κλάδεμα:** Το κλάδεμα που εφαρμόστηκε ήταν αυστηρό. Κλαδεύονταν κατά την αρχή της ανάπτυξης τους όλοι οι δευτερεύοντες πλάγιοι βλαστοί επιτρέποντας έτσι να αναπτυχθεί μόνο το κεντρικό – αρχικό στέλεχος. Επίσης εφαρμόστηκε κορυφολόγημα όταν η ανάπτυξη των φυτών έφτασε την τέταρτη ταξιανθία.

3.1.2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C στο ύψος των φυτών τομάτας ήταν αντιστρόφως ανάλογη με τη δόση που χρησιμοποιήθηκε. Όσο αυξανόταν η δόση της ακτινοβολίας, τόσο μειωνόταν το ύψος των φυτών. Οι πολύ υψηλές δόσεις UV-C (5 kJ/m^2) με πλήθος ακτινοβολήσεων μια και τρεις φορές την εβδομάδα είχαν ως αποτέλεσμα την πλήρη καταστροφή του φυτού την 6^η και την 4^η εβδομάδα αντίστοιχα. Οι δόσεις $1 - 2,5 \text{ kJ/m}^2$ μείωσαν το ύψος του φυτού σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες ενώ οι μεγαλύτερες διαφορές παρατηρηθήκαν την 7^η εβδομάδα. (πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1 : Ύψος (cm) φυτών *Lycopersicum esculentum* που ακτινοβολήθηκαν με $0-5 \text{ kJ/m}^2$ UV-C.

Εφαρμογές (kJ/m^2)	Εβδομάδες						
	1	2	3	4	5	6	7
0	15,25	16,55	21,5	43,9	64,8	90	106,7
1 x 1*	14,15	17,05	21,7	42,5	61,7	84	100,4
1 x 3 *	13,99	16,1	21,7	39,9	58,4	79,6	96,8
2,5 x 1 *	14,65	15,75	21,45	42,6	61	80,6	97,9
2,5 * 3 *	14,65	17,1	22,1	39,9	55,4	79,2	90
5 * 1 *	14	16,15	20,95	37,4	58,1	-	-
5 * 3 *	13,8	15,45	19,65	-	-	-	-

* Πλήθος ακτινοβολήσεων / εβδομάδα



Εικόνα 3.1: Ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά, τα φυτά τοποθετημένα ανά ομάδες ακτινοβόλησης 0, 1, 2,5, 5 kJ/m^2 με πλήθος ακτινοβολήσεων μία φορά την εβδομάδα.

Καταγράφοντας τις μετρήσεις έγινε σαφές πως τα φυτά που ακτινοβολήθηκαν είχαν μεγαλύτερη παραγωγή τομάτας σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες (πίνακας 2). Ενδεικτικά στην πρώτη συγκομιδή οι δόσεις 1 kJ/m^2 με πλήθος ακτινοβολήσεων μία και τρεις φορές την εβδομάδα είχαν σχεδόν τη διπλάσια παραγωγή τομάτας σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες (πίνακας 2) (Εικόνα 3.2).

Πίνακας 3.2 : Βάρος παράγωγης (gr) φυτών *Lycopersicum esculentum* που ακτινοβολήθηκαν με 0-5 kJ/m² UV-C για χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων.

Εφαρμογές (kJ/m ²)	Συγκομιδές					ΣΥΝΟΛΟ
	1	2	3	4	5	
0	2663,8	2463,5	4234,7	5641,7	1891,9	16895,6
1 x 1 *	5100,8	2652,3	3889,2	4648,3	2593,8	18884
1 x 3 *	4663,4	4899,8	2664,2	2977,1	2767,6	17972,1
2,5 x 1 *	3144,3	3225,6	6357,5	2774,1	2665,7	18167,2
2,5 x 3 *	3682,1	4725,6	3674	1657,1	1777,9	15516,7
5 x 1*	1996,3	3344,2	4403,2	4203,7	3266,4	17213,8

* Πλήθος ακτινοβολήσεων / εβδομάδα



Εικόνα 3.2: Ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά, τα φυτά τοποθετημένα ανά ομάδες ακτινοβολήσης 0, 1, 2,5, 5 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων μία φορά την εβδομάδα.

