



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*«Χρήση βιοδιεγερτών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης»*



**Φοιτητής:** Ζαχαράκης Εμμανουήλ **A.M.:** ΑΕΜ 0416124

**Επιβλέπων καθηγητής:** Πετρόπουλος Σπυρίδων

Βόλος, 2021



## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Χρήση βιοδιεγερτών σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης»*

*«Use of Biostimulants in Greenhouse Tomato Cultivation under Water Deficit Conditions»*

### **Μέλη τριμελούς επιτροπής:**

1. Πετρόπουλος Σπυρίδων, Αναπληρωτής Καθηγητή (ως επιβλέπων μέλος ΔΕΠ)
2. Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής
3. Κατσούλας Νικόλαος, Καθηγητής

## **Αφιέρωση**

*«Αφιερώνω την Πτυχιακή μου Εργασία, στους γονείς μου, για την συμπαράσταση που είχα όλο αυτό το διάστημα για την εκπόνηση της εργασίας μου. Επίσης θέλω να την αφιερώσω σε όλους όσους με βοήθησαν να πραγματοποιήσω το τελευταίο στάδιο των σπουδών μου. Τέλος την αφιερώνω στους καθηγητές μου, οι οποίοι στάθηκαν δίπλα μου όλο αυτό το διάστημα».*

## Υπεύθυνη Δήλωση

«Ο κάτωθι υπογεγραμμένος φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης. Επίσης δηλώνω ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον κανονισμό εκπόνησης πτυχιακής εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ».

Ο Φοιτητής

Ζαχαράκης Εμμανουήλ

## Ευχαριστίες

*Ευχαριστώ τους καθηγητές μου και ιδιαίτερα τον κ. Σπυρίδωνα Πετρόπουλο, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά την διάρκεια της φοιτητικής μου πορείας καθώς και την άψογη συνεργασία που είχαμε για την επιτυχή ολοκλήρωση και παρουσίαση της πτυχιακής μου εργασίας.*

## Περιεχόμενα

<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b>	7
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	8
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	9
<b>ABSTRACT</b>	10
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	12
<b>ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ</b>	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ</b>	16
1.2 Εφαρμογή Βιοδιεγερτών σε καλλιέργειες	17
1.3 Πλεονεκτήματα χρήσης βιοδιεγερτών σε καλλιέργειες φυτών	19
1.4 Κατηγορίες Βιοδιεγερτών	20
1.5 Μηχανισμός δράσης βιοδιεγερτών σε καλλιέργεια τομάτας	23
1.6 Αποτελέσματα χρήσης βιοδιεγερτών	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ</b>	26
2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια των φυτών σε θερμοκήπιο	28
2.2.1 Διαχείριση του κλίματος και της άρδευσης	31
2.2.2 Παράγοντες που χαρακτηρίζουν το μικροκλίμα του θερμοκηπίου	32
2.2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και την ανάπτυξη της καλλιέργειας	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ</b>	36
3.2 Ιδανικές συνθήκες καλλιέργειας	38
3.3 Εδαφικές απαιτήσεις της τομάτας	39
3.4 Φροντίδα σε καλλιέργεια Τομάτας	41
3.5 Συγκομιδή Τομάτας	43
3.6 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα θερμοκηπιακής καλλιέργειας της τομάτας	44
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ</b>	45
4.2 Στρατηγικές αντιμετώπισης υδατικής καταπόνησης	46
4.3 Μορφολογικές τροποποιήσεις της καλλιέργειας λόγω υδατικής καταπόνησης	49
4.4 Δείκτης υδατικής καταπόνησης καλλιέργειας	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ</b>	53
5.2 Αποτελέσματα	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ</b>	64
6.1 Συμπεράσματα	64
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	66
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	71



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

**Πίνακας 1.** Κύριες καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται βιοδιεγέρτες στην Ευρώπη.....

19



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- **Εικόνα 1.** Μοναστηράκι, Πλάκα οι γειτονιές των Θεών.....  
16
- **Εικόνα 2.** Βιοδιεγέρτες και Καλλιέργειες: Αύξηση απόδοσης και ευρωστία φυτών.....  
18
- **Εικόνα 3.** Ανάπτυξη των φυτών με τη χρήση των βιοδιεγερτών.....  
21
- **Εικόνα 4.** Τομάτα: Καλλιεργητικές τεχνικές.....  
24
- **Εικόνα 5.** Θερμοκήπια ντομάτας σε Λαμία και Στυλίδα.....  
27
- **Εικόνα 6.** Αύξηση καλλιέργειας σε θερμοκήπιο.....  
35
- **Εικόνα 7.** Θερμοκηπιακή τομάτα.....  
38
- **Εικόνα 8.** Η καλλιέργεια τομάτας σε θερμοκήπιο.....  
50
- **Εικόνα 9.** Οφέλη των θερμοκηπίων.....  
52
- **Εικόνα 10.** Υδατική καταπόνηση σε καλλιέργεια τομάτας.....  
53



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα βιοδιεγερτικά είναι μια κατηγορία προϊόντων που, λόγω της περιεκτικότητάς τους σε συγκεκριμένες ουσίες και μικροοργανισμούς, έχουν την ικανότητα να επηρεάζουν την ανάπτυξη φυτικών οργανισμών. Αυτά τα προϊόντα περιλαμβάνουν εκχυλίσματα φυκιών, χουμικό και φουλβικό οξύ, πρωτεΐνες και αμινοξέα, χιτοζάνη, ανόργανες ενώσεις, μύκητες και βακτήρια.

Χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της διατροφής, την ανοχή σε αβιοτικούς και βιοτικούς στρεσογόνους παράγοντες και την ποιότητα των καλλιεργειών. Σε γενικές γραμμές, στοχεύουν στην αύξηση της ποσότητας των προϊόντων που παράγονται αλλά και στη βελτίωση της ποιότητάς τους.

Τα φυσικά βιοδιεγερτικά μπορεί να προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές και βιομηχανικά απόβλητα ή ακόμη και να περιέχουν ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους. Η χρήση τους είναι μια συμπληρωματική διαδικασία στη διατροφή και την προστασία των φυτών, καθώς βελτιώνει το σφρίγος τους και διεγείρει την ανάπτυξή τους. Συμβάλλουν επίσης άμεσα στις φυσιολογικές διεργασίες των φυτών και βελτιώνουν τη γονιμότητα του εδάφους, με αποτέλεσμα τη διέγερση του ριζικού συστήματος, αυξάνοντας την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και νερού από το φυτό.

Το βιολογικό στρες είναι μια δυσμενής δύναμη ή κατάσταση που εμποδίζει τη φυσιολογική λειτουργία των φυτών. Αυτά τα στελέχη μπορεί να είναι βιοτικά ή αβιοτικά.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τη χρήση βιοδιεγερτικών στην καλλιέργεια ντομάτας θερμοκηπίου υπό συνθήκες έλλειψης νερού. Σκοπός αυτής της μελέτης είναι η διερεύνηση του ρόλου των βιοδιεγέρτων στην ανάπτυξη πειραματικής καλλιέργειας ντομάτας θερμοκηπίου υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης.

Λέξεις-Κλειδιά: Βιοδιεγέρτες, Θερμοκηπιακή καλλιέργεια, Υδατική καταπόνηση, Καλλιέργεια τομάτας, Κλιματικές συνθήκες.

## ABSTRACT

Biostimulants are a category of products that, due to their content in substances and microorganisms, have the ability to affect the growth and development of plant organisms. These products include algae extracts, humic and fulvic acids, proteins and amino acids, chitosan, inorganic compounds, fungi and bacteria.


They are used in order to enhance the effectiveness of nutrition, tolerance to abiotic and biotic stressors and the quality of crops, generally aimed at increasing the quantity of species produced but also to improve their quality.

Natural biostimulants can come from renewable sources and industrial waste, or even contain beneficial soil microorganisms. Their use is a complementary process in the nutrition and protection of plants, as it improves their vigor and stimulates their growth. They also contribute directly to the normal processes of plants and improve soil fertility, resulting in stimulation of the root system, increasing the uptake of nutrients and water by the plant. Biological stress is an adverse force or condition that impedes the normal operation of an installation. These pressures can be biotic or abiotic.

The present work presents the use of biostimulants in greenhouse tomato cultivation under water stress conditions.

The purpose of this study is to investigate the role of biostimulants in the development of experimental cultivation for the greenhouse tomato, under water stress (such as lack of water).

Keywords: Biostimulants, Greenhouse cultivation, Water stress, Tomato cultivar, Climatic conditions.



**ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τομάτα είναι ένα ετήσιο λαχανικό που καλλιεργείται για την παραγωγή των βρώσιμων φρούτων της. Ως λαχανικό, η τομάτα τρώγεται φρέσκια, ενώ υπάρχει και η βιομηχανική τομάτα, η οποία χαρακτηρίζεται ως μεγάλη καλλιέργεια και προορίζεται για την παραγωγή πολτού, χυμού και άλλων προϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων.

Η τομάτα κατάγεται από τις Άνδεις της Νότιας Αμερικής. Στην περιοχή αυτή, εκτός από το καλλιεργούμενο είδος *Solanum lycopersicum* (πρώην βοτανική ονομασία: *Lycopersicon esculentum*), υπάρχουν αρκετά άλλα είδη του γένους *Solanum* που συνήθως χαρακτηρίζονται ως άγριες τομάτες. Στην περιοχή των Άνδεων η ντομάτα καλλιεργήθηκε από τους Αζτέκους πολύ πριν από την άφιξη των Ευρωπαίων. Στην Ευρώπη η τομάτα μεταφέρθηκε από τον Κολόμβο μετά το δεύτερο ταξίδι του στην Αμερική το 1498 (Σάββας, 2016).

Σήμερα, η τομάτα είναι το δεύτερο πιο ευρέως καλλιεργημένο λαχανικό στον κόσμο μετά την πατάτα και το δέκατο από όλα τα βρώσιμα καλλιεργούμενα φυτά. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή τομάτας στον κόσμο είναι η Αμερική, η Ιταλία, η Κίνα, η Τουρκία, η Ισπανία, η Ελλάδα, η Αίγυπτος κλπ. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής προέρχεται από υπαίθριες καλλιέργειες.

Ωστόσο, ένα σημαντικό μέρος της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής προέρχεται από καλλιέργειες θερμοκηπίου. Η τομάτα είναι γενικά ένα λαχανικό που απαιτεί θερμότητα, επομένως η καλλιέργειά του σε υπαίθριο χώρο στην εύκρατη ζώνη είναι δυνατή μόνο κατά τη ζεστή περίοδο. Επομένως, η παραγωγή τομάτας εκτός εποχής στις εύκρατες χώρες είναι δυνατή μόνο σε θερμοκήπια.

Δεδομένου ότι η παραγωγή θερμοκηπίου είναι πάντα πιο δύσκολη και ακριβότερη καθώς απαιτεί σημαντικά υψηλότερες επενδύσεις και περισσότερη εργασία, η προσφορά τοματών εκτός εποχής είναι σημαντικά περιορισμένη σε σύγκριση με την καυτή περίοδο, με αποτέλεσμα οι τιμές που προσφέρονται στον παραγωγό, να είναι σημαντικά υψηλότερα. Συνεπώς, η καλλιέργεια του θερμοκηπίου μπορεί να αποφέρει σημαντικά υψηλότερο εισόδημα για τον παραγωγό, ειδικά εάν πραγματοποιείται σε σχετικά θερμά κλίματα, όπου το κόστος θέρμανσης είναι περιορισμένο (Σάββας, 2016).

Για καλύτερη κατανόηση της παρούσης εργασίας από τον αναγνώστη, γίνεται μια σύντομη περιγραφή των ενοτήτων που την αποτελούν. Έτσι στο πρώτο κεφάλαιο,

ξεκινώντας η εργασία έχουμε τον εννοιολογικό προσδιορισμό των βιοδιεγερτών. Εν συνεχεία στη δεύτερη ενότητα του ίδιου κεφαλαίου περιγράφεται η εφαρμογή των βιοδιεγερτών στις καλλιέργειες. Η τρίτη και η τέταρτη ενότητα αναφέρονται στα πλεονεκτήματα και στις κατηγορίες των βιοδιεγερτών αντίστοιχα.

Το πρώτο κεφάλαιο κλείνει με την πέμπτη και έκτη ενότητα, στην οποία αναφέρονται εν συντομία ο μηχανισμός δράσης σε καλλιέργεια τομάτας, καθώς και τα αποτελέσματα χρήσης των βιοδιεργετών.

Το δεύτερο κεφάλαιο, ξεκινάει με την αναφορά των θερμοκηπίων στην Ελλάδα και την Ευρώπη. Αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια των φυτών, ενώ σε άλλη υποενότητα του ίδιου κεφαλαίου, παρουσιάζονται οι παράγοντες που χαρακτηρίζουν το μικροκλίμα, καθώς και πως επηρεάζεται η αύξηση και η ανάπτυξη της καλλιέργειας από διάφορους παράγοντες μέσα στο θερμοκήπιο.

Το τρίτο κεφάλαιο, περιγράφει την καλλιέργεια της τομάτας σε θερμοκήπιο. Αναφέρεται στη γνωριμία με την καλλιέργεια της τομάτας, ενώ περιγράφει και τα βοτανικά της γνωρίσματα. Σε άλλη ενότητα του ίδιου κεφαλαίου, περιγράφονται με σαφήνεια οι εδαφικές απαιτήσεις της θερμοκηπιακής καλλιέργειας της τομάτας, ενώ δεν παραλείπεται να αναφερθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της καλλιέργειας σε θερμοκήπιο.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο του γενικού μέρους της παρούσης εργασίας, γίνεται η περιγραφή της υδατικής καταπόνησης σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες, καθώς επίσης και οι στρατηγικές αντιμετώπισης της υδατικής καταπόνησης. Σε άλλη ενότητα του ίδιου πάντα κεφαλαίου, με την οποία τελειώνει και το τέταρτο κεφάλαιο, περιγράφεται ο δείκτης της υδατικής καταπόνησης σε καλλιέργειες.





## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ιστορία της τομάτας ξεκινά γύρω στο 700 μ.Χ., όταν καλλιεργήθηκε από τους Αζτέκους και τους ίνκας στην Κορδιέρα των Άνδεων, η οποία εκτείνεται από το Περού και τον Ισημερινό μέχρι τη Βολιβία. Το ονόμασαν "tomatl" ή "xtomatl" από μια Μεξικάνικη διάλεκτο (Nahuatl).

Το 1520, ο Ισπανός Conquistador Cortez είδε τις ντομάτες σε μια υπαίθρια αγορά και μετέφερε σπόρους στην Ισπανία. Από εκεί κατέληξαν στη Νάπολη στη νότια Ιταλία και πήραν το όνομα "χρυσό μήλο" που σημαίνει "pomodoro". Οι πρώτοι βοτανολόγοι ήταν αρχικά καχύποπτοι για την τομάτα και αυτό οφείλεται στην ομοιότητά της με το φυτό *Atropa bella-donna* (Belladonna) της ίδιας οικογένειας Solanaceae.

Το Belladonna ή Atropos ήταν γνωστό από την Αρχαία Ελλάδα και συνδέθηκε με θεραπευτικές, δηλητηριώδεις και ψυχοτρόπες ιδιότητες λόγω της ατροπίνης που περιέχει. Τα μαγειρικά σκεύη της εποχής περιείχαν μεγάλη ποσότητα μολύβδου και επειδή η τομάτα είναι όξινη, μόλις μπήκε στην κατσαρόλα, διέβρωσε το σκεύος με αποτέλεσμα την απελευθέρωση μολύβδου στο φαγητό και έτσι υπήρχε κίνδυνος δηλητηρίασης

(<https://www.itrofi.gr/diatrofi/istoria/article/421/i-endiaferoysa-istoria-tis-tomatas>).

Έπρεπε να φτάσουμε στο 1820 για να αποκαταστήσουμε τη φήμη της τομάτας στον δυτικό κόσμο. Εκείνη την εποχή, ο ταξιδιώτης συνταγματάρχης Robert Gibbon Johnson μάζευε σπόρους ντομάτας από όλο τον κόσμο και ενθάρρυνε τους Αμερικανούς αγρότες να τους καλλιεργήσουν. Για να διαλύσει τις φήμες για τις δηλητηριώδεις επιδράσεις της ντομάτας, ο Τζόνσον έφαγε δημόσια ένα ολόκληρο καλάθι στα σκαλιά του Salem Court στο New Jersey. Προς έκπληξη όλων, τίποτα δεν συνέβη και έτσι η τομάτα έκανε μια νέα αρχή ως βασικό συστατικό της Αμερικανικής διατροφής. Στην Ελλάδα, η τομάτα έγινε διάσημη το 1818 από τους Βαυαρούς μάγειρες που έφερε μαζί του ο βασιλιάς Όθων.

Η πρώτη καλλιέργεια ντομάτας στην Αθήνα έγινε σε γλάστρες το 1818, από τον τελευταίο ηγούμενο της Μονής του Φραγκίσκου, ο οποίος έφερε τους σπόρους από το εξωτερικό. Οι Αθηναίοι καλλιεργήσαν αρχικά την τομάτα ως καλλωπιστικό φυτό στην παρασκευή γλυκών για να φτάσουν αργότερα στη χρήση της στη μαγειρική (<https://hazera.com.gr/h>).



**Εικόνα 1.** Μοναστηράκι, Πλάκα οι γειτονιές των Θεών (<https://hazera.com.gr/h>).

Οι τομάτες καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο σήμερα και σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία, οι Έλληνες τρώνε περισσότερες τομάτες ανά άτομο από οποιαδήποτε άλλη Ευρωπαϊκή χώρα. Η κονσερβοποίηση των τοματών ξεκίνησε γύρω στο 1920. Στο Μπουνόλ της Ισπανίας, κάθε χρόνο, την τελευταία Τετάρτη του Αυγούστου, γίνεται μια γιορτή ντομάτας με τον περίφημο πόλεμο τομάτας (<https://www.itrofi.gr/diatrofi/istoria/article/421/i-endiaferoysa-istoria-tis-tomatas>).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

## ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

### 1.1 Εννοιολογικός Προσδιορισμός

Τα βιοδιεγερτικά είναι μια κατηγορία προϊόντων που περιέχουν μια ουσία ή ένα μείγμα ουσιών ή μικροοργανισμών που έχουν την ικανότητα να επηρεάζουν τις φυσιολογικές διεργασίες των φυτών (Calvo et al., 2014).

Τα βιοδιεγερτικά είναι μια ξεχωριστή κατηγορία προϊόντων και έχουν διαφορετικούς μηχανισμούς και τρόπους δράσης από λιπάσματα και φυτοπροστατευτικά προϊόντα, αλλά αυτοί οι όροι συχνά συγχέονται (du Jardin, 2015).

Ο ορισμός των βιοδιεγερτικών δίνει έμφαση κυρίως στις φυσιολογικές λειτουργίες στις οποίες επηρεάζουν και δεν αναφέρεται στο είδος των ουσιών που τα αποτελούν. Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν αυξημένη πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, ανοχή σε βιοτικό και αβιοτικό στρες, μικροβιακή δραστηριότητα και αναλογία φυτού / εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, οι βιοδιεγέρτες χρησιμοποιούνται για να επηρεάσουν τις φυσικές διαδικασίες των φυτών ανεξάρτητα από το θρεπτικό τους περιεχόμενο, σε αντίθεση με τα λιπάσματα και τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (du Jardin, 2015).

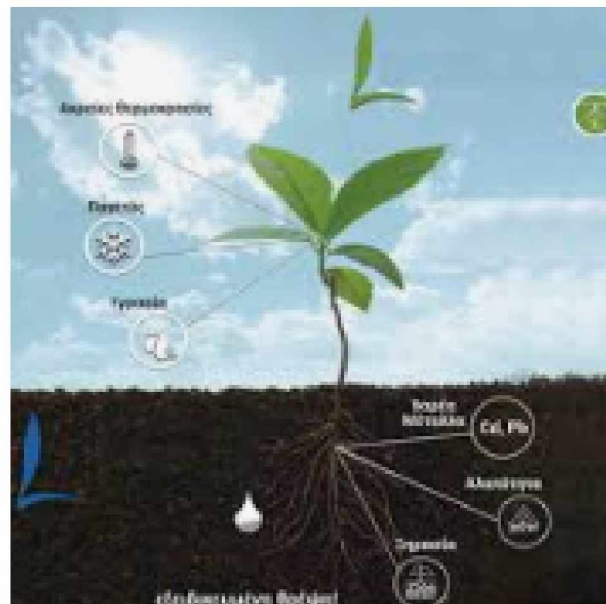
Ο όρος «Βιοδιεγέρτες» δόθηκε από τους Zhang και Schmidt στο Κρατικό Πανεπιστήμιο της Βιρτζίνια το 1997 και αναφερόταν στις ουσίες που εφαρμόζονται σε μικρές ποσότητες στα φυτά και μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη τους (Povero, et al., 2016).

Σήμερα οι βιοδιεγέρτες φυτών, σύμφωνα με το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Βιομηχανίας Βιοδιεγερτών, (The European Biostimulants Industry Council, E.B.I.C.) είναι οποιαδήποτε ουσία ή μικροοργανισμός που όταν εφαρμόζεται σε φυτό, σπόρο, έδαφος ή θρεπτικό υπόστρωμα και σε συνδυασμό με το πρόγραμμα θρέψης βελτιώνουν την ανάπτυξη των φυτών, ενισχύουν την ποιότητα παραγωγής, βελτιστοποιούν την αποτελεσματικότητα θρέψης, ανοχή στο αβιοτικό και βιοτικό στρες (π.χ. αλατότητα, ξηρασία) και ενισχύουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών φυτών (E.B.I.C., 2011).

Οι βιοδιεγέρτες είναι φυσικές οργανικές ουσίες ή εκχυλίσματα με ποικιλία

συστατικών τα οποία έχουν πολλαπλές και σύνθετες δράσεις. Οι βιοδιεγέρτες δεν έχουν άμεση δράση κατά των παρασίτων και συνεπώς δεν εμπίπτουν στο ρυθμιστικό πλαίσιο των φυτοφαρμάκων, ούτε και των λιπασμάτων που περιέχουν κάποια συγκεκριμένα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία (du Jardin, 2015).