Η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας επηρέασε θετικά την ανάπτυξη των κόμβων και των ταξιανθιών. Όσον αφορά τους κόμβους τα φυτά που ακτινοβολήθηκαν είχαν αναπτύξει περισσότερους κόμβους σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες με τη μεγαλύτερη διάφορα να παρατηρείτε μεταξύ του 0 – 1 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων τρεις φορές την εβδομάδα. Ανάλογη ήταν η επίδραση της ακτινοβολίας και στις ταξιανθίες με τη μεγαλύτερη διάφορα να παρατηρείτε στην εφαρμογή της ίδιας δόσης UV-C.(Πίνακας 3.3)

Πίνακας 3.3 : Παρουσίαση κόμβων και ταξιανθιών, φυτών *Lycopersicum esculentum* που ακτινοβολήθηκαν με 0-5 kJ/m² UV-C για χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων (5^η εβδομάδα ακτινοβολήσης).

Εφαρμογές (kJ/m ²)	κόμβοι	ταξιανθίες
0	11,1	2,2
1 x 1*	11	3
1 x 3 *	11,9	3,1
2,5 x 1 *	11,8	2,6
2,5 * 3 *	11,6	2,5
5 * 1 *	11,2	2,6
5 * 3 *	-	-

* Πλήθος ακτινοβολήσεων / εβδομάδα

3.2 ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΔΟΣΕΩΝ ΑΚΤΟΝΟΒΟΛΙΑΣ UV-C ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΩΝ *Lycopersicum esculentum* ΠΟΙΚ: “Belladonna”

3.2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός του πειράματος ήταν η επαλήθευση των αποτελεσμάτων του 1^{ου} πειράματος και η επιβεβαίωση των ιδανικών δόσεων ακτινοβολίας UV-C στην ανάπτυξη και στην παραγωγή φυτών *Lycopersicum esculentum*. Ποικ. “Belladonna”

3.2.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Ξεκινώντας τη διαδικασία μεταφυτεύτηκαν φυτά *Lycopersicum esculentum* ποικ: “Belladonna” σε στάδιο ανάπτυξης, 5-6 φύλλα, σε πλαστικά φυτοδοχεία 5 lt. σε υπόστρωμα τύρφη / περλίτη 3:1 (βλέπε πείραμα 1). Χρησιμοποιήθηκαν 13 επαναλήψεις ανά εφαρμογή και το πείραμα αποτελούνταν από 3 εφαρμογές (επαναλήψεις * εφαρμογές)= 39 φυτά τομάτας. Οι εφαρμογές ήταν οι εξής: 1 - 2,5 kJ/m². Οι ακτινοβολήσεις γίνονταν μια φορά την εβδομάδα για την εφαρμογή 1 kJ/m² και μια φορά την εβδομάδα για την εφαρμογή 2,5 kJ/m² για 8 συνεχής εβδομάδες (βλέπε πείραμα 1).

3.2.2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν νεαρά φυτά τομάτας σε στάδιο ανάπτυξης 5-6 φύλλα, ύψους 15 - 20 εκατ. της ποικ. “Belladonna” η προμήθεια των οποίων έγινε από παράγωγο από την περιοχή της Ιεράπετρας της Ν.Κρήτης.

3.2.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η εφαρμογή της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C γίνονταν εντός ιδικού χώρου (Laminar flow) με λαμπτήρες $\lambda = 100 - 200 \text{ MW cm}^2$. Οι δόσεις που εφαρμόστηκαν ήταν : 1, 2,5, 5 kJ/m^2 (βλέπε πείραμα 1).

3.2.2.3 ΛΟΙΠΕΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

- **Άρδευση:** Στα φυτοδοχεία ήταν τοποθετημένοι σταλάκτες, (4 lt / 1 hr), στη ρίζα κάθε φυτού. Το φυτά έτσι προσλάμβαναν την απαραίτητη ποσότητα νερού από το ριζικό σύστημα. Η άρδευση γινόταν καθημερινά.
- **Υποστύλωση:** Από την τέταρτη εβδομάδα και έπειτα η ανάπτυξη των φυτών τομάτας ποικ. “*Belladonna*” ήταν αισθητή, τόσο που ήταν απαραίτητη η υποστύλωση η οποία έγινε στο κεντρικό σύρμα υποστύλωσης του θερμοκηπίου με σπάγκο.
- **Κλάδεμα:** Το κλάδεμα που εφαρμόστηκε ήταν αυστηρό. Κλαδεύονταν κατά την αρχή της ανάπτυξης τους όλοι οι δευτερεύοντες πλάγιοι βλαστοί επιτρέποντας έτσι να αναπτυχτεί μόνο το κεντρικό – αρχικό στέλεχος. Επίσης εφαρμόστηκε κορυφολόγημα όταν η ανάπτυξη των φυτών έφτασε την τέταρτη ταξιανθία.

3.2.2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C στο ύψος των φυτών τομάτας ήταν παρόμοια με το πρώτο πείραμα. Όσο αυξανόταν η δόση της ακτινοβολίας, τόσο μειωνόταν το ύψος των φυτών. Οι μεγαλύτερες διαφορές στο ύψος εμφανίζονται την 2^η εβδομάδα μεταξύ της δόσης 2,5 kJ/m^2 και στα φυτά μάρτυρες. (πίνακας 3.4)

Πίνακας 3.4 : Ύψος (cm) φυτών *Lycopersicum esculentum* που ακτινοβολήθηκαν με 0-2,5 kJ/m² UV-C.

Εφαρμογές (kJ/m ²)	Εβδομάδες				
	1	2	3	4	5
0	82.6	99.2	109.2	138.3	143.9
1 x 3 *	73.6	85.9	97.3	124.1	132.9
2,5 x 1 *	77.1	84.1	95.8	125.8	132.2

* Πλήθος ακτινοβολήσεων / εβδομάδα

Όσον αφορά το βάρος της παράγωγης τα αποτελέσματα είναι αντίθετα του ύψους. Όσο αυξάνεται η δόση της ακτινοβολίας ανάλογα αυξάνεται και το βάρος της παραγωγής. Οι μεγαλύτερες διαφορές εμφανίζονται στη δεύτερη συγκομιδή μεταξύ της δόσης 1 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων τρεις φορές την εβδομάδα και τα φυτά μάρτυρες. (πίνακας 3.5)

Πίνακας 3.5 : Βάρος παράγωγης (gr) φυτών *Lycopersicum esculentum* που ακτινοβολήθηκαν με 0-2,5 kJ/m² UV-C.

Εφαρμογές (kJ/m ²)	Συγκομιδές			
	1	2	3	ΣΥΝΟΛΟ
0	2577,6	4607,9	1568,6	8754,1
1 x 3 *	2031,7	6489,2	604,3	9125,2
2,5 x 1 *	2691,5	6204,4	531	9426,9

* Πλήθος ακτινοβολήσεων / εβδομάδα

Ανάλογα με το βάρος της παραγωγής είναι και τα αποτελέσματα και στον αριθμό των καρπών. Όσο αυξάνεται η δόση της ακτινοβολίας ανάλογα αυξάνεται και ο αριθμός των καρπών. Οι μεγαλύτερες διαφορές εμφανίζονται την 8^η εβδομάδα ακτινοβολήσεως μεταξύ της δόσης 1 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων τρεις φορές την εβδομάδα και τα φυτά μάρτυρες. Τα ακτινοβολημένα φυτά παρουσιάζουν ομοιομορφία μεταξύ τους στον αριθμό των καρπών.

Πίνακας 3.6 : Καρποί ανά εφαρμογή, φυτών *Lycopersicum esculentum* που ακτινοβολήθηκαν με 0-2,5 kJ/m² UV-C. (7^η και 8^η εβδομάδα ακτινοβολήσεως αντίστοιχα).

Εφαρμογές (kJ/m ²)	Εβδομάδες		
	1	2	ΣΥΝΟΛΟ
0	171	181	352
1 x 3 *	188	202	390
2,5 x 1 *	191	199	390

* Πλήθος ακτινοβολήσεων / εβδομάδα

Παρόμοια με το πρώτο πείραμα είναι τα αποτελέσματα για τους κόμβους και της ταξιανθίας, αφού η υπερϊώδης ακτινοβολία UV-C φαίνεται να επιδρά θετικά και στα δύο. Πιο αναλυτικά, φαίνεται να υπάρχει ομοιομορφία των κόμβων στις δόσεις 1 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων τρεις φορές την εβδομάδα και 2,5 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων μία φορά την εβδομάδα. Ενώ οι κόμβοι στα ακτινοβολημένα φυτά παρουσιάζουν μικρή αύξηση σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες. Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα και στον αριθμό των ταξιανθιών. (πίνακας 3.7).