## 1.2 Εφαρμογή Βιοδιεγερτών σε καλλιέργειες



**Εικόνα 2.** Βιοδιεγέρτες και Καλλιέργειες: Αύξηση απόδοσης και ευρωστία φυτών  
(<https://peristeri.org/cgi-sys/suspendedpage.cgi>)

Στην Ελλάδα οι βιοδιεγέρτες έχουν εισαχθεί στην γεωργική παραγωγή ως ένα καινοτόμο προϊόν που φέρει θετικά ποσοτικά και ποιοτικά αποτελέσματα, με τη χρήση τους να έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, Στην Ελληνική αγορά διατίθενται αρκετά προϊόντα βιοδιεγερτών, τα περισσότερα όμως από αυτά χρησιμοποιούνται και κατατάσσονται ως λιπάσματα-προϊόντα θρέψης ή ως βοηθητικές ουσίες λιπασμάτων.

Είναι γεγονός πως κυκλοφορούν αρκετά προϊόντα αλλά και πολλά σκευάσματα, που ενώ θα μπορούσαν να συγκαταλέγονται στους βιοδιεγέρτες, κατατάσσονται σε άλλες κατηγορίες προϊόντων. Ακόμη, υπάρχουν προϊόντα και σκευάσματα, που χαρακτηρίζονται ως βιοδιεγέρτες, τα οποία αναφέρουν ελλιπείς ή ούτε καν τις στοιχειώδεις πληροφορίες αναφορικά με το περιεχόμενο και τον τρόπο δράσης τους (Παυλάκη, 2018).

Οι βιοδιεγέρτες στη σημερινή εποχή χρησιμοποιούνται σε μία πληθώρα καλλιεργειών, αφού έχουν πείσει έμπρακτα τους αγρότες για την χρησιμότητά τους. Οι κυριότερες καλλιέργειες, στις οποίες χρησιμοποιούνται βιοδιεγέρτες, είναι οι δενδρώδεις (πχ εσπεριδοειδή, μηλοειδή, ελιές, αμπέλια), οι αροτραίες (πχ σιτηρά, ρύζι, ελαιοκράμβη, ζαχαρότευτλα), οι λαχανοκομικές (πχ τομάτα, μαρούλι, αγγούρι κ.α.) και τέλος οι καλλωπιστικές (πχ χλοοτάπητες) (du Jardin, 2015).

Όλα τα παραπάνω που αναφέρθηκαν για τους βιοδιεγέρτες, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Κύριες καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται βιοδιεγέρτες στην Ευρώπη (du Jardin, 2015)

<b>Δενδρώδεις καλλιέργειες</b>	<b>Αροτραίες καλλιέργειες</b>	<b>Λαχανοκομικές καλλιέργειες</b>	<b>Άλλες καλλιέργειες</b>
Εσπεριδοειδή	Κριθάρι	Μπρόκολο	Καλλωπιστικά φυτά
Ροδιές	Αραβόσιτος	Λάχανο	Φυτώρια
Σταφύλια (επιτραπέζια)	Ρύζι	Καρότο	Χλοοτάπητας
Σταφύλια (οινοποιήσιμα)	Σιτάρι	Κουνουπίδι	
	Ελαιοκράμβη	Αγγούρι	
	Ζαχαρότευτλο	Μελιτζάνα	
		Σκόρδο	
		Κρεμμύδι	
		Πιπεριά	
		<b>Τομάτα</b>	
		Μαρούλι	
		Φράουλα	
		Πεπόνι-Καρπούζι	

### 1.3 Πλεονεκτήματα χρήσης βιοδιεγερτών σε καλλιεργείες φυτών

Οι βιοδιεγέρτες έκαναν την εμφάνισή τους στην αγροτική παραγωγή, έχοντας ως κύριους στόχους τους εξής:

- ✓ Αύξηση της συνολικής παραγωγής.
- ✓ Βελτίωση της ποιότητας της παραγωγής (χρώμα, γυαλάδα φρούτων, περιεκτικότητα σε σάκχαρα).
- ✓ Αντοχή των καλλιεργειών σε αβιοτική καταπόνηση.
- ✓ Αποδοτικότερη χρήση των θρεπτικών στοιχείων.
- ✓ Αντοχή σε βιοτικές καταπονήσεις.

Η πρώτη ύλη, η μέθοδος της υδρόλυσης καθώς και η περιεκτικότητα σε βιολογικά ενεργών ουσιών παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποδοτικότητα των βιοδιεγερτών, τόσο όσον αφορά στην ανάπτυξη των φυτών αλλά και στην αντιμετώπιση βιοτικών και αβιοτικών συνθηκών.

Η χρήση των βιοδιεγερτών προτείνεται κυρίως σε κρίσιμα στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών ώστε να συμβάλουν στην καλύτερη και πιο ομοιόμορφη ανάπτυξη των φυτών. Μερικά από τα κρίσιμα στάδια, που είναι σχεδόν απαραίτητη η χρήση βιοδιεγερτών, είναι τα εξής:

- *Ανθοφορία* – Συμβολή στην γονιμότητα της γύρης.
- *Καρπόδεση* – Ρύθμιση των ορμονών ανάπτυξης.
- *Ομοιομορφία ωρίμανσης* – Αύξηση περιεκτικότητας σακχάρων.
- *Ακραία καιρικά φαινόμενα* – Ανάκαμψη από παγετό, ξηρασία, υψηλή θερμοκρασία.
- *Μεταφύτευση* – Ενίσχυση ριζικού συστήματος.

Για παράδειγμα το προϊόν Trainer αποτελεί έναν καινοτόμο βιοδιεγέρτη αποκλειστικά από φυτική πρώτη ύλη και δέσμευση σε μορφή φυτικών πεπτιδίων. Η μέθοδος της υδρόλυσης επιτρέπει την δέσμευση φυτικών πεπτιδίων σε ποσοστό 31% για εφαρμογή σε όλες τις καλλιέργειες σε αρκετά στάδια της ανάπτυξης τους. Αποτελεί την πιο άμεση λύση για αντιμετώπιση αβιοτικών καταπονήσεων όπως: παγετός, χαλάζι,, ξηρασία, καύσιμα, ζημιά από ζιζανιοκτόνα.

Η μορφή του Trainer επιτρέπει την άμεση απορρόφηση από τα φύλλα δίνοντας άμεσα ενέργεια στα φυτά, επεμβαίνοντας ευεργετικά στη φυσιολογία τους, όπως: στην αύξηση της φωτοσυνθετικής ικανότητας, στη ρύθμιση των ορμονών ανάπτυξης, στο μεταβολισμό του αζώτου. Τα φυτικά πεπτίδια τα οποία είναι άμεσα απορροφήσιμα από τα φυτά καθιστούν το Trainer μια άμεση λύση στα χέρια των γεωπόνων και των παραγωγών, για την μέγιστη ενίσχυση και θωράκιση των καλλιεργειών

([https://www.agronews.gr/files/25\\_40\\_Viodiegertes\\_812\\_N.pdf](https://www.agronews.gr/files/25_40_Viodiegertes_812_N.pdf))



**Εικόνα 3.** Ανάπτυξη των φυτών με τη χρήση των βιοδιεγερτών  
([https://www.agronews.gr/files/25\\_40\\_Viodiegertes\\_812\\_N.pdf](https://www.agronews.gr/files/25_40_Viodiegertes_812_N.pdf))

#### 1.4 Κατηγορίες Βιοδιεγερτών

Η πιο συνηθισμένη κατηγοριοποίηση των βιοδιεγερτών, προκύπτει με βάση τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται και είναι η εξής (du Jardin, 2015):



1. Βιοδεγέρτες από χουμικά και φουλβικά οξέα.
2. Βιοδιεγέρτες από υδρόλυση πρωτεϊνών και αμινοξέα.
3. Βιοδιεγέρτες από μικροοργανισμούς.
4. Βιοδιεγέρτες από βιοπολυμερή.
5. Βιοδιεγέρτες από ανόργανες ενώσεις.
6. Βιοδιεγέρτες από φύκια

Η σημασία των βιοδιεγερτών αντανakλάται και στο οικονομικό επίπεδο, καθώς τα τελευταία χρόνια διαπιστώνονται σημαντικοί ρυθμοί αύξησης στη συγκεκριμένη αγορά. Η αύξηση αυτή αντιστοιχεί σε παγκόσμιο επίπεδο και χαρακτηριστικά αξίζει να αναφερθεί ότι το 2015 η αξία της αγοράς βιοδιεγερτών ανερχόταν λίγο πάνω από 1,8 δις δολάρια, ενώ προβλέπεται η αξία της συγκεκριμένης αγοράς να διαμορφώνεται σχεδόν στα 3,5 δις δολάρια (Κουτσούγερας, 2019).

Παρακάτω ακολουθεί σύντομη περιγραφή των βιοδιεγερτών ανά κατηγορία:

**1. Βιοδιεγέρτες από χουμικά και φουλβικά οξέα:** Οι χουμικές ουσίες αποτελούν εδαφικές οργανικές ουσίες, οι οποίες προκύπτουν έπειτα από την αποσύνθεση ζωικών, φυτικών και μικροβιακών καταλοίπων, καθώς επίσης και από τη μεταβολική δραστηριότητα των μικροβίων του εδάφους. Η βασική διαδικασία για να προκύψουν τα χουμικά και φουλβικά οξέα είναι η κλασμάτωση, μέσω της οποίας διαχωρίζονται τα συστατικά των χουμικών ουσιών, ανάλογα με τις διαφορές που έχουν στο μοριακό τους βάρος, τη διαλυτότητα, την οξύτητα και τη χημική τους σύσταση (Calvo et. al., 2014).

Η εφαρμογή των χουμικών και φουλβικών οξέων επιδρά θετικά στο έδαφος που καλλιεργούνται τα φυτά. Οι θετικές επιδράσεις τους είναι οι εξής (Canellas et. al., 2015):

- ✓ Προκαλούν ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών.
- ✓ Αυξάνουν την διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών.
- ✓ Ανακουφίζουν τα φυτά σε δυσμενείς καταστάσεις αβιοτικού στρες (πχ αλατότητα).
- ✓ Ενισχύουν τη φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών.

- ✓ Βελτιώνουν τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών.
- 2. Βιοδιεγέρτες από υδρόλυση πρωτεϊνών και αμινοξέα:** Οι βιοδιεγέρτες, που προκύπτουν από πρωτεΐνες, κατηγοριοποιούνται σε βιοδιεγέρτες υδρόλυσης πρωτεϊνών και βιοδιεγέρτες από αμινοξέα. Οι βιοδιεγέρτες υδρόλυσης πρωτεϊνών, εμπεριέχουν μείγμα ουσιών κυρίως από πεπτίδια αλλά και αμινοξέα, τα οποία προκύπτουν μέσω της διαδικασίας της υδρόλυσης διάφορων φυτικών και ζωικών παραγώγων – υπολειμμάτων. Συμπερασματικά προκύπτει ότι η χρήση τους επιφέρει μια σειρά από θετικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών, με κάποιες από τις κυριότερες να είναι οι εξής (Παυλάκη, 2018):
- ✓ Ενίσχυση της ανάπτυξης των ριζών και της γονιμότητας του εδάφους.
  - ✓ Ενίσχυση της διαδικασίας αφομοίωσης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά, όπως π.χ. ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος και ο χαλκός.
  - ✓ Επιφέρουν την έκφραση γονιδίων στα φυτά, τα οποία έχουν σχέση με την ανθεκτικότητα των φυτών σε βιοτικές καταπονήσεις (πχ εξαιτίας προσβολής από μύκητες) και αβιοτικές καταπονήσεις (έκθεση σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας, ακραίων θερμοκρασιών, ξηρασίας κ.α.).
  - ✓ Αύξηση της ανθεκτικότητας των φυτών στα βαρέα μέταλλα.
- 3. Βιοδιεγέρτες από μικροοργανισμούς:** Οι βιοδιεγέρτες από μικροοργανισμούς προκύπτουν μέσω εφαρμογής μικροβιακών εμβολίων, τα οποία περιέχουν βακτήρια ή μύκητες. Η χρήση των βιοδιεγερτών αυτών αντιστοιχεί στην τάση για εφαρμογή μεθόδων καλλιέργειας, οι οποίες προάγουν τη βιώσιμη γεωργική παραγωγή, περιορίζοντας τη χρήση χημικών λιπασμάτων και ορμονών (Du Jardin, 2015).
- 4. Βιοδιεγέρτες από βιοπολυμερή:** Στην κατηγορία αυτή εξετάζεται η χρήση της ουσίας χιτοζάνης ως βιοδιεγέρτης φυτών. Η χιτοζάνη αποτελεί μια ουσία, που εντάσσεται στην κατηγορία των οργανικών πολυσακχαριτών, και προέρχεται από τη χιτίνη. Η χιτίνη αποτελεί ουσία, η οποία συναντάται στον εξωσκελετό των καρκινοειδών της θάλασσας και των εντόμων και σε κυτταρικά τοιχώματα διάφορων μυκήτων, και ο μετασχηματισμός της σε χιτοζάνη

προκύπτει είτε από επεξεργασία της με υδροξείδιο του νατρίου, είτε από επίδραση διάφορων μικροοργανισμών. Η χιτοζάνη έχει διάφορες θετικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών, οι οποίες όμως καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από παράγοντες όπως ο βαθμός συγκέντρωσής της, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, οι κλιματολογικές συνθήκες και η οξύτητα του εδάφους. Κάποιες από τις επιδράσεις αυτές είναι οι εξής:

- ✓ Βελτίωση της ικανότητας φωτοσύνθεσης των φυτών.
- ✓ Ενίσχυση της ανθεκτικότητας των φυτών σε αβιοτικές καταπονήσεις.
- ✓ Αντοχή σε προσβολές από διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς (El Hadrami et. al., 2010).

**5. Βιοδιεγέρτες από ανόργανες ενώσεις:** Οι ανόργανες ενώσεις, αντιστοιχούν ως επί το πλείστον στα λιπάσματα, ωστόσο η χρήση τους για τους βιοδιεγέρτες έγκειται στο γεγονός ότι πολλά βιοδιεγερτικά σκευάσματα εμπεριέχουν τις ενώσεις αυτές. Ο βαθμός αφομοίωσής τους από τα φυτά εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι είναι οι εξής (Παναγιωτόπουλος, 2010):

1. Το (πρωταρχικό) μητρικό υλικό.
2. Η οξύτητα του εδάφους.
3. Οι χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται.
4. Το επίπεδο οργανικών ουσιών στο έδαφος.

**6. Βιοδιεγέρτες από φύκια:** Η χρήση των θαλάσσιων φυκιών από τον άνθρωπο γίνεται από την αρχαιότητα, ώστε να καλύψει διάφορες ανάγκες του. Η εφαρμογή τους γίνεται σε διάφορους τομείς όπως η γεωργία, η ιατρική και η υφαντουργία (Khan et. al., 2009). Τα είδη φυκιών, τα οποία έχουν καταγραφεί, είναι περίπου 10.000 και κατατάσσονται ανάλογα με το χρώμα τους σε:

- ✓ Καστανά (Phaeophyta)
- ✓ Κόκκινα (Rhodophyta)
- ✓ Πράσινα (Chlorophyta).

## 1.5 Μηχανισμός δράσης βιοδιεγερτών σε καλλιέργεια τομάτας

Οι βιοδιεγέρτες χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της άμυνας των φυτών, τη βελτίωση της δομής του εδάφους και την προώθηση της ανάπτυξης και ανάπτυξης φυτικών οργανισμών. Πιο συγκεκριμένα, όπως προαναφέρθηκε, η πρόσληψη θρεπτικών συστατικών αυξάνεται και η χρήση τους διευκολύνεται από τα φυτά και έτσι ενισχύεται η ανοχή τους σε βιοτικά (μύκητες, βακτήρια, έντομα) και αβιοτικά (ξηρασία, αλατότητα, δυσμενείς θερμοκρασίες, οξειδωτικό στρες) (du Jardin , 2015).

Επιπλέον, τα βιοδιεγερτικά σχετίζονται με τη βελτίωση ορισμένων φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους λόγω της ανάπτυξης μικροβιακής δραστηριότητας και της ανάπτυξης συμπληρωματικών μικροοργανισμών (Calvo et al., 2014).



**Εικόνα 4.** (Τομάτα: Ωρίμανση τομάτας) (<https://georponoi.gr/2017/04/08/tomata-kalliergitikes-texnikes/>)

Τέλος, η χρήση τέτοιων προϊόντων οδηγεί σε μεγαλύτερη και υψηλότερη ποιότητα παραγωγής. Η χρήση βιοδιεγερτών στη γεωργική πρακτική επηρεάζει μια σειρά από διαδικασίες, όπως η διευκόλυνση της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, η αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας, η βελτίωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους, η προστασία των φυτών σε αντίξοες βιοτικές και αβιοτικές συνθήκες, η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, αλλά και η ποσοτική και ποιοτική βελτίωση των παραγόμενων προϊόντων (Van Oosten et al., 2017).

## 1.6 Αποτελέσματα χρήσης βιοδιεγερτών

Το 2015, στη Φλωρεντία, η Ιταλία φιλοξένησε το 2<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Συνέδριο για τη χρήση των βιοδιεγερτών στη Γεωργία. Στο συνέδριο συμμετείχαν πάνω από 900 άτομα από 65 διαφορετικές χώρες και πάνω από 550 εταιρείες και οργανισμοί, που ήταν εκεί για να παρακολουθήσουν το συνέδριο. Τα συμπεράσματα και οι θέσεις των συμμετεχόντων σε αυτό το συνέδριο δίνουν πολλές επιστημονικές απαντήσεις σε ερωτήματα που απασχολούν τον επιστημονικό κόσμο

Τα θετικά αποτελέσματα περιλαμβάνουν όχι μόνο την αύξηση της επιφάνειας της ρίζας, αλλά και την αυξημένη δραστηριότητα της μεμβράνης της ρίζας στη μεταφορά θρεπτικών συστατικών, όπως το άζωτο και ο σίδηρος. Οι χουμικές ουσίες συμβάλλουν στην ανάπτυξη των φυτών μέσω του μεταβολισμού του άνθρακα και του αζώτου. Η νιτρική αναγωγή, η διυδρογονάση γλουταμικού και η συνθετάση γλουταμικού, είναι ένζυμα που συνδέονται με το μεταβολισμό του αζώτου και διεγείρονται με τη χρήση διαφόρων τύπων χουμικών ενώσεων.

Η εφαρμογή χουμικών μπορεί να μειώσει τη συνολική ποσότητα υδατανθράκων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σακχάρων και οι υδατάνθρακες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της ανάπτυξης και του μεταβολισμού του αζώτου. Επιπλέον, τα χουμικά λόγω των αλλαγών που προκαλούν στο μεταβολισμό των φυτών και την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, παίζει σημαντικό ρόλο στον δευτερογενή μεταβολισμό αυξάνοντας την έκφραση ενζύμων που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση φαινολικών ενώσεων.

Μια άλλη δραστηριότητα των χουμικών ουσιών είναι η αύξηση των αντιοξειδωτικών ενζύμων, προάγοντας τη συσσώρευση αντιοξειδωτικών, τα οποία μειώνουν τη ζημιά που προκαλείται από την αντίδραση των ελεύθερων ριζών που παράγονται στους φυτικούς ιστούς υπό συνθήκες βιοτικού ή αβιοτικού στρες. Η καλύτερη ανάπτυξη των ριζών, η βελτίωση του πρωτογενούς και δευτερογενούς μεταβολισμού μαζί με τη δράση τους στο αντιοξειδωτικό αμυντικό σύστημα επιτρέπουν μια συνολική αύξηση της αντοχής της καλλιέργειας στο βιοτικό ή αβιοτικό στρες π.χ. (ξηρασία, πάγος, μόλυνση από

περονόσπορο).

Επειδή οι χουμικοί οργανισμοί είναι δύσκολο να αποδομηθούν από μικροοργανισμούς, είναι πολύ σημαντικοί για το σχηματισμό αποικιών μικροοργανισμών γύρω από τη ριζόσφαιρα (βιολίπανση). Αυτός είναι ένας νέος ορίζοντας στη χρήση του χούμου, ο οποίος αναμένεται να επεκταθεί στο μέλλον, ως αποτέλεσμα του ενδιαφέροντος για τη χρήση ωφέλιμων μικροοργανισμών στη γεωργία. Από πρακτική άποψη, τα υγρατοκτόνα μπορούν να εφαρμοστούν στο υπόστρωμα του εδάφους σε ξηρή ή συνηθέστερα υγρή μορφή (διαλύματα χουμικού και φουλβικού οξέος) μέσω του συστήματος άρδευσης.

Μικρά μόρια όπως αυτά των φουλβικών οξέων είναι πιο αποτελεσματικά από τα χουμικά οξέα, επομένως είναι πολύ σημαντικό όταν χρησιμοποιείτε μίγμα χουμικού / φουλβικού οξέος να δίνετε ιδιαίτερη προσοχή στην περιεκτικότητά του σε φουλβικό οξύ. Όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό των φουλβικών που περιέχει, τόσο πιο ενεργός είναι. Τα μονοκοτυλήδονα φυτά ανταποκρίνονται, υπό φυσιολογικές συνθήκες, καλύτερα από τα δικοτυλήδονα, ενώ τα φυτά συνήθως ανταποκρίνονται λιγότερο σε χουμικά παράγωγα που προέρχονται από λιγνίτη, λεοναρδίτη και υποπροϊόντα άνθρακα από αυτά που προέρχονται από τύρφη, λίπασμα ή βερμιποστοί.

Τέλος, γενικά, οι καλλιέργειες ανταποκρίνονται καλύτερα στη χρήση χούμου όταν το έδαφος είναι φτωχό σε θρεπτικά συστατικά, αμμώδη ή αλατούχα.