Πίνακας 3.7 : Παρουσίαση κόμβων και ταξιανθιών, φυτών *Lycopersicum esculentum* που ακτινοβολήθηκαν με 0-2,5 kJ/m² UV-C για χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων (5^η εβδομάδα ακτινοβολήσεως).

Εφαρμογές (kJ/m ²)	κόμβοι	ταξιανθίες
0	13,6	2,5
1 x 3 *	13,7	2,7
2,5 x 1 *	13,7	2,8

* Πλήθος ακτινοβολήσεων / εβδομάδα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τις πρώτες εβδομάδες ακτινοβολήσεως υπήρχαν εμφανή αποτελέσματα της επίδρασης της UV-C ακτινοβολίας τόσο στο ύψος, όσο στον αριθμό των κόμβων, στον αριθμό των ταξιανθιών, στην παραγωγή και στο βάρος των καρπών.

Πιο αναλυτικά, με το πέρας των τριών πρώτων εβδομάδων παρατηρήθηκε χαρακτηριστική μείωση στο ύψος των φυτών και σε μερικές περιπτώσεις είχε σαν αποτέλεσμα την πλήρη καταστροφή του φυτού στις πολύ μεγάλες δοσολογίες. Τη μεγαλύτερη διάφορα παρουσίασαν οι δόσεις 1 - 2,5 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων μια και τρεις φορές την εβδομάδα. Αντίστοιχα η χρήση της UV-C υπεριώδους ακτινοβολίας σε δόσεις 0,5 – 5 kJ/m² μείωσε στατιστικά σημαντικά το ύψος φυτών γερανιού σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες (Darras et. al. 2012). Επίσης αντίστοιχες παρατηρήσεις παρουσιάστηκαν από τους Hectors et al. (2005) όπου φυτά *Arabidopsis* που ακτινοβολήθηκαν με UV-B εμφάνισαν μικρότερο ύψος,. Συνεπώς,

φαίνεται ότι υπάρχει μία αντιστοίχιση των αποτελεσμάτων από τη χρήση UV –B και τη χρήση UV-C ακτινοβολίας.

Μελετώντας των αριθμό των κόμβων και των ταξιανθιών κατά την 5^η εβδομάδα μπορεί κανείς να παρατηρήσει την εμφανή πλέον διαφορά μεταξύ των ακτινοβολημένων φυτών και των φυτών μάρτυρων. . Κατά την 5^η εβδομάδα, στη δόση 1 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων τρεις φορές την εβδομάδα παρουσιάστηκαν οι περισσότεροι κόμβοι και ταξιανθίες. Αντίστοιχα, η χρήση της UV-C σε γεράνια σε δόσεις 0,5 – 5 kJ/m² εμφάνισε αύξηση στον αριθμό των πλάγιων βλαστών και στον αριθμό των ταξιανθιών που δημιουργήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα ο αριθμός των ταξιανθιών στα ακτινοβολημένα φυτά ήταν στατιστικώς μεγαλύτερος σε σχέση με τους μη ακτινοβολημένους μάρτυρες. Οι αυξήσεις στον αριθμό των ταξιανθιών έφτασαν σε ποσοστά 75 %. (Darras et. al. 2012).

Η χρήση της UV-C επηρέασε θετικά το βάρος και τον αριθμό καρπών των φυτών. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο πείραμα το βάρος των καρπών στη δόση 1 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων μία και τρεις φορές την εβδομάδα εμφάνισαν σχεδόν το διπλάσιο βάρος παραγωγής σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες. Οι αυξήσεις στο βάρος των καρπών ήταν ανάλογες με περιπτώσεις όπου χορηγήθηκαν ιδανικές δόσεις καλίου κατά την περίοδο της ανθοφορίας (Ολύμπιος, 1994). Συνεπώς μπορεί να υπάρχουν εν δυνάμει θετικά αποτελέσματα στη παραγωγή τομάτας με τη χρήση αντίστοιχα ενός ιδανικού προγράμματος λίπανσης. Ανάλογα είναι τα αποτελέσματα και στον αριθμό των καρπών με τα ακτινοβολημένα φυτά να έχουν μεγαλύτερο αριθμό καρπών με τα φυτά μάρτυρες.