Οι θετικές επιδράσεις των υδρολυμένων πρωτεϊνών στη διατροφή των φυτών σχετίζονται με την αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών λόγω της ικανότητας των πεπτιδίων και των αμινοξέων να αλληλεπιδρούν με τα θρεπτικά συστατικά, διευκολύνοντας την αφομοίωσή τους. Αυτό το αποτέλεσμα είναι πολύ χρήσιμο ειδικά για την αύξηση της βιοδιαθεσιμότητας ιχνοστοιχείων (όπως σίδηρος, ψευδάργυρος, μαγγάνιο) σε αλκαλικά εδάφη.

(<https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/threpsi-lipansi/item/897-viodiegertes-ti-prepei-na-gnorizoume-apo-to-ergastirio-os-to-xorafi-meros-a>).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΡΙΕΣ

#### 2.1 Τα θερμοκήπια στην Ελλάδα και στον κόσμο



**Εικόνα 5.** Θερμοκήπια τομάτας σε Λαμία και Στυλίδα (<https://iparnassos.gr/>)

Η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο δεν είναι κάτι που εφευρέθηκε τους τελευταίους αιώνες. Από την εποχή του Πλάτωνα υπάρχουν αναφορές ότι σε ειδικές περιπτώσεις λατρείας, που ονομάζονταν "Κήποι του Άδωνις" τα φυτά αναπτύχθηκαν γρήγορα σε ειδικούς κλειστούς χώρους. Στην αρχαία Κίνα, όπως αναφέρθηκε, στη νότια πλευρά του τοίχου από τούβλα (θερμαίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας από το φως του ήλιου), τοποθετούνταν καλάμια επικαλυμμένα με λιπαντικό χαρτί υπό γωνία 35 μοιρών. Έτσι στο διάστημα μεταξύ του τοίχου και του λαδόχαρτου μεγάλωσε το φυτό, το οποίο κατά τη διάρκεια της νύχτας επωφελήθηκε από την αποθηκευμένη θερμότητα του τοίχου. Επίσης, στην Πομπηία βρέθηκαν μεγάλες κατασκευές, οι οποίες φαίνεται ότι είχαν καλυφθεί από ένα είδος πρωτόγονου γυαλιού (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Τα θερμοκήπια εμφανίστηκαν ξανά τον 17<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. Κατά τον Μεσαίωνα δεν υπάρχουν αναφορές χρήσης θερμοκηπίου. Τον 18<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. τα οφέλη του καλού φωτισμού στην υγιή ανάπτυξη του φυτού αναγνωρίστηκαν πλήρως. Στα θερμοκήπια εκείνης της εποχής, που αποτελούνταν από ξύλινο πλαίσιο και γυαλί,



άρχισε να λαμβάνεται υπόψη ο υπολογισμός της γωνίας κλίσης του γυαλιού, προκειμένου να

επιτευχθεί ο μέγιστος φωτισμός στην περιοχή του θερμοκηπίου. Τον 19<sup>ο</sup> αιώνα το θερμοκήπιο εξελίχθηκε σημαντικά με αποτέλεσμα μερικές από τις καινοτομίες του, όπως πολλαπλά θερμοκήπια, να χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα. Τον 20<sup>ο</sup> αιώνα υπήρξε μια συνεχής ανάπτυξη στα δομικά υλικά του θερμοκηπίου και στην ενεργειακή του υποστήριξη.

Τα θερμοκήπια είναι κατασκευασμένα από ξύλο, γαλβανισμένο χάλυβα και αλουμίνιο. Ωστόσο, η αλλαγή που οδήγησε στην εξάπλωσή τους είναι η δυνατότητα αντικατάστασης του γυαλιού με άλλα φθηνότερα υλικά επικάλυψης όπως σκληρά και μαλακά πλαστικά (Μαυρογιάννόπουλος, 2005).

Η ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του 1970 είναι η πιο σημαντική αιτία για την ανάπτυξη της μεσογειακής κηπουρικής. Λόγω της αύξησης των τιμών της ενέργειας σε συνδυασμό με τις υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, η έκταση των θερμοκηπίων παρέμεινε σταθερή ή μειώθηκε σε χώρες με χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα, ενώ σε αντίθεση με τις χώρες όπου οι ενεργειακές απαιτήσεις ήταν χαμηλές, η περιοχή των θερμοκηπίων αυξήθηκε. Το ενεργειακό σενάριο οδήγησε στη δημιουργία δύο μοντέλων παραγωγής (FAO, 2013). Έτσι, οι σκανδιναβικές χώρες δημιούργησαν θερμοκήπια υψηλής τεχνολογίας, με αυξημένη μετάδοση και αποθήκευση ενέργειας και βελτιστοποίηση όλων των μεθόδων παραγωγής για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής αποδοτικότητας. Το υλικό επικάλυψης που χρησιμοποιήθηκε ήταν γυαλί. Ο σκελετός των θερμοκηπίων μπορεί να αποτελείται υλικό κατασκευής από ξύλο, μέταλλο ή αλουμίνιο, ενώ γυαλί ή πλαστικό φιλμ χρησιμοποιείται ως υλικό κάλυψης (Elsner, et al., 2000).

Αντίθετα, οι μεσογειακές χώρες, προσαρμοσμένες στις τοπικές συνθήκες, δεν πραγματοποίησαν μεγάλες επενδύσεις σε θερμοκήπια. Ο κλιματισμός στο θερμοκήπιο ήταν μικρός ενώ το υλικό επικάλυψης που χρησιμοποιήθηκε ήταν πλαστικό. Τα πρώτα θερμοκήπια στην Ελλάδα στη σύγχρονη εποχή, εμφανίστηκαν το 1956. Ωστόσο, η ταχεία ανάπτυξη των λαχανικών σπιτιού έγινε μετά το 1961. Σήμερα, οι καλλιέργειες θερμοκηπίου είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες της Ελληνικής γεωργίας. Χαρακτηριστικό της ταχείας εξάπλωσής τους είναι το γεγονός ότι από το 1967 έως το 1994 η έκτασή τους στην Ελλάδα αυξήθηκε από 2690 σε 42000 στρέμματα (Elsner, et al., 2000).

Τη συγκεκριμένη στιγμή στην Ελλάδα τα θερμοκήπια καταλαμβάνουν έκταση ίση με 56.000 στρέμματα όπου πλειοψηφία τους καλλιεργούνται λαχανικά (92%) και στο υπόλοιπο ποσοστό καλλιεργούνται λουλούδια (Savvas, D., Rorokis, A., Ntatsi, G. and Kittas, C. (2016) .

## 2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την καλλιέργεια των φυτών σε θερμοκήπιο

Οι καλλιέργειες θερμοκηπίου είναι ένας από τους πιο δυναμικούς τομείς πρωτογενούς παραγωγής στην Ελλάδα, όπως συμβαίνει σχεδόν σε όλες τις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου, συμβάλλοντας σημαντικά στην εθνική οικονομία. Από τα φυτά της ζεστής εποχής, στα Ελληνικά θερμοκήπια καλλιεργούνται σε σημαντικό βαθμό η τομάτα, η μελιτζάνα, η πιπεριά, το αγγούρι, τα κολοκυθάκια, το πεπόνι, το καρπούζι και το φρέσκο φασόλι.

Ως γνωστόν, πρόκειται για την πιο εντατική μορφή καλλιέργειας, η οποία απαιτεί υψηλό κόστος παραγωγής. Επομένως, όλοι οι απαραίτητοι παράγοντες που οδηγούν στην επιτυχία της καλλιέργειας πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλει στην επιτυχία μιας θερμοκηπιακής καλλιέργειας είναι η ρύθμιση των συνθηκών του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Οι φυσιολογικές μεταβολές που εκδηλώνονται εξαιτίας της επίδρασης των διαφόρων παραγόντων του περιβάλλοντος, είναι από τα βασικότερα προβλήματα της ανάπτυξης των φυτών στα θερμοκήπια. Πρέπει συνεπώς, να είναι γνωστό πώς ένα εξωτερικό ερέθισμα γίνεται αντιληπτό από το φυτό και μετατρέπεται σε μεταβολικές διαδικασίες, οι οποίες αλλάζουν την ποσότητα και την ποιότητα της αύξεσης.

Σπουδαιότεροι εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση του φυτού είναι: **(i)** Θερμοκρασία, **(ii)** Σύνθεση του αέρα, (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, κ.α.), **(iii)** Φως, **(iv)** Νερό και **(v)** Θρεπτικά στοιχεία.

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου θεωρείται πολύ σημαντικός παράγοντας και επηρεάζει την ταχύτητα της πορείας των φυσιολογικών διεργασιών που συμβάλλουν στην ανάπτυξη του φυτού. Η καλύτερη απόδοση των καλλιεργειών είναι σε ένα ορισμένο εύρος τιμών, η οποία ονομάζεται βέλτιστη και για τις καλλιέργειες θερμοκηπίου είναι μεταξύ 10 ° C και 30 ° C.

Στις περιοχές με εύκρατο κλίμα, ένα θερμοκήπιο θερμαίνεται για να ελέγχεται η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα. Δεδομένου ότι ο πραγματικός στόχος είναι η καλλιέργεια, ο έλεγχος της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου πρέπει να εστιάζεται στην θερμοκρασία της καλλιέργειας.

Η βέλτιστη θερμοκρασία αναφέρεται στην ευνοϊκή θερμοκρασία στην οποία τα ένζυμα που είναι ευαίσθητα στη θερμότητα και είναι υπεύθυνα για τις βιοχημικές αντιδράσεις του φυτού, ενεργοποιούνται και το φυτό αναπτύσσεται ομαλά υπό συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες. Για την καλύτερη ανάπτυξη και απόδοση των διαφόρων φυτών πρέπει να υπάρχει άριστη θερμοκρασία μέρα και νύχτα. Η θερμοκρασία της νύχτας πρέπει πάντα να είναι χαμηλότερη από εκείνη της ημέρας. Για τις περισσότερες καλλιέργειες η βέλτιστη θερμοκρασία τη νύχτα είναι 14-18 °C, ενώ την ημέρα στους 25-27°C (Kittas et al, 2005).

Ως ηλιακή ακτινοβολία ορίζεται η μεταφορά ενέργειας μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του φωτός που για κενό είναι  $3 \times 10^8$  m / sec. Η φασματοσκοπική κατανομή του είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου σε μικρά μήκη κύματος και έχει τιμή 0-3μ. Για το λόγο αυτό η ηλιακή ακτινοβολία ονομάζεται ακτινοβολία μικρού κύματος. Η ηλιακή ακτινοβολία που παρέχει στο φυτό την απαραίτητη ενέργεια για φωτοσύνθεση, είναι ένα μικρό μέρος του συνολικού ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Τα μήκη κύματος που περιλαμβάνει αντιστοιχούν σε υπεριώδη, ορατή και υπέρυθη ακτινοβολία.

Η μεταφορά θερμότητας από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία πραγματοποιείται μέσω του κενού. Ο έλεγχος του περιβάλλοντος της καλλιέργειας του θερμοκηπίου στοχεύει στη δημιουργία βέλτιστων συνθηκών στο εσωτερικό των θερμοκηπίων με στόχο την αύξηση και την καλλιέργεια των καλλιεργειών.

Το περιβάλλον του θερμοκηπίου αποτελείται από όλα τα φυσικά μεγέθη του χώρου που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών (κλίμα, θρεπτικά συστατικά, βιοτικοί παράγοντες). Για να μεγιστοποιηθεί η παραγωγή, δεν αρκεί η μεγιστοποίηση καθενός από τους παραπάνω παράγοντες σε ένα βέλτιστο επίπεδο, αλλά είναι απαραίτητο να προσαρμοστεί ο καθένας σε συνδυασμό με το επίπεδο των άλλων παραγόντων (Kittas et al, 2005).

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, κύρια πηγή ενέργειας του θερμοκηπίου είναι ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία που διέρχεται από το υλικό κάλυψης του θερμοκηπίου αποτελεί την πηγή ενέργειας για τη φωτοσύνθεση των φυτών

και την παραγωγή χρήσιμης βιομάζας, καθώς και τη φυσική πηγή θερμότητας στο χώρο της καλλιέργειας, το θερμοκήπιο. Με στόχο την αύξηση της παραγωγής της φωτοσύνθεσης σε περιόδους που δεν είναι επαρκής ο φυσικός φωτισμός, χρησιμοποιείται συχνά συμπληρωματικός φωτισμός, ώστε να συμπληρώνεται 12-16 ώρες φως την ημέρα.

Παρά το γεγονός ότι τα φυτά θεωρούνται ακίνητοι παθητικοί οργανισμοί που εξαρτώνται από το περιβάλλον, στην πραγματικότητα είναι πολύ δραστικοί οργανισμοί που αντιδρούν στις περιβαλλοντικές αλλαγές. Δεδομένου ότι το φυσικό ηλιακό φως είναι ένα φαινόμενο με μεγάλη μεταβλητότητα, τα φυτά περιλαμβάνουν μηχανισμούς που επιτρέπουν την αντίδραση σε διαφορετικές ροές και κύκλους του φυσικού φωτός. Ως απόκριση στις συνθήκες φωτισμού μπορούν να ελέγξουν τον ρυθμό εξατμισοδιαπνοής, τον ρυθμό λήψης νερού, το μήκος των κόμβων τους, το μέγεθος των φύλλων, τον προσανατολισμό και την πυκνότητα των χλωροπλαστών όπως επίσης να καθορίζουν τον βέλτιστο χρόνο βλάστησης και τις υπόλοιπες φυσιολογικές διαδικασίες (Agro Control System, 2010).

Μέσα στους χλωροπλάστες των φυτών η φωτεινή ενέργεια χρησιμοποιείται για την μετατροπή του ατμοσφαιρικού άνθρακα σε υδατάνθρακες μέσω της φωτοσύνθεσης. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η φωτοσύνθεση απαιτείται πολύ μικρή ποσότητα ακτινοβολίας της τάξεως των  $80-100 \text{ W/m}^2$ . Λιγότερο από το 5% της συνολικής φωτεινής ενέργειας που λαμβάνει ένα φυτό το χρησιμοποιεί για φωτοσύνθεση. Η μόνη πηγή ενέργειας για τα χλωροφυλλούχα φυτά είναι η ακτινοβολούμενη ενέργεια του ηλίου. Το ορατό φάσμα αυτής της ακτινοβολίας, συνήθως ονομάζουμε φως και αποτελεί το πιο ενδιαφέρον τμήμα της ακτινοβολίας για τη ζωή των φυτών.

Το φως επηρεάζει πολλές φυσιολογικές διαδικασίες των φυτών. Επηρεάζει τη βλάστηση διαφορετικών ειδών σπόρων, τη φωτοσύνθεση, την εφίδρωση, τη σύνθεση της χλωροφύλλης, τη σύνθεση και την κατανομή των αυξινών, τη δραστηριότητα των ενζύμων, τη θερμοκρασία των φύλλων κ.λπ. Το ηλιακό φως έχει άμεση επίδραση στη φωτοσύνθεση. Επομένως, όταν η ένταση του φωτός είναι τέτοια ώστε να σχηματίζονται περισσότερες ουσίες από αυτές που καταναλώνονται με την αναπνοή, τότε το φυτό αρχίζει να αυξάνεται σε ξηρό βάρος, καθώς αποθηκεύει συστατικά υψηλής ενέργειας, όπως υδατάνθρακες και κυρίως άμυλο.

Όταν διασπώνται ουσίες αποθήκευσης (υδατάνθρακες, λίπη κ.λπ.), μέρος της

ενέργειας απελευθερώνεται με τη μορφή ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη). Αυτή η ενέργεια χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη, καθώς μέρος της καταναλώνεται για την αναδόμηση συστατικών του πρωτοπλάσματος και του κυτταρικού τοιχώματος των νεοούστατων κυττάρων (Τσέκος, 2017).

Κάθε φυτό απαιτεί τέτοια ένταση φωτός ώστε οι συνθετικές ουσίες να παρέχουν τουλάχιστον την ενέργεια που απαιτείται για να διατηρηθεί στη ζωή. Επομένως, εάν το φυτό δεν σχηματίζει αρκετές αποθηκευτικές ουσίες από τις οποίες να λαμβάνει την ενέργεια που απαιτείται για ανάπτυξη, τότε δεν παραμένει ενεργό για μεγάλο χρονικό διάστημα, οπότε πρέπει να πεθάνει και να περάσει μια περίοδο αδράνειας.

Επομένως, εάν η ένταση του φωτός αυξηθεί στο μέγιστο όριο, το ξηρό βάρος των φυτών αυξάνεται ανάλογα. Σε αυτές τις οριακές περιπτώσεις, οι βλαστοί αποκτούν μεγαλύτερο πάχος και περισσότερους ιστούς προσκόλλησης. Τα φύλλα γίνονται επίσης παχύτερα, με παχύ δέρμα και ανεπτυγμένο τρυφακτοειδές παρέγχυμα (Τσέκος, 2017).

Η φωτοπερίοδος επηρεάζει ακόμη και την ανάπτυξη των φυτών που είναι ουδέτερα στη φωτοσύνθεση, μέσω του αθροίσματος της ακτινοβολίας που δέχονται.

Συγκεκριμένα, στην περίπτωση της τομάτας του θερμοκηπίου, μια παρατεταμένη φωτοπερίοδος (14 ώρες), σε σχέση με το φυσικό φως, μπορεί να αυξήσει το φρέσκο βάρος του βλαστού και την παραγωγή φρούτων κατά 40-57% και 15-20% αντίστοιχα. Το σχήμα της ανάπτυξης μπορεί να επηρεαστεί άμεσα από την ένταση του φωτός στο οποίο εκτίθενται τα φυτά. Η ένταση του φωτός παίζει σημαντικό ρόλο στην τελική διαμόρφωση του φυτού. Η κατεύθυνση από την οποία φθάνει το φως στους βλαστούς και τις ρίζες των φυτών μπορεί να επηρεάσει την κατεύθυνση της ανάπτυξης (φωτοτροπισμός). Τέλος, οι έμμεσες επιδράσεις του φωτός στην ανάπτυξη του φυτού εκδηλώνονται ρυθμίζοντας το άνοιγμα του στόματος, αλλάζοντας τη θερμοκρασία του φυτού, τη σύνθεση της χλωροφύλλης και την ένταση της φωτοσύνθεσης (Τσέκος, 2017).

### **2.2.1 Διαχείριση του κλίματος και της άρδευσης**

Η *θερμοκρασία* είναι ο κύριος παράγοντας ανάπτυξης και ωρίμανσης του φυτού τομάτας και οι απαιτήσεις του εξαρτώνται άμεσα από το στάδιο της ανάπτυξης.

Η θερμοκρασία μέχρι τη βλάστηση των σπόρων και την εμφάνιση των φύλλων είναι 24-27 ° C, ενώ σε χαμηλότερες θερμοκρασίες έχουμε καθυστέρηση στη βλάστηση και στη συνέχεια υποβάλλονται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, δηλαδή 18-23°C ανά ημέρα και 14-16 °C τη νύχτα (Θανόπουλος, 2008).

Έχει διαπιστωθεί ότι η υποβολή των φυτών σε χαμηλές θερμοκρασίες (10-13°C) μόλις εμφανιστεί το πρώτο αληθινό φύλλο για περίοδο 10-20 ημερών, έχει θετική επίδραση στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών. Συγκεκριμένα, λιγότερο από 7-9 αληθινά φύλλα εισάγονται μέχρι την εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας (πρώιμη παραγωγή) και ο αριθμός των φρούτων που σχηματίζονται σε κάθε ταξιανθία αυξάνεται. Η θερμοκρασία του εδάφους δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 14°C για καλή ανάπτυξη της ρίζας και ολόκληρου του φυτού (Θανόπουλος, 2008).

Η τομάτα γενικά αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες 10-12°C και υψηλές έως 38°C, με φυσικά αντίστοιχο ποσοστό καθυστέρησης καλλιέργειας και μειωμένης παραγωγικότητας (Χουδάλης, 2011).

Ωστόσο, δεν αναπτύσσεται καλά σε θερμοκρασίες κάτω από 16°C και μπορεί να καταστραφεί από τον παγετό. Οι περιοχές καλλιέργειας φυτών πρέπει να είναι απαλλαγμένες από χαμηλές θερμοκρασίες τη νύχτα (κάτω από 13,5°C), καθώς μειώνεται η παραγωγικότητα, ακόμη και αν οι θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι υψηλές. Από την άλλη πλευρά, οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας (27°C και άνω) περιορίζουν την ανάπτυξη του φυτού, ενώ γύρω στους 30°C προκαλεί την πτώση των λουλουδιών. Οι ιδανικές συνθήκες ημέρας / νύχτας για τους μήνες Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο είναι 27°C / 20°C για τις ηλιόλουστες ημέρες και 21°C / 15°C για τις μέρες με συννεφιά. Γενικά, για μια καλή παραγωγή, η διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 5-7°C (Χουδάλης, 2011).

*Άρδευση:* Η επαρκής παροχή νερού του φυτού τομάτας κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας, έχει πρωταρχική σημασία στην απόδοση και παραγωγή ποιοτικών φρούτων. Οι ντομάτες, όπως και τα περισσότερα λαχανικά, πρέπει να έχουν ξερά φύλλα για να αποτρέψουν βακτηριακές και μυκητιασικές λοιμώξεις. Η στάγδην άρδευση εξασφαλίζει αποτελεσματική χρήση νερού, έλεγχο της αλατότητας, εάν υπάρχει πρόβλημα και εξοικονόμηση εργαζομένων, με εξαίρεση το πρώτο πότισμα μετά την εγκατάσταση της φυτείας, το οποίο γίνεται με ράμπα (Olympios,

2001).

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού και μέχρι την εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας, η επαρκής υγρασία του εδάφους συμβάλλει στην υπερβολική ανάπτυξη της βλάστησης σε βάρος της ανάπτυξης και παραγωγής ταξιανθιών. Επιπλέον, η υπερβολική άρδευση προκαλεί πτώση των ταξιανθιών και μείωση του ρυθμού καρποφορίας. Στη συνέχεια, κατά τη μη ανάπτυξη των καρπών στις πρώτες ταξιανθίες, η υγρασία του εδάφους θα πρέπει να διατηρείται στα κανονικά επίπεδα της χωρητικότητας του νερού.

Η επαρκής παροχή φυτών με νερό κατά την ανάπτυξη των καρπών συμβάλλει στην παραγωγή φρούτων υψηλής ποιότητας. Το μέγεθος του φρούτου και η περιεκτικότητά του σε χυμό αυξάνονται, το χρώμα και το σχήμα του βελτιώνονται, ενώ ο ρυθμός εμφάνισης της ξηρής κορυφής μειώνεται. Το ακανόνιστο πότισμα συνήθως προκαλεί το σχίσσιμο του καρπού στην περιοχή γύρω από τον λοβό. Τέλος, η υπερβολική υγρασία μειώνει την οξύτητα, τα διαλυτά στερεά, τη βιταμίνη C και την πρωτεΐνη και αυξάνει την πιθανότητα μη φυσιολογικού κόκκινου χρώματος στον καρπό, ενώ προκαλεί το σχηματισμό μαλακών φρούτων (Θανόπουλος, 2008).

### **2.2.2 Παράγοντες που χαρακτηρίζουν το μικροκλίμα του θερμοκηπίου**

Το μικροκλίμα του θερμοκηπίου περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες που περιβάλλουν τα φυτά του θερμοκηπίου. Το μικροκλίμα ελέγχει άμεσα την ανταλλαγή ενέργειας και μάζας και επηρεάζει τις μεταβολικές δραστηριότητες των φυτών. Επηρεάζεται τόσο από το μακροκλίμα όσο και από τη φυσιολογική κατάσταση των φυτικών στοιχείων της μονάδας (γεωμετρικές παράμετροι, θερμικές συνθήκες). Η διαφορά μεταξύ του κλίματος του θερμοκηπίου και του εξωτερικού οφείλεται κυρίως σε δύο μηχανισμούς (Castilla, 2013):

1. Ο αέρας που παγιδεύεται μέσα στο θερμοκήπιο είναι παγιδευμένος. Ως αποτέλεσμα, ο εσωτερικός αέρας αλλάζει με τον εξωτερικό αέρα να μειώνεται και οι ταχύτητες του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο να είναι πιο αργές από αυτές του εξωτερικού αέρα. Η μείωση των διακυμάνσεων του αέρα (ή του εξαερισμού) επηρεάζει άμεσα τις ισορροπίες ενέργειας και μάζας, ενώ οι πιο αργές ταχύτητες επηρεάζουν την ανταλλαγή ενέργειας, την εξάτμιση του νερού και το CO<sub>2</sub> μεταξύ του αέρα του θερμοκηπίου και άλλων στοιχείων του θερμοκηπίου

(καλλιέργεια, χώμα, κάλυψη, σύστημα θέρμανσης).

2. Ο μηχανισμός ακτινοβολίας στον οποίο η βραχυπρόθεσμη ηλιακή ακτινοβολία αποκλείεται από τα διαφανή και αδιαφανή στοιχεία του θερμοκηπίου, ενώ η ανταλλαγή ακτινοβολίας μεγάλης εμβέλειας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος είναι αποτέλεσμα των ραδιομετρικών ιδιοτήτων των υλικών κάλυψης.

Το μικροκλίμα του θερμοκηπίου περιγράφει ποσοτικά τη διαδικασία μεταφοράς ενέργειας και μάζας εντός του φυτού, την ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ αέρα, φυτών και άλλων επιφανειών και τους τρόπους με τους οποίους τα φυτά ανταποκρίνονται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Το μικροκλίμα του θερμοκηπίου επηρεάζεται από τον προσανατολισμό, το γεωγραφικό πλάτος και την περιοχή του θερμοκηπίου, το θόλο του φυτού μέσα στο θερμοκήπιο, την επιφάνεια του γυμνού εδάφους, το δομικό σχέδιο (σχήμα και μέγεθος) και τις ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται η κατασκευή του θερμοκηπίου. Εξαρτάται επίσης από τα συστήματα θέρμανσης και εξαερισμού που υπάρχουν στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

Σήμερα, ο σχεδιασμός ενεργειακά αποδοτικών και πλήρως κλιματιζόμενων συστημάτων θερμοκηπίου είναι υψίστης σημασίας. Ο βέλτιστος σχεδιασμός του θερμοκηπίου και ο περιβαλλοντικός έλεγχος είναι ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης. Τα μοντέλα προσομοίωσης είναι ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για την επίλυση αυτού του προβλήματος. Η προσομοίωση για την πρόβλεψη του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, παρέχει μια γρήγορη, ευέλικτη και επαναλαμβανόμενη μέθοδο έναντι των πειραματικών προβλέψεων (Martzopoulou et al., 2017).

Ερευνητικές ομάδες σε όλο τον κόσμο αναπτύσσουν και χρησιμοποιούν μοντέλα για το σχεδιασμό και τον λειτουργικό έλεγχο των θερμοκηπίων. Τα μοντέλα προσομοίωσης μικροκλίματος θερμοκηπίου είναι φυσικά μοντέλα και περιγράφουν την εξέλιξη των περιβαλλοντικών παραγόντων του θερμοκηπίου υπολογίζοντας τις επιδράσεις της δομής του θερμοκηπίου, τις ιδιότητες των υλικών κάλυψης, τις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες και την εφαρμογή των συστημάτων ελέγχου στο μικροκλίμα του θερμοκηπίου. Η έρευνα για το ενεργειακό ισοζύγιο, οι διαδικασίες προσομοίωσης και οι εφαρμογές για τον έλεγχο του κλίματος του θερμοκηπίου ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Τα τελευταία χρόνια, η έρευνα έχει βοηθήσει στην κατανόηση παραμέτρων



μικροκλίματος όπως η μετάδοση ακτινοβολίας και η θέρμανση, εξαερισμός και εφίδρωση των φυτών (Castilla, 2013).

### 2.2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και την ανάπτυξη της καλλιέργειας



**Εικόνα 6.** Αύξηση καλλιέργειας σε θερμοκήπιο (<https://webcache.googleusercontent.com/>)

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας σε ένα θερμοκήπιο παρατίθενται παρακάτω (<https://webcache.googleusercontent.com/>):

**1. Ελεγχόμενη θερμοκρασία:** Αλλαγές στο εξωτερικό εύρος θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας. Τα φυτά που υπόκεινται σε έντονο κρύο και υψηλές θερμοκρασίες σε διάστημα 24 ωρών είναι αγχωμένα φυτά που δεν αναπτύσσονται σωστά. Τα θερμοκήπια παρέχουν συνήθως έλεγχο θερμοκρασίας με θερμαντήρες και εξαερισμό για συγκεκριμένα είδη φυτών. Η θερμοκρασία μπορεί να αλλάξει ανάλογα και σωστά κατά τη διάρκεια του 24ώρου. Ακολουθώντας τις βέλτιστες τιμές θερμοκρασίας για κάθε είδος καλλιέργειας, το φύλλωμα, τα λουλούδια και οι καρποί αναπτύσσονται ακριβώς όπως πρέπει στο ελεγχόμενο περιβάλλον.

**2. Συντελεστής CO<sub>2</sub>:** Ο έλεγχος της κίνησης του εσωτερικού αέρα παρέχει στις μονάδες του θερμοκηπίου σταθερή παροχή διοξειδίου του άνθρακα, μια χημική ουσία απαραίτητη για την παραγωγή σακχάρων από τα φυτά. Αν και τα υπαίθρια φυτά έχουν επαρκή επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, οι στρατηγικά τοποθετημένοι οριζόντιοι ανεμιστήρες σε όλο το θερμοκήπιο επιτρέπουν στον αέρα να ωθείται πιο κοντά στο φύλλωμα για μέγιστη φωτοσυνθετική δράση. Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερα φύλλα, ισχυρότερους βλαστούς φυτών και πιθανή πρόωμη ανθοφορία

και καρποφορία. Ωστόσο, η κίνηση του αέρα πρέπει να συνδυάζεται με τον κατάλληλο αερισμό. Το κλείσιμο του θερμοκηπίου στην εξωτερική κυκλοφορία του αέρα μειώνει τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στο εσωτερικό, επειδή τα φυτά χρησιμοποιούν το αέριο γρήγορα ενώ μεταφέρουν οξυγόνο στον αέρα σε αντάλλαγμα.

**3. Μειωμένη έκθεση των καλλιεργειών σε φυτοπαθογόνα:** Τα φυτά στα θερμοκήπια αναπτύσσονται σε δοχεία με ειδικά επιλεγμένο χώμα. Σε αντίθεση με μια εξωτερική καλλιέργεια, το χώμα στο δοχείο του θερμοκηπίου δεν φιλοξενεί επιβλαβείς ασθένειες και παράσιτα όσο το εξωτερικό χώμα. Παρ' όλα αυτά, η χρήση φυτοφαρμάκων είναι απαραίτητη και εδώ, αλλά η θεραπεία των φυτοπαθογόνων μπορεί να γίνει πιο περιεκτικά.

**4. Επίπεδα υγρασίας:** Η διαπνοή του φυλλώματος των φυτών βασίζεται σε συνεχή παροχή υγρασίας τόσο από τις ρίζες όσο και από τη γύρω ατμόσφαιρα για μέγιστη ανάπτυξη. Οι ξηρές, εξωτερικές συνθήκες προκαλούν τα φυτά να βασίζονται αποκλειστικά στην υγρασία του εδάφους, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει καταπόνηση στο νερό, ειδικά εάν οι ρίζες βρίσκονται σε ξηρές συνθήκες. Μειωμένη ανάπτυξη και μειωμένη αντοχή σε παράσιτα και ασθένειες εμφανίζονται όταν οι συνθήκες ξηρασίας παραμένουν σταθερές σε μια υπαίθρια καλλιέργεια.

**5. Δυνατότητα ολοκληρωμένης θεραπείας φυτοπαθογόνων οργανισμών:** Δεδομένου ότι το περιβάλλον του θερμοκηπίου είναι ελεγχόμενο περιβάλλον, τόσο πιο εύκολο είναι να ελεγχθούν διάφορα παράσιτα και ασθένειες, καθώς και ο έλεγχός τους μπορεί να γίνει με πιο ολοκληρωμένες μεθόδους ή βιολογικούς. Ο παραγωγός, αφού έχει ρυθμίσει τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και δεν χρειάζεται να αντιμετωπίσει δυσμενείς καιρικές συνθήκες, έχει όλο τον υπόλοιπο χρόνο για να ασχοληθεί με τη θεραπεία επιβλαβών οργανισμών.

**6. Συνθήκες φωτισμού:** Στην περίπτωση των καλλιεργειών θερμοκηπίου, μια συννεφιασμένη μέρα δεν εμποδίζει τα φυτά να κάνουν ότι έχουν μάθει, από τη φωτοσύνθεση. Οι λαμπτήρες τελευταίας τεχνολογίας μπορούν και μιμούνται σε μεγάλο βαθμό το ηλιακό φως.

**7. Έξυπνο θερμοκήπιο:** Σε ένα ήδη ελεγχόμενο περιβάλλον, η εφαρμογή περαιτέρω ελέγχου και η εφαρμογή προηγμένης τεχνολογίας είναι ακόμη πιο εύκολη. Το θερμοκήπιο είναι και πάλι το ιδανικό περιβάλλον εφαρμογής για όλα αυτά τα νέα συστήματα.

**8. Τοποθεσία:** Η προσεκτική εξέταση της κατάλληλης θέσης για το θερμοκήπιο αποκαλύπτει συχνά αυτό το κύριο μειονέκτημα. Ένα θερμοκήπιο πρέπει να τοποθετηθεί σε μια θέση όπου θα αξιοποιεί στο έπακρο το φως του ήλιου, ειδικά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Οι ανατολικές πλευρές είναι αυτές που δέχονται τη μέγιστη ποσότητα ηλιακού φωτός από τον Νοέμβριο έως τον Φεβρουάριο. Οι πηγές νερού και ηλεκτρικής ενέργειας ή άλλες πηγές ενέργειας είναι απαραίτητες προϋποθέσεις που θα αυξήσουν τον προϋπολογισμό κατασκευής και συντήρησης (<https://webcache.googleusercontent.com/>).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

#### 3.1 Γνωριμία με την καλλιέργεια της τομάτας



**Εικόνα 7.** Θερμοκηπιακή τομάτα (<https://www.agrishorticulture.com/current-affairs/thermokipiaki-tomata-apo-tin-proetoimasia-kai-tin-kalliergeia-sti-syggomidi>)

Η τομάτα είναι ένα ετήσιο λαχανικό, το οποίο καλλιεργείται για την παραγωγή των βρώσιμων φρούτων του. Ως λαχανικό, η τομάτα καταναλώνεται φρέσκια, ενώ υπάρχει και η βιομηχανική ντομάτα, η οποία χαρακτηρίζεται ως μεγάλη καλλιέργεια και προορίζεται για την παραγωγή πολτού, χυμού και άλλων προϊόντων της βιομηχανίας τροφίμων. Η διατητική αξία της τομάτας ως λαχανικού συνίσταται στο να παρέχει στον ανθρώπινο οργανισμό αρκετές βιταμίνες καθώς και διάφορα άλλα αντιοξειδωτικά που δεν περιλαμβάνονται σε βιταμίνες, μέταλλα (κάλιο, μαγνήσιο κ.λπ.) και βρώσιμες ίνες χρήσιμες στο πεπτικό σύστημα (Σάββας, 2016).

Στην Ελλάδα έχουν διαμορφωθεί δύο κύριες περιόδους καλλιέργειας ντομάτας θερμοκηπίου:

*1η περίοδος καλλιέργειας:*

Σπορά: τέλη Αυγούστου - αρχές Σεπτεμβρίου.

Μεταμφύτευση: μέσα Οκτωβρίου - αρχές Νοεμβρίου.

Συγκομιδή: Δεκέμβριος - τέλος Ιουνίου (6-7 μήνες).

*2η καλλιεργητική περίοδος:*

Σπορά: μέσα Νοεμβρίου - αρχές Δεκεμβρίου.

Μεταμφύτευση: τέλος Ιανουαρίου - Φεβρουαρίου.

Συγκομιδή: Αρχές Απριλίου - τέλη Ιουνίου (3 μήνες).

Φυσικά, τα όρια μεταξύ αυτών των δύο εποχών καλλιέργειας τομάτας είναι ρευστά και εκτός από τις κλιματολογικές συνθήκες και τις απαιτήσεις της αγοράς εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις ιδιαιτερότητες κάθε θερμοκηπίου.

Συγκρίνοντας αυτές τις δύο περιόδους καλλιέργειας τομάτας στο θερμοκήπιο, μπορεί να συναχθεί το ακόλουθο συμπέρασμα: Η πρώτη καλλιεργητική περίοδος, δεδομένου ότι το κόστος θέρμανσης του θερμοκηπίου το χειμώνα δεν είναι απαγορευτικό, είναι συμφέρουσα επειδή:

**α)** Δίνει μεγαλύτερη συνολική παραγωγή λόγω μεγαλύτερης διάρκειας της περιόδου συγκομιδής.

**β)** Επιτρέπει την καλύτερη ανάπτυξη νεαρών δενδρυλλίων, αφού πραγματοποιείται την εποχή που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και η ατμοσφαιρική υγρασία δεν είναι πολύ υψηλή, κατά συνέπεια η εγκατάσταση της νέας σοδειάς και η ανάπτυξη των φυτών στην πρώτη κρίσιμη στάδιο μέχρι η συγκομιδή να γίνει ευκολότερη και με λιγότερα προβλήματα όσον αφορά την προστασία των φυτών.

**γ)** Η μη παραγωγική περίοδος των φυτών από την ημέρα της σποράς έως την πρώτη συγκομιδή είναι μικρότερη, καθώς λαμβάνει χώρα σε μια εποχή που οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος είναι ακόμα υψηλές (Σεπτέμβριος - Νοέμβριος), ευνοώντας έτσι την ταχεία ανάπτυξη των φυτών.

**δ)** Μεγάλο μέρος της παραγωγής συγκομίζεται και διατίθεται στο εμπόριο κατά την κρίσιμη περίοδο από τις αρχές Φεβρουαρίου έως τις αρχές Απριλίου, όταν η συνολική προσφορά ντομάτας είναι στα χαμηλότερα επίπεδα και οι τιμές τους στο υψηλότερο, με αποτέλεσμα σημαντική αύξηση εισόδημα. Πρέπει να τονιστεί, ωστόσο, ότι η επιλογή αυτής της καλλιεργητικής περιόδου πρέπει να προτιμάται όταν τα θερμοκήπια στα οποία θα πραγματοποιηθεί η καλλιέργεια είναι υψηλά και υπάρχει ο σχετικός εξοπλισμός και το εξειδικευμένο προσωπικό, ώστε η καλλιεργητική εργασία να μπορεί να γίνει επιμελώς. Διαφορετικά, είναι αμφίβολο αν η καλλιέργεια θα επιβιώσει και θα παραμείνει παραγωγική για τόσο πολύ

καιρό.

Η δεύτερη καλλιεργητική περίοδος είναι πλεονεκτική κυρίως σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου η θέρμανση του θερμοκηπίου καθ'όλη τη διάρκεια του χειμώνα είναι αντιοικονομική με τις υπάρχουσες τιμές καυσίμων, ακόμη και αν το επίπεδο της συγκομισμένης παραγωγής είναι συγκριτικά ικανοποιητικό (Olympios, 2001).

### 3.2 Ιδανικές συνθήκες καλλιέργειας

Οι ιδανικές συνθήκες καλλιέργειας για τις τομάτες περιγράφονται παρακάτω:

**1. Θερμοκρασία:** Η τομάτα είναι ένα μέτρια απαιτητικό λαχανικό. Παρόλο που τα φυτά του μπορούν να αντέξουν σε θερμοκρασίες έως 1° C χωρίς να καταστραφούν από την ψύξη, η ανάπτυξή τους αναστέλλεται εντελώς σε θερμοκρασίες κάτω των 9 ° C, ενώ ήδη κάτω από τους 13 ° C υπάρχουν προβλήματα με τη βλάστηση της γύρης και επομένως με την καρπόδεση. Τα φρούτα έχουν επίσης υψηλές απαιτήσεις θερμοκρασίας κατά την ωρίμανση. Σε θερμοκρασίες κάτω των 16°C δεν σχηματίζεται λυκοπίνη και επομένως τα φρούτα δεν γίνονται κόκκινα. Για όλους αυτούς τους λόγους, η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία στο θερμοκήπιο κατά τους χειμερινούς μήνες είναι μεταξύ 20-22 °C και τη νύχτα γύρω στους 14-16 °C, ενώ τους ανοιξιότικους και φθινοπωρινούς μήνες μεταξύ 21-26 °C την ημέρα και 15- 19 ° C τη νύχτα. Η ύπαρξη διαφοράς θερμοκρασίας 5-7 °C μεταξύ ημέρας και νύχτας είναι επιτακτική όχι μόνο για οικονομικούς λόγους, αλλά και για λόγους καλύτερης ανάπτυξης των φυτών. Τα φυτά δεν φωτοσυνθέτουν τη νύχτα (δηλαδή δεν παράγουν βιομάζα), αλλά μόνο αναπνέουν (δηλαδή καταναλώνουν βιομάζα). Έτσι, η μείωση της θερμοκρασίας τη νύχτα μειώνει τις απώλειες μέσω της αναπνοής, ενώ η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια της ημέρας ευνοεί την παραγωγή βιομάζας. Οι υψηλές θερμοκρασίες τη νύχτα (π.χ. 21 °C), συμβάλλουν στο δέσιμο των πρώτων καρπών τομάτας, αλλά μειώνουν τη συνολική παραγωγή της καλλιέργειας. Εκτός από τις χαμηλές θερμοκρασίες, λαμβάνεται μέριμνα ώστε να αποφεύγονται οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο. Σε θερμοκρασίες άνω των 32 °C, τα άνθη της τομάτας δεν μπορούν να δεσμεύσουν τα φρούτα, καθώς η βλάστηση της γύρης μειώνεται δραστικά, ενώ σε θερμοκρασίες άνω των 30 °C η σύνθεση του λυκοπίνης, της χρωστικής που ευθύνεται για το κόκκινο χρώμα του καρπού. Η θερμοκρασία εξαερισμού ορίζεται στους 27 ° C. Μαζί με τη θερμοκρασία του αέρα, η θερμοκρασία του εδάφους

παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών. Σε θερμοκρασίες κάτω των 14 °C η ρίζα της ντομάτας δεν αναπτύσσεται κανονικά, λόγω μειωμένης μεταβολικής δραστηριότητας. Υπάρχει δυσκολία στη μεταφορά ιόντων νιτρικού (NO<sub>3</sub>) και ιόντων καλίου K<sup>+</sup>) από τη ρίζα στα φύλλα καθώς και δυσκολία απορρόφησης φωσφόρου (Θανόπουλος, 2008).

**2. Σχετική υγρασία:** Στις καλυμμένες καλλιέργειες τομάτας, η υγρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου κυμαίνεται μεταξύ 60-70%. Όταν η σχετική υγρασία είναι χαμηλότερη από 60%, το στίγμα στεγνώνει, με αποτέλεσμα η γονιμοποίηση των λουλουδιών να είναι προβληματική, ενώ κάτω από το 50%, η συχνότητα «ξηρής αιχμής σήψης» αυξάνεται, λόγω της μειωμένης προσφοράς φρούτων με ασβέστιο. Από την άλλη πλευρά, η υψηλή σχετική υγρασία (πάνω από 90%), δημιουργεί προβλήματα, αν και εικάζεται ότι μπορεί να ευνοήσει την πρόωμη παραγωγή τους χειμερινούς μήνες. Καταρχήν, σε σχετική υγρασία άνω του 90% η γύρη γίνεται κολλώδης και δεν μπορεί να μεταφερθεί στο στίγμα, με αποτέλεσμα προβλήματα γονιμότητας. Επιπλέον, δημιουργούνται δυσκολίες με την κατανομή και την κατανομή του ασβεστίου στα νεαρά φύλλα, επειδή η εφίδρωση μειώνεται σε τέτοιες συνθήκες και τα νέα φύλλα δεν τρέφονται καλά μέσω του ρεύματος εφίδρωσης.