Εν κατακλείδι μπορεί να ειπωθεί πως η επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV – C στα φυτά, επέδρασε θετικά ως επί το πλείστον (εξαιρώντας τις δόσεις 5 kJ/m² με πλήθος ακτινοβολήσεων μία και τρεις φορές την εβδομάδα όπου κατέστρεψαν τελείως τα φυτά). Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να γίνει και πάλι αναφορά στην μελέτη της K. Hectors (2007), για την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV – B σε φυτά *Arabidopsis*, με την οποία υπάρχει μία γενικότερη ταύτιση και μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι, από τη χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας: τα φυτά παρουσιάζουν μειωμένο ύψος.

Ανάλογη ταύτιση υπάρχει με τη μελέτη των (Darras et. al. 2012), για την επίδραση της UV – C σε γεράνια και μπορούμε να συνοψίσουμε στο συμπέρασμα ότι, από τη χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας: τα φυτά παρουσιάζουν αυξημένο αριθμό ταξιανθιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α .ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Δημητράκης, Κ.Γ. 1998. Λαχανοκομία. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.

Κανάκης Α.Γ. 2011. Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο. Τόμος Α. Σημειώσεις Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.

Κατσούλας, Ν., Νάνος, Γ.Δ. και Κίττας, Κ. 2003. Εμπλουτισμός θερμοκηπίου με CO₂ και φωτοσύνθεση φυτών τομάτας. Πρακτικά 20^{ου} συνεδρίου της Ε.Ε.Ε.Ο. – Λάρνακα.

Κορνάκος, Ι. 1988. Η καλλιέργεια της τομάτας στο θερμοκήπιο. Έκδοση Κούλη, Π., Πάτρα.

Μανούσος, Π. 1980. Άρδευση Κηπευτικών στα θερμοκήπια. Έκδοση της Περιφ. Υπηρ. Γεωργίας Πελοποννήσου του Υπουργ. Γεωργίας. Πάτρα.

Μαυρογιαννόπουλος, Γ.Ν. 2005. Θερμοκήπια. Έκδοση 4^η. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.

Ολύμπιος, Χ.Μ. 1994. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στο θερμοκήπιο. Σημειώσεις Γ.Π.Α., Αθήνα.

Ολύμπιος, Χ.Μ. 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στο θερμοκήπιο. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Πετσάνη, Δ., Κατσούλας, Ν., Πεπονάκης, Κ. και Κίττας, Κ. 2008. Επίδραση της χρήσης συμπληρωματικού φωτισμού στην ανάπτυξη σποτοφύτων τομάτας. Πρακτικά 23^{ου} Συνεδρίου της Ε.Ε.Ε.Ο. – Χανιά.

B. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Abdalla, A.A Verkerk, K. 1968. Growth, flowering and fruit set of the tomato at high temperature. *Neth. J. Agric. Sci.*, 16: 71-6.

Armstrong, M.J. and Kirkby, E.A 1979. The influence of humidity on the mineral composition of tomato plants with special reference to calcium distribution. *Plant Soil*, 52(3):427-35.

Atherton, J.G. and Rudich. 1986. Chapman and Hall, London, pp.167-200.

Bradfield, E.G. and Guttridge, C.G. 1979. Humidity and calcium transport in tomato fruit. *Ann. Rep. Long. Ashton. Res. Sta.* 1978, pp. 59-60.

Bradfield, E.G. and Guttridge, C.G. 1983. Night -time humidity and blossom-end rot of tomatoes cv. Ailsa Craig. *Ann. Rep. Long. Ashton. Res. Sta.* 1981, 54 pp.

Buitelaar, K., and Janse, J. 1983. Light interception and the tomato. *Groente en Fruit*, 39:38-9.

Buitelaar, K. 1984. Influence of light on production of a tomato crop. *Groente en Fruit*, 40:38-9.

Bintsis T., Litopoulou – Tzanetaki E. and Robinson R.K. 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry- a critical review. *J. Sci. Food Agric.* 80, 637-645.

Calvert, A. 1957. Effect of the early environment on development of flowering in tomato. I. Temperature. *J. Hort. Sci.*, 32:9-17.

Calvert, A. 1964a. The effects of air temperature on growth of young tomato plants in nature light conditions. *J. Hort. Sci.*, 39:194-211.