**3. Εμπλουτισμός του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>):** Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO<sub>2</sub> έχει ευεργετική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών και αυξάνει την παραγωγή κατά 10-70%. Τα πιο θεαματικά αποτελέσματα εμφανίζονται όταν η συγκέντρωσή του είναι 1.000-1.200 ppm, αντί των 300 ppm της εξωτερικής ατμόσφαιρας και για τις ώρες από τις 10 το πρωί έως τις 4 το απόγευμα κατά τους χειμερινούς μήνες. Φυσικά, ο εμπλουτισμός έχει οικονομική αποζημίωση μόνο όταν το θερμοκήπιο παραμένει κλειστό (χωρίς εξαερισμό) όλη μέρα και για μερικούς μήνες. Ωστόσο, τέτοιες συνθήκες δεν μπορούν να πληρούνται στα Ελληνικά πλαστικά θερμοκήπια, τα οποία δεν εξασφαλίζουν ικανοποιητική στεγανότητα. Εξάλλου, σύμφωνα με τις γνωστές κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας, είναι δύσκολο για ένα θερμοκήπιο να παραμείνει κλειστό για μεγάλο χρονικό διάστημα, ακόμη και κατά τους κρύους μήνες. Επομένως, δεν συνιστάται εμπλουτισμός σε CO<sub>2</sub> (Θανόπουλος, 2008).

### 3.3 Εδαφικές απαιτήσεις της τομάτας

Η τομάτα προσαρμόζεται εύκολα σε διαφορετικούς τύπους εδάφους. Ωστόσο, αναπτύσσεται και παράγει καλύτερα σε μεσαία σύνθεση, βαθιά, γόνιμη, πλούσια σε οργανική ύλη, ξηρή, καλά αεριζόμενη, με υψηλό βαθμό υδατικής ικανότητας, χωρίς προβλήματα λόγω έλλειψης ή περίσσειας θρεπτικών συστατικών.

Όσον αφορά τις χημικές ιδιότητες του εδάφους, η καταλληλότερη αντίδραση για την καλλιέργεια της τομάτας θεωρείται το εύρος μεταξύ pH = 6-6,5, αν και το pH έως 7,5 έχει καλά αποτελέσματα. Τα καταλληλότερα εδάφη είναι τα αμμώδη αργιλώδη και τα αργιλώδη αμμοπηλώδη. Τα ελαφριά αμμώδη εδάφη μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για πρώιμη παραγωγή, αλλά αυτά τα εδάφη είναι φτωχά, με χαμηλό βαθμό υδατικής ικανότητας (Σάββας, 2016).

Τα αμμώδη εδάφη έχουν πλεονέκτημα όσον αφορά τον χρόνο παραγωγής (πρωίμιση) και όχι την ποσότητα παραγωγής. Επίσης, τα βαριά αργιλώδη εδάφη δεν είναι πολύ κατάλληλα, επειδή είναι δύσκολο να στραγγίξουν, είναι προβληματικά όταν υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση αλάτων, επειδή είναι δύσκολο να αφαιρεθούν. Το ριζικό σύστημα της τομάτας μεγαλώνει σε βάθος 75 εκατοστών και θα πρέπει, όταν η φυσική αποστράγγιση του εδάφους δεν είναι ικανοποιητική, να προβλέπει την εγκατάσταση συστήματος αποστράγγισης στο θερμοκήπιο. Για τη βελτίωση του εδάφους, είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί άφθονη οργανική ύλη, όπου προστίθεται στο έδαφος με κομπόστ ή πράσινη κοπριά ή με αμειψισπορά ή κοπριά.

Η τομάτα προσαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα τύπων εδάφους. Όσον αφορά το pH του εδάφους, οι τιμές μεταξύ 6,0 - 6,5, όπως αναφέρθηκε, θεωρούνται ιδανικές για την τομάτα. Γενικά, η ντομάτα φαίνεται να είναι σχετικά ευαίσθητη σε χαμηλότερες τιμές pH από τα βέλτιστα επίπεδα, ενώ προσαρμόζεται καλά σε ελαφρώς έως μέτρια υψηλότερες τιμές pH από τα προαναφερθέντα εξαιρετικά επίπεδα (Akl et. Al., 2003).

Για να μπορέσουμε να καλλιεργήσουμε αποτελεσματικά τομάτες απαιτεί ένα σχετικά κρύο και ξηρό κλίμα για καλή ποιότητα και υψηλές αποδόσεις. Η καταλληλότερη θερμοκρασία για τις περισσότερες ποικιλίες κυμαίνεται από 21 έως 24 °C. Η τομάτα είναι ευαίσθητη στον παγετό. Για να αποφύγετε ζημιές από τον παγετό η καλύτερη λύση είναι να σπείρετε την ντομάτα αφού περάσει ο χειμώνας. Σε γενικές γραμμές, οι ντομάτες έχουν υψηλές απαιτήσεις σε νερό και



όταν υπάρχει έλλειψη νερού για παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας, μπορούν να οδηγήσουν στην απώλεια των λουλουδιών και στο σχίσιμο των καρπών.

Ωστόσο, εάν η υγρασία είναι σε υψηλά επίπεδα ή ισχυρές βροχές, τότε υπάρχει πιθανότητα σήψης μύκητα και φρούτων. Τα πιο κατάλληλα εδάφη για τη σωστή ανάπτυξη της τομάτας είναι εκείνα που είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και έχουν την ικανότητα να συγκρατούν την υγρασία, επίσης θα πρέπει να υπάρχει καλός αερισμός και χαμηλή αλατότητα. Η τομάτα προτιμά βαθιά εδάφη, καλά στραγγιζόμενα, δηλαδή εδάφη με αμμώδη πηλό. Οι ρίζες αναπτύσσονται σε βάθος 15 έως 20 cm με ιδανικό pH 5,5-6,8. Η προσθήκη οργανικής ύλης είναι επιθυμητή για καλή ανάπτυξη, αλλά τα εδάφη που περιέχουν μεγάλη ποσότητα οργανικής ύλης όπως τα αργιλώδη εδάφη είναι λιγότερο επιθυμητά, λόγω των διατροφικών ελλείψεων που εμφανίζονται καθώς και της υψηλής κατακράτησης νερού (Akl, et al., 2003).

### 3.4 Φροντίδα σε καλλιέργεια Τομάτας

#### *Προετοιμασία εδάφους:*

Το χώμα για να είναι έτοιμο να δεχθεί το φυτό πρέπει να προετοιμαστεί εγκαίρως, σωστά και επιμελώς. Οι κύριες εργασίες που πρέπει να γίνουν είναι κατά σειρά:

- Προσεκτική απομάκρυνση των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, μέσα και γύρω από το θερμοκήπιο και καταστροφή τους από πυρκαγιά για να μειωθούν σημαντικά οι πηγές μόλυνσης, να διευκολυνθεί η καλλιέργεια του εδάφους και να γίνει το έδαφος πιο αποτελεσματικό από την ηλιακή απολύμανση.
- Επαρκής άρδευση με εγχυτήρες ομίχλης για να βλαστήσουν οι σπόροι των ζιζανίων και να σκοτωθούν τα νεαρά δενδρύλλια λόγω απολύμανσης από τον ήλιο.
- Φρεζάρισμα και ισοπέδωση του εδάφους.
- Ενσωμάτωση κοπριάς ή κομπόστ στο χώμα με γκανιότα ή σκαπτικό πολύ γρήγορα και ισοπέδωση του εδάφους ξανά σε δόση 250 Kg / στρέμμα.
- Ηλιακή απολύμανση (κάλυψη της επιφάνειας του εδάφους για 4-6 εβδομάδες, με ειδικό πλαστικό φύλλο, το οποίο παρέχεται στα άκρα του για να παγιδεύει την ηλιακή ενέργεια).
- Βασική λίπανση στις γραμμές φύτευσης: Προστίθενται ανόργανα και οργανικά

λιπάσματα. Υπάρχουν πολλά τέτοια λιπάσματα στην αγορά όπως Patentkali, Eco mix 1, Eco mix 4, Vivikali (Gemma), Viviphos, Organic Ca (Gemma) κ.λπ. Οι ποσότητες των βασικών θρεπτικών συστατικών που θα προστεθούν για να συμπληρώσουν τη γονιμότητα του θερμοκηπίου το έδαφος πρέπει να υπολογίζεται με βάση την ανάλυση του εδάφους.

- Προστίθενται ωφέλιμοι μικροοργανισμοί με τη βασική λίπανση, καθώς και νηματώδεις. Στο εμπόριο διατίθενται διάφορα σκευάσματα ωφέλιμων μικροοργανισμών, όπως Activator Plus (Agrofarm), Adagon (Gemma) κ.λπ., ενώ κατά των νηματωδών κέικ Zeonym (Geonet), Exel-BI (Hortiland)
- Άλεση και άνοιγμα αυλακώσεων (Ολύμπιος, 2001).

#### *Σπορά:*

Για την παραγωγή δενδρυλλίων τομάτας, ειδικοί καλυμμένοι χώροι (κρεβάτια) χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για το σκοπό αυτό, χωριστά από το θερμοκήπιο. Η επιφάνεια του κρεβατιού υπολογίζεται στο 8-10% της επιφάνειας του θερμοκηπίου. Δηλαδή, για ένα στρέμμα θερμοκηπίου απαιτείται έκταση 80 – 100 m<sup>2</sup> κρεβατιού. Οι χώροι των κρεβατιών απολυμαίνονται από τον ήλιο, χωρίς ζιζάνια (μέσα και γύρω). Υπάρχει ένα δίχτυ καλυμμένο με έντομα στα παράθυρα και τις πόρτες τους, για να μειωθεί ο κίνδυνος μόλυνσης από το εξωτερικό περιβάλλον.

#### *Φύτεμα:*

Η φύτευση της τομάτας σε πλαστικά κύπελλα ή σε ομαδικά μέσα σποράς γίνεται περίπου μία εβδομάδα μετά τη βλάστηση, στο στάδιο ανάπτυξης του πρώτου αληθινού φύλλου, με τις κοτυληδόνες να απλώνονται καλά. Ο σκοπός της μεταφύτευσης είναι να αναπτυχθεί ένα πλούσιο ριζικό σύστημα των δενδρυλλίων που διακλαδίζεται καλά από τα σημεία τραυματισμού της ρίζας. Τα πλαστικά κύπελλα ή τα μέσα ομαδικής σποράς έρχονται σε διάφορα μεγέθη ανάλογα με το πόσο καιρό τα φυτώρια προορίζονται να μείνουν σε αυτά και έχουν τρύπες στη βάση τους για να αφαιρέσουν το νερό άρδευσης. Γεμίζουν υπόστρωμα, η επιφάνεια τους πιέζεται έτσι ώστε οι ρίζες των δενδρυλλίων να προσκολλώνται στο υπόστρωμα, τοποθετούνται στους πάγκους και ποτίζονται. Αυτά τα κουτιά ποτίζονται λίγες ώρες πριν από τη μεταφύτευση για να διευκολυνθεί η εξαγωγή των φυτών.

#### *Άρδευση:*

Η άρδευση είναι μια δουλειά που απαιτεί εμπειρία και ικανότητα σωστής

εκτίμησης των καθημερινών αναγκών του φυτού σε νερό. Λίγο πολύ νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να προκαλέσει τεράστια ζημιά στην καλλιέργεια της ντομάτας. Η ακανόνιστη άρδευση είναι επικίνδυνη επειδή μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στο φυτό. Οι ανάγκες του φυτού σε νερό δεν είναι ίδιες κατά την καλλιέργεια. Η εφαρμογή άρδευσης επηρεάζεται από το έδαφος, την ένταση του φωτός, τη θερμοκρασία, την ξηρασία, την επιφάνεια των φύλλων του φυτού, την ηλικία του, τον όγκο παραγωγής, το στάδιο ωρίμανσης και την ποιότητα του νερού.

#### *Λίπανση:*

Εκτός από τη βασική λίπανση, η οποία γίνεται κατά την προετοιμασία του εδάφους, απαιτείται εφαρμογή επιφανειακών λιπασμάτων κατά την ανάπτυξη και καρποφορία των φυτών. Βασικό στοιχείο της επιτυχίας μιας καλλιέργειας ντομάτας στο θερμοκήπιο είναι η έγκαιρη και ισορροπημένη λίπανση και άρδευση. Η εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης μπορεί να γίνει είτε με την άμεση χρήση στερεών λιπασμάτων (διασπορά στην επιφανειακή άρδευση ή ενσωμάτωση - άρδευση) είτε μαζί με νερό άρδευσης ή φυλλώδη λιπάσματα. Η πιο επιθυμητή και εύκολη προσέγγιση της επιφανειακής λίπανσης είναι η τροφοδοσία διαλυμάτων των λιπαντικών στοιχείων στο νερό άρδευσης με τη βοήθεια ειδικών λιπαντικών.

#### *Κλάδεμα:*

Το κλάδεμα στοχεύει στην εξισορρόπηση της βλάστησης και της καρποφορίας, στον περιορισμό του αριθμού των ταξιανθιών στον κεντρικό μονόκλωνο τύπο, στη συγκέντρωση της παραγωγής φυτών σε ορισμένο χρονικό διάστημα, στην εξασφάλιση της ομοιογένειας των φρούτων, στη βελτίωση της ποιότητας των φρούτων (γεύση, συνοχή, χρώμα κ.λπ.), στη διευκόλυνση της εκτέλεσης των καλλιεργητικών έργων, στη διευκόλυνση της εκμετάλλευσης του χώρου του θερμοκηπίου από τα φυτά και στη διευκόλυνση της επιθεώρησης της καλλιέργειας (Ολύμπιος, 2001).

### **3.5 Συγκομιδή Τομάτας**

Ο καρπός πρέπει να συγκομιστεί μετά την έναρξη της αλλαγής χρώματος από πράσινο σε ελαφρώς κόκκινο. Το ακριβές στάδιο ωριμότητας των καρπών κατά τη συγκομιδή καθορίζεται επίσης από την αγορά προορισμού του προϊόντος. Για παράδειγμα, όταν ο καρπός προορίζεται για την τοπική αγορά, συγκομίζεται

σχεδόν ώριμος.

Οι καρποί συλλέγονται με το χέρι και πρέπει να φέρουν τον κάλυκα και μέρος του λοβού. Είναι καλύτερο να συλλέγετε το πρωί, όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και να μετακινηθείτε γρήγορα σε δροσερό μέρος για διαλογή και συσκευασία. Για τη συγκομιδή χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα, όπως πλαστικοί ή μεταλλικοί κάδοι, πλαστικά, ξύλινα κουτιά ή χαρτοκιβώτια κ.λπ. Θα ήταν καλό να συγκομίζετε κάθε μέρα, αλλά αυτό σημαίνει σημαντική επιβάρυνση στο κόστος παραγωγής. Για το λόγο αυτό, το χειμώνα η συγκομιδή γίνεται μία φορά την εβδομάδα, ενώ άλλες εποχές του χρόνου γίνεται 2-3 φορές την εβδομάδα. Η μέση παραγωγή ενός φυτού τομάτας που καλλιεργείται στο θερμοκήπιο φτάνει τα 3,5 κιλά, ενώ η μέση απόδοση της καλλιέργειας τομάτας υπό κάλυψη είναι 7-9 τόνοι / στρέμμα (Σάββας, 2016).



**Εικόνα 8.** Η καλλιέργεια τομάτας σε θερμοκήπιο (<https://docplayer.gr/47599064-I-kalliergeia-tis-tomatas-sto-thermokipio.html>)

### **3.6 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα θερμοκηπιακής καλλιέργειας της τομάτας**



**Εικόνα 9.** Οφέλη των θερμοκηπίων (<https://garden-el.desiguspro.com/tomat/58-vyrashhivanie-v-teplitse.html#i>)

*Πλεονεκτήματα θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας:*

- ✓ Νωρίτερα, σχεδόν ένα μήνα, ωρίμανση των τοματών.
- ✓ Υψηλή απόδοση.
- ✓ Προστασία από δυσμενείς καιρικές επιπτώσεις - παγετός, έλλειψη θερμότητας, χαλάζι.
- ✓ Δυνατότητα φύτευσης θερμοφιλικών και απροσδιόριστων ειδών.
- ✓ Προστασία από παράσιτα.

*Μειονεκτήματα θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας:*

- ✓ Πρόσθετες δαπάνες για την κατασκευή, θέρμανση, συντήρηση θερμοκηπίων.
- ✓ Συνεχής έλεγχος της θερμοκρασίας, καθώς σε θερμοκρασία άνω των 30°C, υπάρχει κίνδυνος επιβράδυνσης του σχηματισμού των ωοθηκών και απώλειας τοματών.
- ✓ Ανάγκη για μέτρα επικονίασης.
- ✓ Θεραπεία και προστασία από μυκητιασικές λοιμώξεις.
- ✓ Καταπολέμηση της συμπύκνωσης

(<https://garden-el.desiguspro.com/tomat/58-vyrashhivanie-v-teplitse.html#i>).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

#### 4.1 Περιγραφή της υδατικής καταπόνησης σε καλλιέργειες

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ξηρασία σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες και υψηλής έντασης ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί τον σημαντικότερο περιοριστικό περιβαλλοντικό παράγοντα καταπόνησης για την επιβίωση των φυτών και την παραγωγικότητα των καλλιεργειών (Flexas et al., 2006).



**Εικόνα 10.** Υδατική καταπόνηση σε καλλιέργεια τομάτας (Chaves et. al., 2003).

Η ξηρασία, ως κλιματικός παράγοντας, είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού της περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού (από την ατμόσφαιρα ή/και από το έδαφος) και της απώλειάς του (μέσω της εξατμισοδιαπνοής). Οι επιπτώσεις της υδατικής καταπόνησης στην παραγωγικότητα ή και επιβίωση των φυτών είναι πολυσύνθετες και διαφέρουν ανάλογα με την ένταση και τη διάρκεια της καταπόνησης (Chaves et al., 2003).

Σήμερα, η συνεχώς αυξανόμενη ανησυχία για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής οδηγεί την έρευνα σε νέες κατευθύνσεις οι οποίες έχουν ως στόχο την βελτιστοποίηση των καλλιεργητικών και αρδευτικών μεθόδων και την επιλογή γονοτύπων με λιγότερες απαιτήσεις σε νερό. Τα σενάρια της κλιματικής αλλαγής προβλέπουν αύξηση των συνθηκών ξηρασίας σε πολλές περιοχές του πλανήτη

όπου στο πρόσφατο παρελθόν δεν είχαν καταγραφεί προβλήματα, με αποτέλεσμα τη μείωση των καλλιεργητικών αποδόσεων.

Η ανάπτυξη και η επιβίωση των φυτών σε συνθήκες ξηρασίας εξαρτώνται άμεσα από την ικανότητα προσαρμογής και εγκλιματισμού τους. Για αυτόν τον λόγο οι μηχανισμοί αντοχής στην ξηρασία αποτελούν ερευνητικό αντικείμενο εξέχουσας σημασίας (Fan, et al., 2009).

## 4.2 Στρατηγικές αντιμετώπισης υδατικής καταπόνησης

Ο όρος στρατηγική αναφέρεται σε μια ακολουθία γενετικά καθορισμένων μηχανισμών που επιτρέπουν σε έναν φυτικό οργανισμό να επιβιώσει σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Η επιλογή της μεμονωμένης στρατηγικής από κάθε μονάδα σε σχέση με έναν συγκεκριμένο παράγοντα καταπόνησης, προϋποθέτει τις κατάλληλες τροποποιήσεις ως προς τις δομές ή τις λειτουργίες. Εάν οι τροποποιήσεις καθορίζονται γενετικά και συμβαίνουν μέσω της διαδικασίας επιλογής σε μια περίοδο αρκετών γενεών, περιγράφονται με τον όρο προσαρμογή.

Οι αποκτώμενες αλλαγές στα μορφολογικά ή / και φυσιολογικά χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου ενός φυτικού οργανισμού, ως απάντηση στην ύπαρξη ενός ή περισσότερων στρεσογόνων παραγόντων αναφέρονται ως εγκλιματισμός. Αυτές οι επαγόμενες τροποποιήσεις δεν μεταβιβάζονται ως χαρακτήρας στην επόμενη γενιά. Ωστόσο, η ικανότητα εγκλιματισμού είναι ένα γενετικά καθορισμένο χαρακτηριστικό. Τα φυτά έχουν αναπτύξει τρεις βασικές στρατηγικές για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας: διαφυγή, ανοχή και αποφυγή (Καραμπουρνιώτης, 2012).

Διαφυγή: Αυτή η στρατηγική υιοθετείται από φυτικούς οργανισμούς που ολοκληρώνουν τον (σύντομο) βιολογικό τους κύκλο εντός της ευνοϊκής περιόδου με αρκετό νερό, επομένως δεν χρειάζονται τη λειτουργία μηχανισμών διαχείρισης της ξηρασίας.

Ανθεκτικότητα: Αφορά τη διατήρηση της στοιχειώδους μεταβολικής δραστηριότητας ακόμη και σε πολύ χαμηλά επίπεδα κυτταροπλασματικού δυναμικού νερού.

➤ Οσμωτική εξισορρόπηση ή οσμωρύθμιση: Η οσμωρύθμιση αναφέρεται στη ρύθμιση του οσμωτικού δυναμικού των ιστών σε χαμηλότερα επίπεδα μέσω της συσσώρευσης οσμωτικά ενεργών μεταβολιτών. Η οσμωτική ισορροπία έχει ως αποτέλεσμα τη διευκόλυνση της πρόσληψης νερού δημιουργώντας



χαμηλότερο δυναμικό ιστού (Martinez et al., 2007).

Υπό αυτές τις συνθήκες είναι δυνατόν να αφομοιωθεί το CO<sub>2</sub>, αφού τα στόματα μπορεί να παραμείνουν πλήρως ή εν μέρει ανοιχτά. Η οσμωρύθμιση αποτελεί σημαντικό παράγοντα αντοχής στην ξηρασία για σημαντικό αριθμό καλλιεργούμενων φυτών (Martinez et al., 2007).

Οι οσμωτικά ενεργοί μεταβολίτες που συσσωρεύονται περιλαμβάνουν ανόργανα ιόντα και οργανικές ενώσεις. Αυτές οι οργανικές ενώσεις αναφέρονται ως συμβατά οσμωτικά γιατί εκτός από την οσμωρυθμιστική τους δράση, προστατεύουν ευαίσθητα μόρια (κυρίως πρωτεΐνες) από αφυδάτωση και περαιτέρω μετουσίωση και καταστροφή των μορίων τους (Khan et al., 2011).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ετερογενής ομάδα οργανικών ουσιών που περιλαμβάνει εξαιρετικά διαλυτά μόρια, όπως αμινοξέα (προλίνη), ενώσεις τεταρτοταγούς αμμωνίου και σάκχαρα κυρίως του τύπου πολυϋδροξυαλκοολών (μαννιτόλη, σορβιτόλη, πινιτόλη). Επιπλέον, ορισμένα συμβατά οσμωλυτικά (όπως σορβιτόλη, μαννιτόλη και προλίνη) δρουν επίσης ως αντιοξειδωτικά, εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (Khan et al., 2011).

➤ **Αντοχή σε έντονη και παρατεταμένη αφυδάτωση:** Αυτός ο τύπος αντίστασης παρατηρείται κυρίως σε οργανισμούς των οποίων η σχετική περιεκτικότητα σε νερό είναι σε ισορροπία με τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, όπως οι ποικίλοι οργανισμοί, οι οποίοι έχουν προσαρμοστεί σωστά στα κύτταρα να επιβιώσουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, αν και η σχετική περιεκτικότητά τους σε νερό μειώνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν μονοκύτταροι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, βρύα, λειχήνες, καθώς και μερικά ανώτερα φυτά.

Στην περίπτωση των βρύων, η ικανότητα επιβίωσης υπό σχεδόν πλήρη αφυδάτωση οφείλεται κυρίως στη λειτουργία μηχανισμών για την αποκατάσταση της βλάβης που προκαλείται στα κύτταρα από την αφυδάτωση όταν το σώμα είναι ενυδατωμένο. Η ικανότητα των κυττάρων να επιβιώνουν σε συνθήκες σχεδόν πλήρους αφυδάτωσης, η οποία συμβαίνει με τη μετάβαση στη λεγόμενη κατάσταση αναβίωσης, είναι ένα κοινό χαρακτηριστικό αυτών των ειδών. Η αντικατάσταση του νερού των υγροτόπων με συμβατά οσμωτικά και οι αναστρέψιμες αλλαγές στα μηχανικά χαρακτηριστικά του κυτταρικού τοιχώματος εξασφαλίζουν τη μηχανική σταθεροποίηση των υποκυτταρικών δομών.

Πρόσθετη προστασία από γενικευμένη αποσταθεροποίηση των υποκυτταρικών δομών υπό συνθήκες έντονης αφυδάτωσης εξασφαλίζεται με υαλοποίηση του κυτταροπλάσματος, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της σύνθεσης ορισμένων μορίων υδατανθράκων (όπως μεμβράνες σακχαρόζης, ραφινόζης, ραφινόζης), ορισμένων πρωτεϊνών. Επίσης, οι ιστοί αυτών των φυτών έχουν λίγα πλάσματα και κυτταρικά τοιχώματα ανθεκτικά στην αφυδάτωση.

Η ισχυρή αντιοξειδωτική προστασία παίζει επίσης σημαντικό ρόλο, επειδή η σταδιακή αφυδάτωση των ιστών οδηγεί σε αύξηση των ενεργών μορφών οξυγόνου. Σε περίπτωση ενυδάτωσης, τα φυτά ανακτούν σύντομα τη φυσιολογική μεταβολική τους δραστηριότητα (Khan et al., 2011).

Αποφυγή: Αφορά την διατήρηση του δυναμικού του νερού των κυττάρων σε σχετικά υψηλά επίπεδα μέσω κατάλληλων μηχανισμών, με αποτέλεσμα τα κύτταρα των ιστών τους να μην έχουν την εμπειρία της αφυδάτωσης. Οι κύριες παραλλαγές της στρατηγικής αυτής είναι δύο: **α) Αποφυγή με οικονομία νερού:** Τα φυτά αυτά διαθέτουν την ικανότητα περιορισμού των διαπνευστικών απωλειών με ταυτόχρονη διατήρηση της ικανότητας αφομοίωσης CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα. Η εξοικονόμηση νερού και η διαφύλαξη των λιγοστών αποθεμάτων κατά τη διάρκεια της δυσμενούς περιόδου επιτυγχάνεται μέσω της διατήρησης υψηλού δυναμικού του νερού στα κύτταρα των ιστών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα φυτά CAM. Η επιτυχία της στρατηγικής αυτής βασίζεται σε ορισμένα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά:

- ✓ Μορφολογικοί χαρακτήρες, οι οποίοι παρεμβάλλουν ισχυρή αντίσταση στις διαπνευστικές ή άλλες απώλειες νερού όπως η ισχυρή και παχιά εφυμενίδα, η κάλυψη των επιφανειών από στρώματα τριχών, η τοποθέτηση στομάτων σε κρύπτες ή η κάλυψη τους από στρώματα κηρών κ.α.
- ✓ Η αποθήκευση νερού σε κατάλληλους ιστούς (εξαιρετικά διαδεδομένη στα παχύφυτα).
- ✓ Περιορισμός στο ελάχιστο των επιφανειών οργάνων τα οποία έρχονται σε επαφή με την ατμόσφαιρα (π.χ. με εξισορρόπηση φυλλικής επιφάνειας).
- ✓ Ύπαρξη βλαστών οι οποίοι συνεισφέρουν σημαντικά στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα του οργανισμού.
- ✓ Περιορισμένος αριθμός στομάτων ανά μονάδα επιφάνειας.

✓ Ιδιόμορφη μεταβολική δραστηριότητα, άνοιγμα στομάτων στη διάρκεια της νύχτας.

**β) Αποφυγή με κατανάλωση νερού:**

✓ Δυνατότητα επίτευξης χαμηλού δυναμικού του νερού στη ρίζα (αποτελεσματικότερη άντληση νερού από το έδαφος). Τα φυτά αυτής της κατηγορίας δίδουν προτεραιότητα στην εξεύρεση και αποτελεσματική άντληση του νερού του περιβάλλοντος και φέρουν ορισμένα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά όπως:

- Αύξηση λόγου υπόγειου/υπέργειου τμήματος. Δίδεται προτεραιότητα στην ανάπτυξη εκτεταμένου ριζικού συστήματος ώστε αυτό να προσεγγίζει τον υδροφόρο ορίζοντα.
  - Αύξηση της αγωγιμότητας στη μεταφορά νερού μέσω αύξησης των αγωγών ιστών μεταφοράς νερού (πολυάριθμα αγγεία ξύλου, έντονη παρουσία και διακλάδωση νευρώσεων) και μείωσης της απόστασης μεταφοράς νερού.
- Δυνατότητα απορρόφησης νερού από υπέργεια όργανα (π.χ. φύλλα, βλαστούς, εναέριες ρίζες επιφύτων) (Martinez et al., 2007).

Σημαντικό ρόλο στην στρατηγική αντιμετώπισης της υδατικής καταπόνησης έχουν οι καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόζονται στο σύνολο της παραγωγικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα για την αποδοτικότητα του νερού σε συνθήκες όπου είναι ελλειπής θα πρέπει να περιοριστεί η εξάτμιση του από το έδαφος. Η μείωση της εξάτμισης θα προέλθει από την απουσία επιφανειακού νερού και την χρήση ειδικών πλαστικών φιλμ ανά σειρά καλλιέργειας ώστε οι υδρατμοί να μην εισέρχονται στο περιβάλλον του θερμοκηπίου.

Για την απουσία επιφανειακού νερού, κύριο λόγο κατέχουν τα σύγχρονα συστήματα άρδευσης. Συγκεκριμένα η άριστη κατάσταση αρδευτικού συστήματος και εκσυγχρονισμένα συστήματα άρδευσης, δίνουν την δυνατότητα στον ακριβή προσδιορισμό της δόσης αρδεύσης, με αποτέλεσμα στη ριζόσφαιρα να μην υπάρχει περίσσεια ύδατος. Το συγκεκριμένο γεγονός επιτυγχάνεται από την χρήση μετεωρολογικών δεδομένων παραδείγματος χάριν θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ένταση, άνεμος καθώς και τις εσωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, συνδράμοντας στην πλήρη γνώση της δόσης αρδεύσης.

Επιπλέον η ορθολογική χρήση λιπασμάτων και οργανικής ουσίας θα αποτρέψουν την βαθιά διήθηση του νερού , ώστε να είναι εύκολα διαθέσιμο στην ρίζα του φυτού .

Όσον αφορά την διαπνοή θα πρέπει να μειώθει αισθητά ωστα να μην υπάρχουν μεγάλες απώλειες νερού . Το σωστό κλάδεμα και ο έλεγχος των εσωτερικών συνθηκών του θερμοκηπίου και ειδικότερα θερμοκρασία-υγρασία εξοικονομούν μεγάλες ποσότητες ύδατος .

### **4.3 Μορφολογικές τροποποιήσεις της καλλιέργειας λόγω υδατικής καταπόνησης**

Το υδατικό στρες προκαλεί αλλαγές σε μορφολογικό, φυσιολογικό και μοριακό επίπεδο. Η έλλειψη νερού προκαλεί ένα ευρύ φάσμα αντιδράσεων που μπορεί να περιλαμβάνουν αλλαγές στη γονιδιακή ρύθμιση και επακόλουθες αλλαγές στις βιοχημικές οδούς, την ανάπτυξη και ανάπτυξη των φυτών. Τα συμπτώματα γίνονται εμφανή σε σύντομο χρονικό διάστημα και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι κοινά σε όλα τα φυτά.

*Μορφολογικές τροποποιήσεις:*

**1.** Περιορισμός της αυξανόμενης επιφάνειας των φύλλων: Η παρεμπόδιση της διαστολής των κυττάρων λόγω ανεπαρκούς πίεσης στη σπάτουλα είναι το πρώτο ορατό σύμπτωμα αφυδάτωσης. Επειδή η ανάπτυξη των φύλλων εξαρτάται επίσης από την επέκταση των κυττάρων, παρατηρείται μείωση της επιφάνειας των φύλλων ως βραχυπρόθεσμο αποτέλεσμα της καταπόνησης του νερού. Μαζί με τη μείωση της επιφάνειας του φύλλου, μειώνονται οι αναπνευστικές απώλειες.

**2.** Αλλαγή του υπέργειου / υπόγειου τμήματος του φυτού: Η ικανότητα ωσμώσεως των ριζικών κυττάρων, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η πτώση του δυναμικού του νερού (σε χαμηλότερα επίπεδα του δυναμικού των υπόγειων υδάτων) στα κύτταρα, με αποτέλεσμα οι ρίζες να διατηρούν την ικανότητα να αντλεί νερό από το έδαφος. Επίσης τα ριζικά κύτταρα έχουν την ικανότητα να

αναπτύσσονται σε χαμηλότερες δυνατότητες νερού από τα κύτταρα των φύλλων. Επομένως, υπό συνθήκες πίεσης στο νερό, ο ρυθμός ανάπτυξης της ρίζας είναι ταχύτερος από αυτόν του βλαστού, με αποτέλεσμα ο λόγος βλαστών ρίζας να αλλάζει υπέρ του υπόγειου τμήματος, το οποίο είναι υπεύθυνο για την άντληση νερού και επομένως για την επιβίωση των φυτών. Αυτή η αναλογία ρυθμίζεται, εκτός από τις διατροφικές συνθήκες και το στάδιο ανάπτυξης, τόσο από τη δυνατότητα τροφοδοσίας του στελέχους με νερό από τη ρίζα, όσο και από τη δυνατότητα τροφοδοσίας της ρίζας με φωτοσυνθετικά προϊόντα από το στέλεχος. Η μείωση της διαστολής των φύλλων σημαίνει μείωση των αναγκών των φύλλων για φωτοσυνθετικό προϊόν και μεταφορά υψηλότερου ποσοστού φωτοσυνθετικών προϊόντων στη ρίζα με αποτέλεσμα την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σε βαθύτερα στρώματα εδάφους.

**3.** Περιορισμός της αναπνεύσιμης επιφάνειας με την εξάλειψη των παλαιότερων φύλλων: Σε πολλές περιπτώσεις, η έλλειψη νερού οδηγεί σε γήρανση και κοπή των παλαιότερων φύλλων με αποτέλεσμα τη συγκράτηση μόνο των κορυφαίων νεότερων φύλλων στο βλαστό. Σε αυτόν τον μηχανισμό, που αναφέρεται ως εξισορρόπηση της επιφάνειας των φύλλων, εμπλέκεται το αιθυλένιο και στοχεύει να μειώσει δραστικά την αναπνεύσιμη επιφάνεια και έτσι να εξοικονομήσει νερό.

**4.** Τροποποίηση του ενεργειακού ισοζυγίου της πλάκας για την αποφυγή υπερθέρμανσης μέσω κατάλληλων κινήσεων: Υπό συνθήκες πίεσης στο νερό, το κλείσιμο των στομιών βοηθά στη μείωση των αναπνεύσιμων απωλειών, αλλά επίσης μειώνει τη διάχυση της θερμότητας με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του φύλλου. Ορισμένα φυτά μετριάζουν τα αναπόφευκτα αποτελέσματα της αύξησης της θερμοκρασίας με κατάλληλες κινήσεις της πλάκας για να αποτρέψουν την άμεση έκθεσή της στο ηλιακό φως. Τον ίδιο ρόλο παίζει το στρίψιμο της πλάκας (μέσω των κατάλληλων κυψελωτών κυττάρων) χόρτων, αλλά και μερικών δικοτυλήδων όπως το δεντρολίβανο.

**5.** Αυξημένη αντίσταση στη ροή του νερού: Ο μαρασμός της ρίζας την κάνει να απομακρύνεται από τα σωματίδια του εδάφους που εξακολουθούν να συγκρατούν νερό και στις περισσότερες περιπτώσεις οι τρίχες της ρίζας κόβονται. Σε συνθήκες έλλειψης νερού, η προστασία του οργάνου από πλήρη αφυδάτωση επιτυγχάνεται καλύπτοντας το υποδόριο με φαλένη (σουβερίνη) που έχει ως συνέπεια πρόσθετη αντίσταση στη μεταφορά μορίων νερού. Επίσης, η

καταπόνηση του νερού μπορεί να προκαλέσει τη δημιουργία εμβόλων, δηλαδή ρήξη της στήλης νερού στα αγγεία και διακοπή της συνέχειάς της. Αυτό οδηγεί σε αύξηση της αντίστασης ροής νερού στο αγγειακό σύστημα μεταφοράς (Αϊβαλάκης, 2005).

#### 4.4 Δείκτης υδατικής καταπόνησης καλλιέργειας

Μέσα στο θερμοκήπιο, δεν υπάρχουν φυσικές βροχοπτώσεις, οπότε όλο το νερό που χάνεται από την εξάτμιση και την αποστράγγιση πρέπει να αναπληρώνεται από τον καλλιεργητή, έτσι ώστε τα φυτά να είναι πάντα σε άριστη κατάσταση νερού. Έτσι, η ακριβής μέτρηση της κατάστασης του νερού του φυτού ή του εδάφους είναι κρίσιμη, καθώς η γνώση της κατάστασης του νερού των φυτών μπορεί να παρέχει σημαντικές πληροφορίες για το σχεδιασμό της άρδευσης σε μονάδα θερμοκηπίου. Δυστυχώς, δεν υπάρχει ένα μόνο ή "καλύτερο" μέτρο της κατάστασης του νερού που να ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις.

Η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου ή μεθόδων για τη μέτρηση ή την περιγραφή της υδάτινης κατάστασης για κάθε περίπτωση εξαρτάται από τον σκοπό του πειραματιστή και μπορεί να διαφέρει από περίπτωση σε περίπτωση ανάλογα με τον σκοπό του πειράματος (Jones, 2007).

Η μέθοδος μέτρησης της σχετικής περιεκτικότητας σε νερό καθιστά δυνατή τη μέτρηση της περιεκτικότητας σε νερό στον φυτικό ιστό. Ένα μεγάλο πρόβλημα με τις μετρήσεις περιεχομένου νερού, ακόμη και σχετικές μετρήσεις, είναι ότι τέτοιες μετρήσεις δεν σχετίζονται απαραίτητα με την ευκολία με την οποία το νερό μπορεί να εξαχθεί από τον φυτικό ιστό, γι' αυτό και χρησιμοποιούνται μέθοδοι που βασίζονται στην ενεργειακή του κατάσταση φυτού. Έχει αναγνωρισθεί ότι οι μετρήσεις της κατάστασης του νερού με βάση την ενεργειακή κατάσταση έχουν ένα πλεονέκτημα έναντι των καθαρά ογκομετρικών μετρήσεων.

Υπάρχει ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης έμμεσης κατάστασης του νερού που βασίζεται στην ανάλυση της ανάπτυξης των φυτών ή στις φυσιολογικές αντιδράσεις, γνωστοί ως δείκτες έλλειψης νερού. Αυτοί οι δείκτες οφείλονται σε ορατές αλλαγές στα φυτά όπως μαρασμός, συρρίκνωση στελέχους, φύλλου ή καρπού και φυσιολογικές αντιδράσεις φυτών, όπως μείωση του ρυθμού αναπνοής και φωτοσύνθεση.

Τα υγιή φυτά πρέπει να τροφοδοτούνται με αρκετό νερό για να καλύψουν τις ανάγκες εξάτμισης για τη λειτουργία της εφίδρωσης. Η καταπόνηση του νερού στο φυτό και ο σταδιακός μαρασμός, συμβαίνουν όταν οι απαιτήσεις για αναπνοή υπερβαίνουν το ρυθμό παροχής νερού από τη ρίζα στο φυτό. Για σωστή εφαρμογή της διαχείρισης των υδάτων σε ελεγχόμενο περιβάλλον παραγωγής φυτών, είναι απαραίτητο να εντοπίζεται η καταπόνηση του νερού όσο το δυνατόν νωρίτερα για τον έλεγχο του προγράμματος άρδευσης (Kacira et al., 2002).

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

#### 5.1 Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας αφορά στη συγκριτική αξιολόγηση της επίδρασης διαφόρων σκευασμάτων βιοδιεγερτών στην ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών τομάτας, υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης σε καλλιέργεια θερμοκηπίου. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο της Γεωπονικής σχολής Βόλου στο αγρόκτημα στην περιοχή Βελεστίνο.

Φυτικό υλικό: Τα φυτά τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα, στο θερμοκήπιο ήταν αυτόρριζα φυτά ποικιλίας τομάτας Merilia. Οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 0,5 μέτρα ανά φυτό και 0,8 μέτρα η απόσταση γραμμών ( κατά προσέγγιση 2500 φυτά/στρ) .

Η φύτευση των φυτών έγινε στις 22/3/2019, ενώ η αντικατάσταση των ξηραμένων φυτών έγινε τις 29/3/2019. Κατά την αντικατάσταση ξηραμένων φυτών, εγκαταστάθηκαν 15 νέα φυτά.

Για την διατήρηση του φυτικού υλικού σε καλή κατάσταση, κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο θερμοκήπιο, έγιναν κάποιες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως άρδευση, αφαίρεση των ζιζανίων, κλάδεμα, καθώς επίσης και στήριξη των φυτών με σπάγκο.

Θα λέγαμε ότι σημαντική φροντίδα της καλλιέργειας των φυτών της τομάτας, είναι και η λίπανση. Κατά τη διαδικασία της λίπανσης χρησιμοποιήθηκε δεξαμενή χωρητικότητας 1800 λίτρων, ενώ συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 9 δεξαμενές.

Καλλιέργεια φυτών Τομάτας: Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν μια πειραματική διάταξη. Η καλλιέργεια ήταν εγκατεστημένη σε έξι σειρές. Σε κάθε σειρά ήταν τοποθετημένα 4 πεντάδες φυτών. Συνολικά κάθε σειρά περιλάμβανε 20 φυτά. Χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή 120 φυτά για το θερμοκήπιο. Οι διάφορες μετρήσεις που έγιναν, πέντε συνολικά, πραγματοποιήθηκαν σε ορισμένες ημερομηνίες.

Έτσι η πρώτη μέτρηση έγινε τις 14/6/2019, η δεύτερη μέτρηση έγινε τις 19/6/2019, η τρίτη μέτρηση τις 27/6/2019, η τέταρτη τις 4/7/2019 και η Πέμπτη μέτρηση έγινε τις 10/7/2019. Οι μετρήσεις αυτές αντιπροσωπεύουν τη συγκομιδή

των καρπών της τομάτας. Τα πειραματικά δεδομένα του θερμοκηπίου που εφαρμόστηκαν παρουσιάζονται παρακάτω. Οι συντομεύσεις επεξηγούνται ως εξής:

Αρχικά πραγματοποιήθηκε τις 15/3/2019 η διαδικασία της αντιμετώπισης των ζιζανίων. Εν συνεχεία έγινε η προετοιμασία του εδάφους, το όργωμα, για να γίνει ιδανική η κατάσταση της φύτευσης. Τα φυτά στο θερμοκήπιο αρδεύονταν με σύστημα στάγδην άρδευσης, αφού προηγουμένως τις 20/3/2019, έγινε η εγκατάσταση του συστήματος άρδευσης.