Calvert, A. 1964b. Growth and flowering of the tomato in relation to natural light conditions. *J. Hort. Sci.*, 182-93.

Chu, C.B. and Toop, E.W. 1975. Effects of substrate potassium, substrate temperature and light intensity on growth and uptake of major cations by greenhouse tomato plants. *Can. J. Plant Sci.*, 55(1): 121-26.

Darras A.I, Demopoulos V., Bali I., and Tiniakou C. 2012. Photomorphogenic reactions in geranium (*Pelargonium hortorum*) plants stimulated by brief exposures of ultraviolet – C irradiation. *Plant growth Regulation* 68(3): 343- 350

Fawusi, M.O.A. and Ormrod, D.P. 1975. Zinc nutrition and temperature effects on tomato. *J. Hort. Sci.*, 50(4): 363-71.

Ganmore-Neumann, R. and Kafkaki, U. 1980. Root temperature and per-centage $\text{NO}_3/\text{NH}_4^+$ effect on tomato development. I. Morphology and growth. *Agron. J.*, 72: 758-61.

Gardner, W.H., Campell, G.S., Pettibone, C.A. Schekel, K.A. 1976. Influence of soil temperature on growth of selected plants and associated heat flow and distribution in soil. *College of Agriculture Research Centre, Washington State University, Circular 598.*

Gosselin, A. and Trudel, M.J. 1983a. Interaction between air and root temperatures on greenhouse tomato. I. Growth, development and yield. *J. Am. Hort. Sci.*, 108(6):905-5.

Gosselin, A. and Trudel, M.J. 1983b. Interaction between air and root temperatures on greenhouse tomato. II. Mineral composition of plants. *J. Am. Hort. Sci.*, 108(6):905-9.

Hectors, K., Prinsen, E., DE Coen, W., Jansen, M.A.K., Guisez, Y. 2007. *Arabidopsis thaliana* plants acclimated to low dose rates of ultraviolet B radiation show specific changes in morphology and gene expression in the absence of stress symptoms. *New Phytol.* 175,255-270.

Hurd, R.G. and Cooper, A.J. 1967. Increasing flower number in single-truss tomatoes *J. Hort. Sci.*, 42: 181-8.

Hurd, R.G. and Sheard, G.F. 1981. Fuel saving in greenhouse. The biological aspects. Growth Guide, no. 20. Glasshouse Crops Res. Inst. Little-hampton. Grower Books, London.

Hussey, G. 1963a. Growth and development in the young tomato. I. The effect of temperature and light intensity on growth of the apex and leaf primordia. *J. Exp. Bot.*, 14: 316-25.

Locassio, S.J. and Warren, G.F. 1960. Interaction of soil temperature and phosphorus on growth of tomatoes. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 75: 379-402.

Martin, G.C. and Wilcox, G.E. 1963. Critical soil temperature for tomato plant growth, *proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 27:565-7

Orly, C. 1984. The effect of potassium chloride salinity on yield and quality of processing tomatoes. *MSc. Thesis. Fac. Of Agric.*, Hebrew University of Jerusalem.

Orzolek, M.D. and Angell, F.F. 1975. Seasonal trends of four quality factors in processing tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 100: 554-7.

Papachristodoulou, S., Papayiannis, C. and Panayiotou, G.S. Norm input- output of Cyprus. Agricultural Economic Report No. 33. Cyprus Agricultural Research Institute, pp.223.

Phill, W.G. and Lambeth, V.N. 1980. Effects of soil water regime and nitrogen form on blossom-end rot, yield relation and elemental composition of tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 105: 730-4.

Rudich, J., Kalmar, D., Geizenberg, C. and Harel, S. 1977. Low water tension in defined growth stages of processing tomato plants and their effects on yield and quality. *J. Hort. Sci.*, 52: 391-400.

Slack, G. and Calvert, A. 1978. Effects of within-night temperature changes on fruit production in early tomatoes. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst., Littlehampton, U.K., 1977.

Wittwer, S.J. and Homna, S. 1979. Grenhouse tomatoes, lettuce and Cucumbers, Michigan State University Press, East Lansing, 225 pp.

Γ. ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

(www.anthesis.gr)

(www.el.wikipedia.org/wiki/)

(<http://www.viologika.gr>)

(<http://www.bavercropscience.gr>)