Στη συνέχεια έγινε μια σειρά από ενέργειες για την φροντίδα της καλλιέργειας, όπως κλάδεμα και αφαίρεση ζιζανίων. Ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν στις κάτωθι ημερομηνίες: 5/4/2019, 10/4/2019, 17/4/2019, 30/4/2019, 7/5/2019, 15/5/2019, 23/5/2019, 30/5/2019, 13/6/2019, 18/6/2019, 25/6/2019, 30/6/2019 και 5/7/2019. Στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια μετά τη φύτευση των φυτών, εφαρμόστηκε ριζοπότισμα με αναλογία 500 mL σε κάθε φυτό με δόσεις σκευασμάτων 50 mL σε 25 L των TWIN ANTISTRESS -NOMOREN και 20 mL σε 25 L για το σκεύασμα X STRESS αντίστοιχα. Κατά την πειραματική διαδικασία έγιναν οι κάτωθι διαδικασίες.

Πρώτο ριζοπότισμα τις 10/5/2019 και έναρξη της άρδευσης καταπόνησης. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε άρδευση καταπόνησης 30 λεπτών με παροχή 300 L στις πρώτες τρεις σειρές και φυσιολογική άρδευση 60 λεπτών με παροχή 600 L νερού στις υπόλοιπες τρεις σειρές.

Η διαδικασία επαναλαμβάνονταν κάθε Δευτέρα, Τετάρτη και Παρασκευή μέχρι τέλος του πειράματος.

Δεύτερο ριζοπότισμα τις 23/5/2019

Τρίτο ριζοπότισμα τις 7/6/2019.

Η διαδικασία της υδρολίπανσης πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονα με την άρδευση, χρησιμοποιήθηκε δεξαμενή χωρητικότητας 1800 λίτρων, ενώ συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 9 δεξαμενές.

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε προσθήκη λιπάσματος 20-20-20 (συγκέντρωση 300 mg/L από N-P-K). Κατά την ανθοφορία των φυτών χρησιμοποιήθηκαν άλλες δύο δεξαμενές ίδιας χωρητικότητας, με μείγμα λιπασμάτων νιτρικού καλίου και νιτρικού ασβεστίου ( $\text{KNO}_3 + \text{CaNO}_3$ ) ώστε να υπάρχει η αναλογία N/K ίση με 2/3 ( 167 ppm αζώτου / 333 ppm K ) με αποτέλεσμα να αποφευχθεί η έλλειψη

ασβεστίου, η οποία έχει συνέπεια την εμφάνιση μαύρης βούλας στον καρπό της τομάτας .

Μετρήσεις: Οι μετρήσεις που έγιναν στηρίχθηκαν στην απόδοση των φυτών σε (g), κατά την συγκομιδή. Οι συγκεκριμένες αυτές μετρήσεις αναφέρθηκαν πιο πάνω. Μετρήθηκε ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό και ο αριθμός των ανθέων που εμφανίζονταν σε κάθε ταξιανθία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι καταβάλλονταν κάθε προσπάθεια ώστε τα άνθη να βρίσκονται στο ίδιο στάδιο, κατά την πλήρη άνθηση.

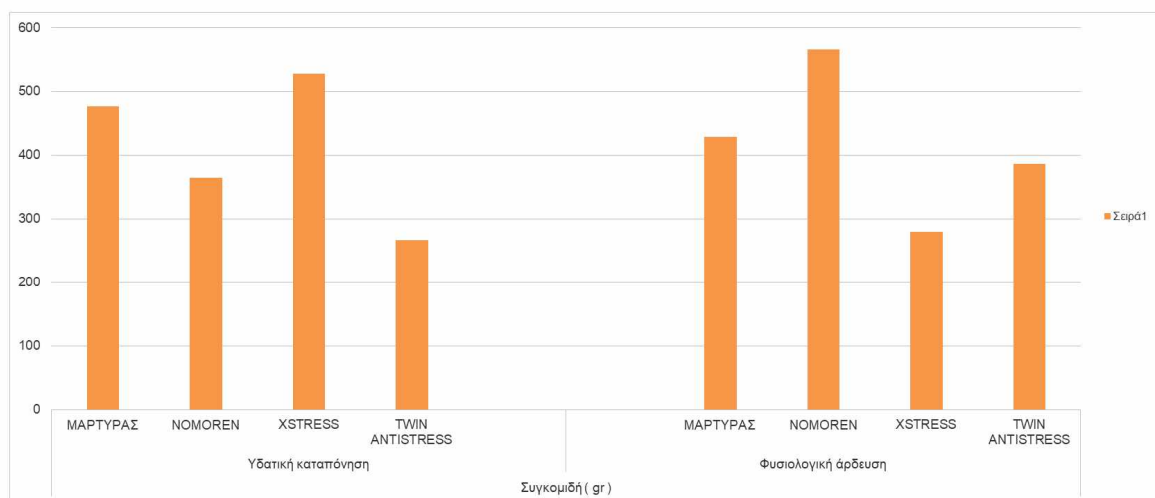
Η συγκομιδή καρπών ξεκίνησε στις (14/06/2019) και πραγματοποιήθηκαν συνολικά έξι συγκομιδές. Το κριτήριο για τη συγκομιδή των καρπών ήταν το χρώμα του καρπού. Για να γίνει η συγκομιδή έπρεπε οι καρποί να βρίσκονταν στο στάδιο του κόκκινου χρώματος. Η συγκομιδή πραγματοποιούνταν με το χέρι με τη βοήθεια του κλαδευτικού ψαλιδιού ενώ οι καρποί αποχωρίζονταν από το φυτό με τον κάλυκά τους και μέρος του ποδίσκου.

Για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο έγινε συγκομιδή 120 φυτών, με διάταξη όπως και προαναφέρθηκε τις 4 πεντάδες φυτών ανά σειρά.

Να σημειώσουμε ότι οι μετρήσεις για την απόδοση της συγκομιδής των φυτών έγινε με κριτήριο οι τρεις πρώτες σειρές να έχουν υποστεί υδατική καταπόνηση. Έτσι τα αποτελέσματα που πάρθηκαν κατά την πειραματική αυτή διαδικασία δίνονται παρακάτω.

## 5.2 Αποτελέσματα

Πρώτη μεταχείριση 14/6/2019



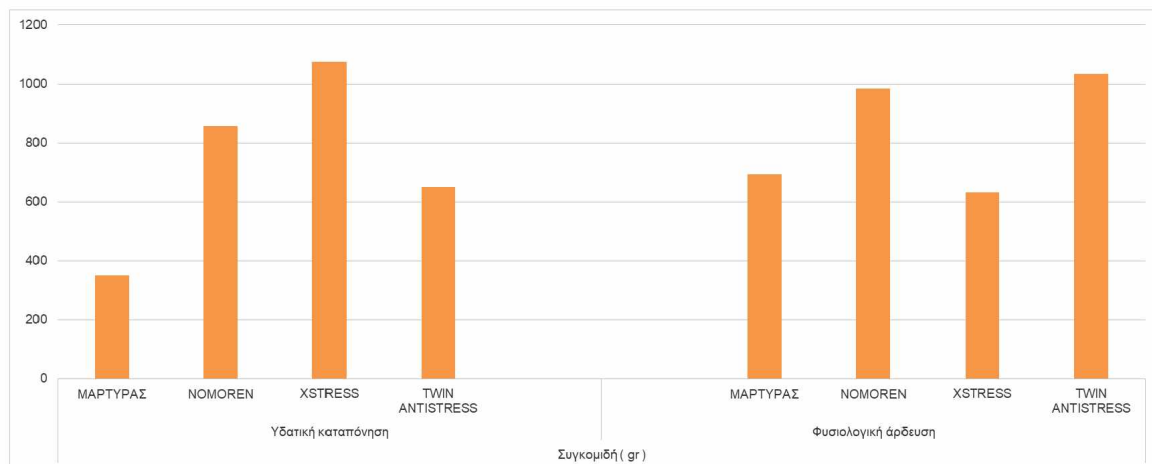
**Διάγραμμα 1.** Μέσοι όροι συγκομιδής καρπών ( gr ) ομάδας πέντε φυτών τομάτας , με εφαρμογή σκευάσματος βιοδιεργέτη σε δύο συνθήκες αρδεύσης .

Το διαγράμμα 1 παρουσιάζει την προσθήκη του σκευάσματος NOMOREN, οι τιμές δείχνουν ότι υπάρχει αύξηση της συγκομιδής σε επίπεδο φυσιολογικής άρδευσης .. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υδατική καταπόνηση που έχουν υποστεί οι τρεις πρώτες σειρές. Αν βέβαια εξαιρέσουμε την πρώτη σειρά που

υστερεί.

Εν συνεχεία με την προσθήκη του σκευάσματος ΧSTRESS, εντοπίζεται τελείως διαφορετική συμπεριφορά. Η φυσιολογική άρδευση υστερεί σε απόδοσή έναντι της πρώτης συνθήκης άρδευσης που έχει υποστεί υδατική καταπόνηση. Προχωρώντας στο επόμενο σκεύασμα του TWIN ANTISTRESS υπάρχει σημαντική αύξηση συγκομιδής σε σχέση με την συγκομιδή υδατικής καταπόνησης . Ο μάρτυρας του πειράματος κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα , με συμπέρασμα ότι η καταπόνηση δεν έχει επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό την καλλιέργεια τομάτας .

Δεύτερη μέταχειρΙΑ 19/6/2019



**Διάγραμμα 2.** Μέσοι όροι συγκομιδής καρπών ( gr ) ομάδας πέντε φυτών τομάτας , με εφαρμογή σκευάσματος βιοδιεργέτη σε δύο συνθήκες αρδεύσης .

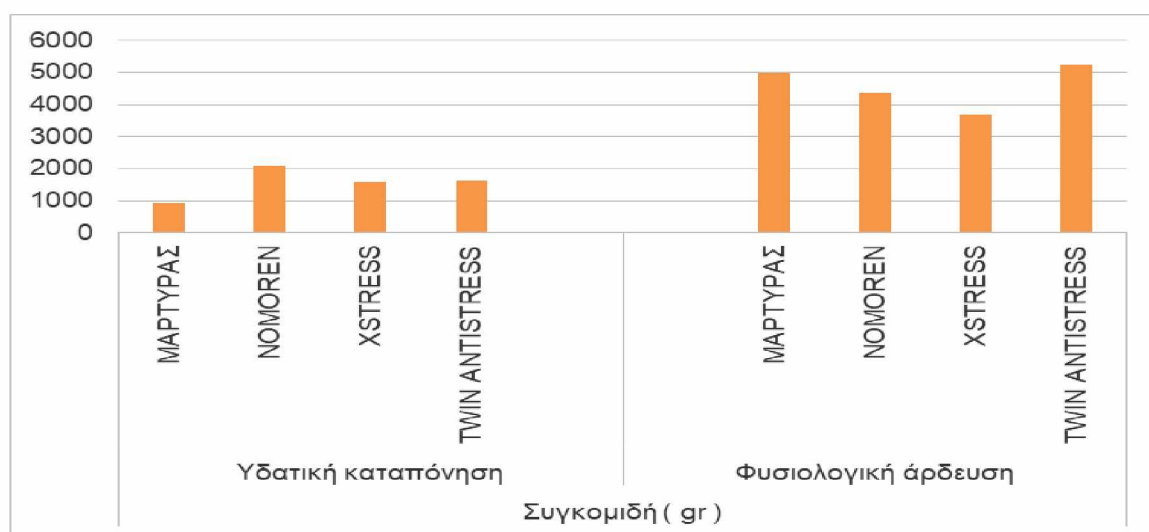
Σύμφωνα με το Διαγράμμα 2 , με την προσθήκη του σκευάσματος ΝΟΜΟΡΕΝ, οι τιμές μας δείχνουν ότι έχουμε αύξηση της συγκομιδής στη δεύτερη συνθήκη αρδεύσης . Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υδατική καταπόνηση που έχουν υποστεί οι τρεις πρώτες σειρές.

Εν συνεχεία με την προσθήκη του σκευάσματος ΧSTRESS, υπάρχει τελείως διαφορετική συμπεριφορά. Το δεύτερο επίπεδο αρδεύσης υστερεί σε απόδοση έναντι του πρώτου επιπέδου. Το σκεύασμα ΧSTRESS με την σύνθεση του στην συγκεκριμένη φάση του φυτού προάγει την υψηλότερη παραγωγή καρπών

τομάτας σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης έναντι της φυσιολογικής συνθήκης άρδευσης .

Τέλος το σκεύασμα TWIN ANTISTRES, συνεισφέρει στο φυτό τομάτας , καλύτερες τιμές συγκομιδής καρπών σε φυσιολογικής άρδευση , , πράγμα που σημαίνει ότι η αιτία είναι η υδατική καταπόνηση που έχουν υποστεί οι τρεις πρώτες σειρές όπως και ο μάρτυρας του πειράματος .

Τρίτη μεταχείριση 27/6/2019



**Διάγραμμα 3.** Μέσοι όροι συγκομιδής καρπών ( gr ) ομάδας πέντε φυτών τομάτας , με εφαρμογή σκευάσματος βιοδιεργέτη σε δύο συνθήκες αρδεύσης .

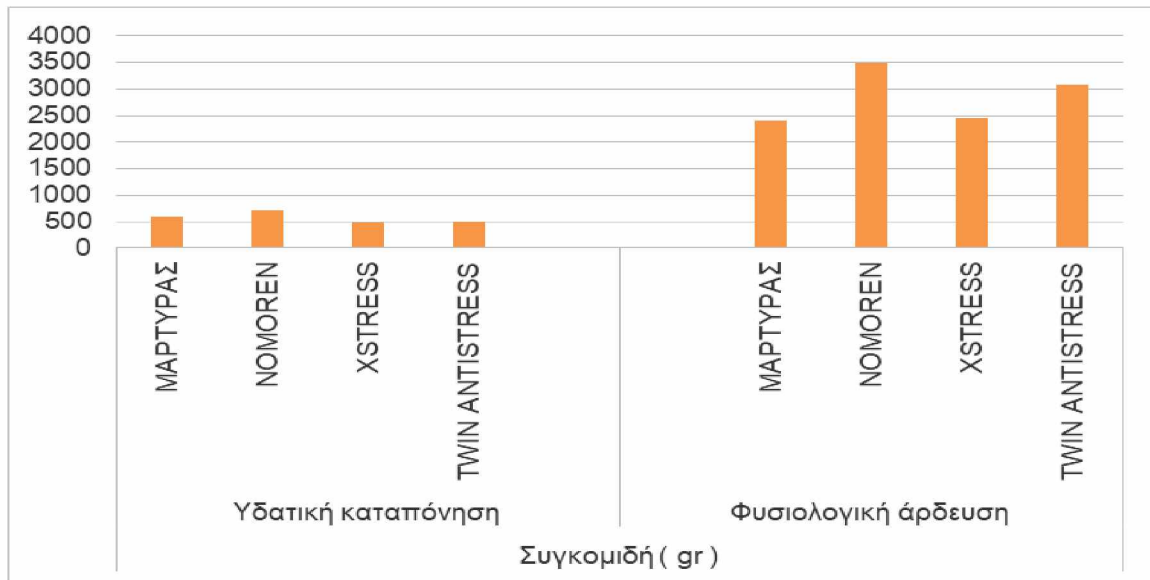
Βάση του διαγράμματος 3 , με την προσθήκη του σκευάσματος NOMOREN, οι τιμές δείχνουν ότι υπάρχει αύξηση στην συγκομιδή καρπών των φυτών με υδατική καταπόνηση έναντι των φυτών με φυσιολογική άρδευση . Η συγκεκριμένη συνθήκη οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υδατική καταπόνηση που έχουν υποστεί οι τρεις πρώτες σειρές.

Εν συνεχεία με την προσθήκη του σκευάσματος XSTRESS, υπάρχει επίσης αύξηση των τιμών στη δεύτερη συνθήκη αρδεύσης .

Με το σκεύασμα TWIN ANTISTRES, υπάρχει καλύτερη τιμή συγκομιδής στο δεύτερο επίπεδο , γεγονός που σημαίνει ότι η αιτία είναι η υδατική καταπόνηση που έχουν υποστεί οι τρεις πρώτες σειρές και έχει πέσει σημαντικά η απόδοσή τους . Ο Μάρτυρας του πειράματος κατέχει μια σημαντική άνοδο στην συγκομιδή

από το πρώτο στο δεύτερο επίπεδο , όπως ακριβώς το σκεύασμα TWIN ANTISTRESS .

Τέταρτη μεταχείριση 4/7/2019

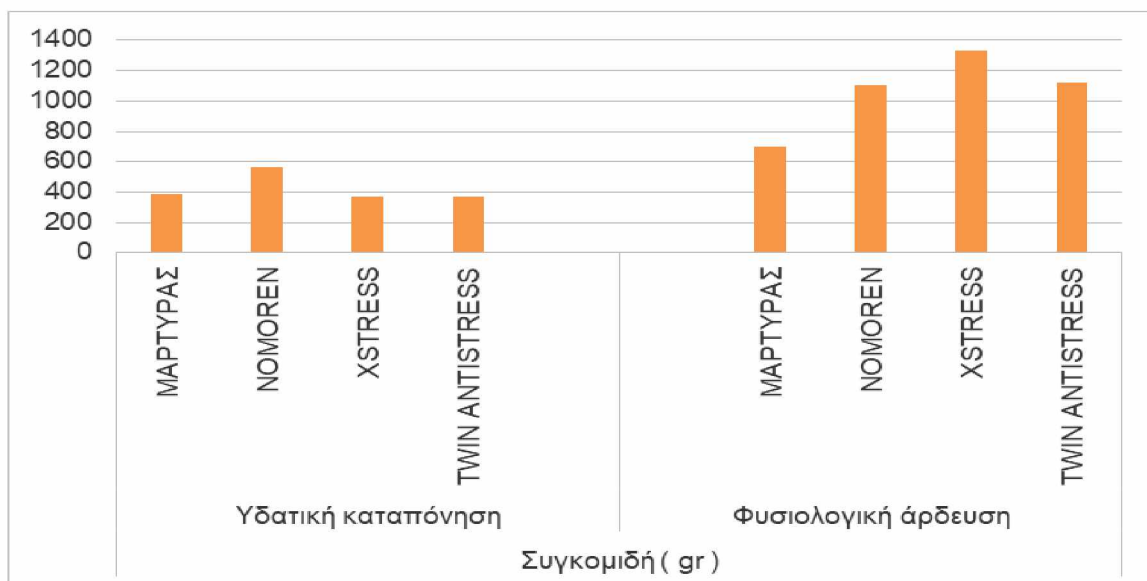


**Διάγραμμα 4.** Μέσοι όροι συγκομιδής καρπών ( gr ) ομάδας πέντε φυτών τομάτας , με εφαρμογή σκευάσματος βιοδιεργέτη σε δύο συνθήκες αρδεύσης .

Στο διαγράμμα 4 , εξάγεται ότι στο σκεύασμα NOMOREN, οι τιμές συγκομιδής δείχνουν ότι έχουμε αύξηση της συγκομιδής στο δεύτερο επίπεδο αρδεύσης . Συνεπώς, ο λόγος είναι η συνεχόμενη υδατική καταπόνηση που έχουν υποστεί τα φυτά της πρώτης συνθήκης άρδευσης και συνεχίζουν να κατέχουν χαμηλή παραγωγή και ανάπτυξη καρπών . .

Εν συνεχεία με την προσθήκη του σκευάσματος XSTRESS, υπάρχει η ίδια αύξηση τιμής στο δεύτερο επίπεδο αρδεύσης όπως όλα τα σκευάσματα ..Τέλος το σκεύασμα TWIN ANTISTRES και ο μάρτυρας του πειράματος έχουν μεγαλύτερη παραγωγή καρπών σε φυσιολογική άρδευση , ως αποτέλεσμα συνεχόμενης καταπόνησης των φυτών του πρώτου σταδίου αρδεύσης .

Πέμπτη μεταχείριση 10/7/2019



**Διάγραμμα 5..** Μέσοι όροι συγκομιδής καρπών ( gr ) ομάδας πέντε φυτών τομάτας , με εφαρμογή σκευάσματος βιοδιεργέτη σε δύο συνθήκες αρδεύσης .

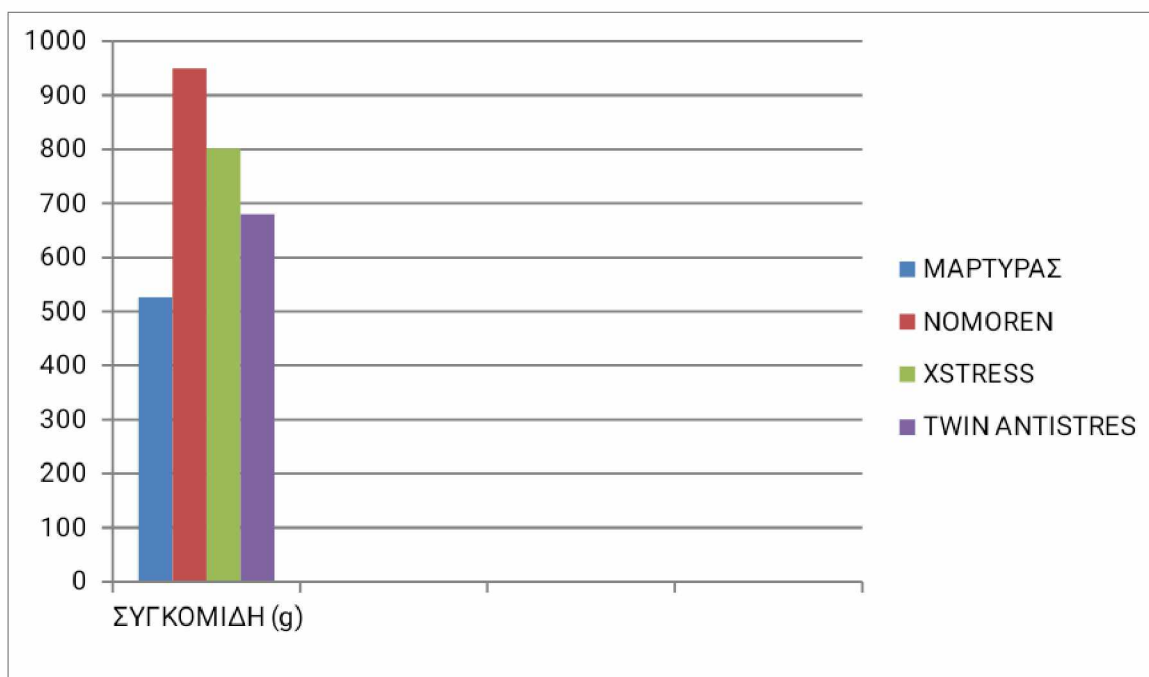
Με τη βοήθεια του διαγράμματος 5 , η προσθήκη του σκευάσματος ΝΟΜΟΡΕΝ έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση συλλογής καρπών στο δεύτερο επίπεδο αρδεύσης . Συνεπώς , κύριος λόγος είναι η παρατεταμένη υδατική καταπόνηση που έχουν υποστεί τα φυτά της πρώτης συνθήκης άρδευσης.

Με την προσθήκη των σκευασμάτων ΧΣΤΡΕΣΣ , ΤΩΙΝ ΑΝΤΙΣΤΡΕΣΣ και Μάρτυρα πειράματος υπάρχει εξίσου αύξηση των τιμών στο δεύτερο επίπεδο αρδεύσης Το σκεύασμα ΧΣΤΡΕΣΣ καταγράφει την μεγαλύτερη επίδοση συγκομιδής . Συμπερασματικά υπάρχει ιδιαίτερη αύξηση παραγωγής από όλα τα σκευάσματα σε συνθήκη φυσιολογικής άρδευσης σε σχέση με την ελλειμματική .

#### Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

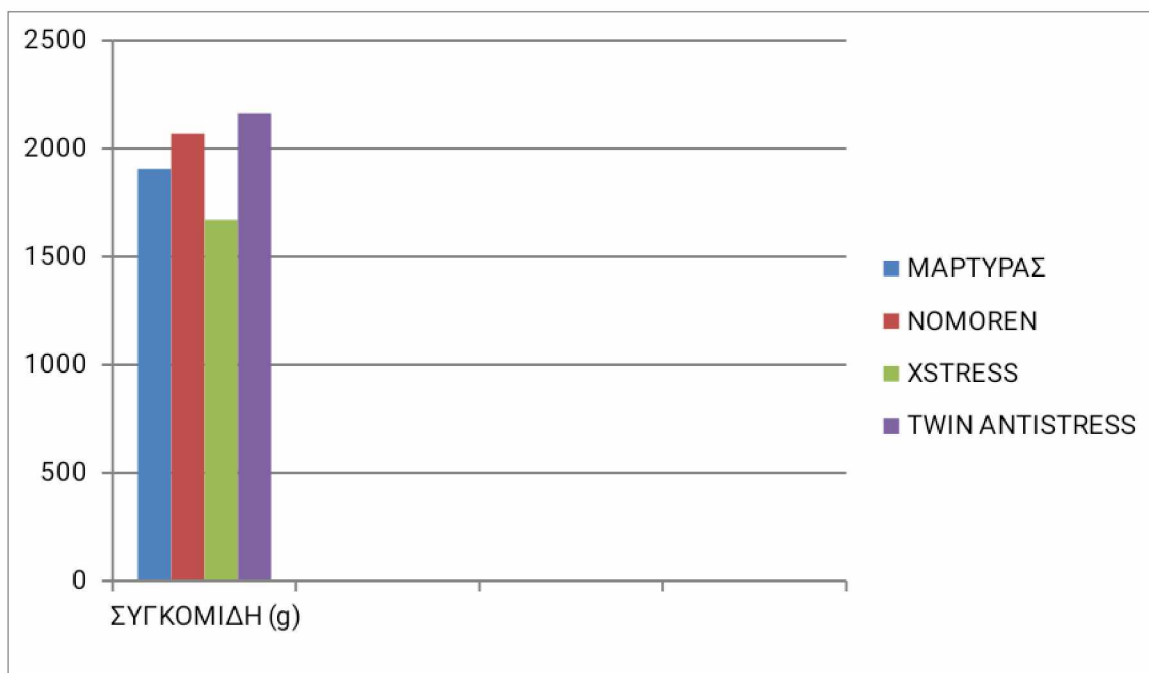
Πρώτο επίπεδο άρδευσης (με υδατική καταπόνηση)





**Διάγραμμα 6.** Μέσοι όροι συγκομιδής ( όλων των μεταχειρίσεων) καρπών ( gr ) ομάδας πέντε φυτών τομάτας , με εφαρμογή σκευάσματος βιοδιεργέτη σε επίπεδο υδατικής καταπόνησης. .

Δεύτερο επίπεδο άρδευσης (με ιδανικές συνθήκες άρδευσης)



**Διάγραμμα 7.** Μέσοι όροι συγκομιδής ( όλων των μεταχειρίσεων) καρπών ( gr ) ομάδας πέντε φυτών τομάτας , με εφαρμογή σκευάσματος βιοδιεργέτη σε επίπεδο ιδανικής άρδευσης .

Σύμφωνα με τα διαγράμματα 6-7 ,, το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα, με συνθήκες υδατικής καταπόνησης, ήταν το **NOMOREN**. Το σκεύασμα ΧSTRESS σημείωσε την δεύτερη καλύτερη απόδοση στην παραγωγή καρπών .

Το σκεύασμα που συνέδραμε στην μεγαλύτερη παραγωγή καρπών, με ιδανικές συνθήκες άρδευσης, ήταν το **TWIN ANTISTRESS**, ενώ ακολουθεί με ελάχιστη διαφορά το NOMOREN. Στον αντίποδα το σκεύασμα ΧSTRESS σημείωσε χαμηλότερη απόδοση ακόμα και από τον μάρτυρα του πειράματος .

Με αποστάσης φύτευσης (0,5 \*0,8 m) ανά φυτό και την ανάπτυξη καρπών από πέντε ταξιανθίες μέχρι τέλος του πειράματος , ο μάρτυρας σημειωσε σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης στρεμματική απόδοση 260 κιλά καρπών . Το σκεύασμα NOMOREN σημείωσε στρεμματική απόδοση 475 κιλά . Εν συνεχεία το σκεύασμα ΧSTRESS κατείχε απόδοση 400 κιλών , ενώ τέλος το σκεύασμα TWIN ANTISTRESS είχε απόδοση 345 κιλών καρπών .

Σε συνθήκες ιδανικής άρδευσης το σκεύασμα με την υψηλότερη στρεμματική απόδοση συγκομιδής καρπών ήταν το TWIN ANTISTRESS . Συγκεκριμένα κατείχε απόδοση ίση με 1100 κιλών αν στρέμμα .Εν συνεχεία με το σκεύασμα NOMOREN η παραγωγή κυμάνθηκε στα 1045 κιλά . Ο μάρτυρας του πειράματος συγκέντρωσε στρεμματική απόδοση ίση 950 κιλά ενώ το σκεύασμα ΧSTRESS είχε την χειρότερη απόδοση συγκομιδής καρπών ίση με 840 κιλά καρπών .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

### 6.1 Συμπεράσματα

Δίνοντας έμφαση στη διεθνή βιβλιογραφία , περισσότερα από 700 επιστημονικά άρθρα δημοσιεύθηκαν τα τελευταία 10 χρόνια (2009–2019) με θέμα «φυτικά βιοδιεγερτικά» ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)), όπου αρκετοί ερευνητές μπόρεσαν να αποδείξουν ότι μικροβιακά και μη μικροβιακά ΦΒ είναι ικανά να προκαλέσουν μια σειρά μορφο-ανατομικών, βιοχημικών, φυσιολογικών και μοριακών φυτικών αποκρίσεων όπως η αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών ( Calvo et al., 2014; Haplern et al., 2015; Nardi et al., 2016; De Pascale et al., 2017; Roupael et al., 2017a; Roupael et al., 2017b; Roupael et al., 2017c; Yakhin et al., 2017; Roupael et al., 2018a ).

Το συγκεκριμένο θέμα έρευνας συγκέντρωσε 50 επιστημονικές συνεισφορές από ερευνητικές ομάδες υψηλής ειδίκευσης που εργάζονται σε ΦΒ και καλύπτουν τους μοριακούς, κυτταρικούς και φυσιολογικούς μηχανισμούς που βρίσκονται κάτω από τις αλληλεπιδράσεις φυτών-βιοδιεγέρσεων υπό διαφορετικές στρατηγικές περιβάλλοντος και διαχείρισης.

Επιπλέον, το παρόν ερευνητικό θέμα συγκεντρώνει πολλές πτυχές που είναι χρήσιμες για την επιστημονική κοινότητα, τους ειδικούς επέκτασης και τις εμπορικές επιχειρήσεις για να διευκρινίσουν καλύτερα τον αιτιολογικό/λειτουργικό μηχανισμό των μικροβιακών και μη μικροβιακών βιοδιεγέρσεων. Η διευκρίνιση της γεωργικής λειτουργίας (δηλαδή βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης θρεπτικών συστατικών, της ποιότητας και της ανοχής στις αβιοτικές καταπονήσεις) και οι μηχανισμοί δράσης των ΦΒ θα επιτρέψουν την ανάπτυξη μιας δεύτερης γενιάς βιοδιεγερτικών, όπου θα μπορούν να σχεδιαστούν λειτουργικά οι συνέργειες και ο συμπληρωματικός μηχανισμός.

Με βάση τα παραπάνω διαγράμματα, καταλήγουμε στο βασικό συμπεραίνεται ότι η συγκομιδή των φυτών, στις σειρές που έχουν υποστεί υδατική καταπόνηση , υστερεί έναντι των υπολοίπων σειρών . Με βεβαιότητα διαπιστώνεται ότι η υδατική καταπόνηση μπορεί να μειώσει την παραγωγή της καλλιέργειας της τομάτας , με αποτέλεσμα την σημαντική μείωση του εισοδήματος από την πώληση των καρπών . Ως εκ τούτου είναι απαραίτητος ο εκσυγχρονισμός θερμοκηπίων για την καλύτερη εξοικονόμηση και χρήση νερού . Τα σύγχρονα θερμοκήπια υδροπονικής καλλιέργεια μπορούν να συνδράμουν στην καλύτερη

διαχείριση υδάτινων πόρων καθώς με τα κλειστά συστήματα άρδευσης παρέχουν την πλήρη ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση του νερού . Επιπλέον με ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου των συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας μπορούν να προγραμματίσουν με ακρίβεια την άρδευση της καλλιέργειας της τομάτας .

Ο προγραμματισμός της άρδευσης είναι ιδιαίτερα σημαντικός, διότι ελέγχεται η βλαστική ανάπτυξη του φυτού καθώς και η κανονική ανάπτυξη του καρπού, από όπου εξαρτάται η ομοιομορφία της ανάπτυξης. Συνεπώς στην πειραματική διαδικασία οι σειρές που είχαν υποστεί υδατική καταπόνηση θα έχουν ως απόρροια την μειωμένη παραγωγή λόγω της μη φυσιολογικής ανάπτυξης τους .

Δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στην παρακολούθηση της παραγωγής της τομάτας, με την βοήθεια συγκεκριμένων μετρήσεων στη συγκομιδή, η οποία έγινε σε ημερομηνίες που αναφέρθηκαν πιο πάνω διαπιστώνονται τα εξής συμπεράσματα.

Στην πρώτη μεταχείριση που έγινε, το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα σε κανονικές συνθήκες άρδευσης και υδατικής καταπόνησης ήταν το NOMOREN. Στην δεύτερη κατά σειρά μεταχείριση , το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα πάλι σε κανονικές συνθήκες άρδευσης ήταν το TWIN ANTISTRESS ενώ σε υδατική καταπόνηση το σκεύασμα XSTRESS .

Στην τρίτη μεταχείριση , ξανα το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα ήταν το TWIN ANTISTRESS σε συνθήκη ιδανικής άρδευσης . Το σκεύασμα NOMOREN λειτούργησε καλύτερα σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης .

Στην τέταρτη μεταχείριση , το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα ήταν το NOMOREN,και στις δύο συνθήκες άρδευσης .

Στην πέμπτη μεταχείριση , το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα ήταν το XSTRESS υπό κανονικές συνθήκες άρδευσης ενώ στην περίπτωση υδατικής καταπόνησης λειτούργησε καλύτερα το σκεύασμα NOMOREN .

Σε συγκεντρωτικά αποτελέσματα, σε όλες τις μετρήσεις που έγιναν και στις έξι σειρές το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα ήταν το TWIN ANTISTRESS.

Στην συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία ως γενικό συμπέρασμα βάση των αποτελεσμάτων, εξάγεται ότι το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης, ήταν το NOMOREN. Σε αντίθεση το σκεύασμα που λειτούργησε καλύτερα σε ιδανικής συνθήκες άρδευσης ήταν το TWIN ANTISTRESS. Τα δύο αυτά σκευάσματα αποτελούν βιοδιεργετες με

περιοκτηκοτητα μικροοργανισμών . Συγκεκριμένα το NOMOREN αποτελείται από 20% μυκόριζικο μύκητα ( *Glomus spp* ) , με αποτέλεσμα να έχει την καλύτερη επίδοση σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης . Το TWIN ANTISTRESS αποτελείται φυσικούς μικροοργανισμούς του είδους *Bacillus subtilis* , εκχυλίσματα ζυμών και *Ascophyllum nodosum* ,1% οργανικό άζωτο , 10% οργανικό άνθρακα και 30% οργανική ύλη . Έτσι η σύνθεση του σε συνδυασμό με ιδανική άρδευση οδήγησαν στην μεγαλύτερη παραγωγή έναντι των υπολοίπων σκευασμάτων ( S.Petropoulos et al,2019 ).

Τα σκευάσματα βιοδιεργετων με σύνθεση αποτελούμενη από μικροοργανισμούς , λειτούργησαν καλύτερα και στις δύο συνθήκες άρδευσης . Ειδικότερα με συμβολή τους στην καλύτερη αντοχή σε καταπονήσεις και καλύτερη αύξηση και ανάπτυξη των φυτών . Οι μικροοργανισμοί έχουν την δυνατότητα να συσσωρεύουν αντιοξειδωτικά ένζυμα , οσμολύτες καθώς και γονιδιακή ρύθμιση που επιδρά θετικά στην αντιμετώπιση καταπονήσεων. Τέλος βοηθούν στην καλύτερη απορρόφηση θρεπτικών συστατικών από το έδαφος καθώς αυτά δεν χάνονται μέσω της διήθησης .

Το σκεύασμα XSTRESS σε συνθήκες ιδανικής άρδευσης κατέλαβε σε επίδοση παραγωγής καρπων την τελευταία θέση . Το φυτό σε ιδανικές συνθήκες άρδευσης και θρέψης δεν έδειξε να προσλαμβάνει επιπλέον θρεπτικά συστατικά για την αύξηση και ανάπτυξη του . Συγκεκριμένα το σκεύασμα XSTRESS είναι βιοδιεργετης με σύνθεση από ανόργανες ενώσεις ( χαλκό 0,5% ,σίδηρο 2% , μαγγάνιο 1% και ψευδάργυρο 2% ) .Εν'αντιθέσης , σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης κατέλαβε την δεύτερη θέση σε παραγωγή καρπών . Η επίδοση αυτή προκύπτει από την παραγωγή φυτοορμονών . Οι φυτοορμόνες συμβάλλουν στην απόδοση των θρεπτικών που προσλαμβάνονται από το φυτό , ανάπτυξη ριζών και αντιοξειδωτικών συστημάτων .( A.Fernandes et al.2021)

Συμπερασματικά , αποδεικνύεται η θετική επίδραση των βιοδιεργετων στην ποσότητα και ποιότητα παραγωγής , διατηρώντας άριστες συγκεντρώσεις λυκοπενιου και διαλυτών στερεών συστατικών οργανικών και ανόργανων.( S.Petropoulos et.al,2019 )



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση:

- Αϊβαλάκης, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ., Φασσέας, Κ. (2005). «Γενική Βοτανική: Η Μορφολογία, η Ανατομία και η Φυσιολογία των Ανώτερων Φυτών». Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο.
- Βαστάρδης, Μ. (1997). «Ολοκληρωμένη καλλιέργεια τομάτας πέντε στρεμμάτων θερμοκηπίου στο νομό Μεσσηνίας». (Πτυχιακή διατριβή, Τ.Ε.Ι Καλαμάτας).
- Θεοχάρης, Μ., (2000). Η «ανεμοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες». Πρακτικά. 2<sup>ο</sup> Πανελληνίου. Συν. Γεωργικών Μηχανημάτων, σελ. 406-414, Βόλος.
- Θανόπουλος, Χ. (2008). «Τεχνικές καλλιέργειας σολανωδών λαχανικών: Τομάτα. Organic Edunet». Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κουτσούγερας, Β., Ε. (2019). «Επίδραση βιοδιεγερτών στην ανάπτυξη και στις αποδόσεις δυο ποικιλιών σκληρού σιταριού (*Triticum turgidum ssp. durum*)». (Μεταπτυχιακή Διατριβή), Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Αθήνα.
- Καυγά, Α. (2010) «Ενεργειακή βελτιστοποίηση θερμοκηπίου με χρήση συστήματος θέρμανσης με υπέρυθρη ακτινοβολία». Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών, Τομέας Ενέργειας Περιβάλλοντος και Αεροναυτικής, Πάτρα.
- Καπουράνη, Α. (2002). «Πρότυπη υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε περλίτη στην περιοχή της Αττικής». (Πτυχιακή διατριβή, πανεπιστήμιο Θεσσαλίας) Ανακτήθηκε από: [http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/17201/STEG\\_FP\\_002\\_50\\_Medium.pdf?sequence=1](http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/17201/STEG_FP_002_50_Medium.pdf?sequence=1).
- Κουτρούλη, Δ. (2013). «Οι προσυλλεκτικές και οι μετασυλλεκτικές ασθένειες της τομάτας».

- Καραμπουρνιώτης, Γ. (2012). «Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών». Αθήνα: Έμβρυο.
- Μαυρογιαννόπουλος, Γ. (2001). «Θερμοκήπια». Εκδοση Γ', Α.θήνα.
- Μαυρογιαννόπουλος, Γ. (2005). «Θερμοκήπια». 4<sup>η</sup> έκδοση. Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Μαρτζοπούλου, Α. και Μαρτζοπούλου - Νικήτα Χ. (2017). «Θερμοκηπιακές κατασκευές έλεγχος περιβάλλοντος και εξοπλισμός». Εκδόσεις: Γιαχούδη.
- Μπουρνάκας, Β. (2007α). «Εντομολογικοί εχθροί της τομάτας». Περιοδικό Γεωργία & Κτηνοτροφία, 10: 107-114.
- Μπουρνάκας, Β. (2007b). «Μυκητολογικές ασθένειες της τομάτας». Περιοδικό Γεωργία & Κτηνοτροφία, 10: 73-84.
- Ολύμπιος, Μ. Χ. (2001). «Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια». Αθήνα: Σταμούλης.
- Παυλάκη, Ε. (2018). «Χρήση βιοδιεγερτικών ουσιών στη γεωργική πρακτική». (Πτυχιακή Διατριβή), ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας, Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Ηράκλειο.
- Παπαχατζής, Α. & Καλορίζου, Ε. (2011). «Γενική και ειδική λαχανοκομία». Λάρισα: Γραμμικό
- Παναγιωτόπουλος, Κ. (2010). «Εδαφολογία». Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Άγιος-Σάββας Δ. Γαρταγάνης.
- Σάββας, Δ., (2016). «Γενική Λαχανοκομία», σελ. 706. Αθήνα: Πεδίο.
- Τσέκος Ι., (2017). «Φυσιολογία Φυτών». 3<sup>η</sup> έκδοση, εκδόσεις Κυριακίδη Δέσποινα Θεσσαλονίκη.
- Χουδάλης, Π. (2011). «Αυτοματισμοί θερμοκηπίων. Συστήματα αυτόματου ελέγχου κλίματος με παράλληλο έλεγχο άρδευσης –υδρολίπανσης». Γεωργία – Κτηνοτροφία 10:46-47.



- Bhat, N., Albaho, M., Suleiman, M., Thomas, B., George, P., Ali, S.I., (2013). «*Η σύνθεση Growingsubstrate επηρεάζει την ανάπτυξη, την παραγωγικότητα και την ποιότητα των βιολογικών λαχανικών*». Asian J. Agric. Sci. 5 (4), 62–66.
- Osman, A.Sh., Rady, M.M., (2014). «*Επίδραση του χουμικού οξέος ως πρόσθετου στα μέσα καλλιέργειας για την ενίσχυση της παραγωγής μεταμοσχεύσεων μελιτζάνας και ντομάτας*». J. Hortic.Sci. Biotechnol. 89 (3), 237–244.

#### Ξενόγλωσση:

- Akl, I.A., Savvas, D., Papadantonakis, N., Lydakis-Simantiris, N., Kefalas, P. (2003). *“Influence of ammonium to total nitrogen supply ratio on growth, yield and fruit quality of tomato grown in a closed hydroponic system”*. Europ. J. Hort. Sci. 68, 204-211.
- Elsner, V., B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mistriotis, A., Von Zabelitz, Chr., Gratraud, J., Russo, G., Suay-Cortes, R., (2000). *“Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouses in European Union Countries”*. J.agric.Engng Res. 75, 111-126.
- Calvo, P., Nelson, L. & Kloepper, J. (2014). *“Agricultural uses of plant biostimulants”*. Plant Soil, 383, pp. 3-41. doi: 10.1007/s11104-014-2131-8.
- Canellas, L., Olivares, F., Aguiar, N., Jones, D., Nebbioso, A., Mazzei, P. & Piccolo, A. (2015). *“Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture”*. Scientia Horticulturae, 196, pp: 15-27.
- Castilla, N., *“Greenhouse Technology and Management”*, 2nd Edition, CABI, 2013.
- Chaves, M.M., Maroco, J.P., Pereira J.S. (2003). *“Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant”*. Funct. Plant. Biol. 30: 239-264.

- Du Jarbin, P. (2015). *"Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation"*. Scientia Horticulturae, Vol 196, 3-14.
- El Hadrami, A., Adam, L.R., El Hadrami, I. & Daayf, F. (2010). *"Chitosan in Plant Protection"*. Marine Drugs, 8, pp: 968-987.
- EN13031-1. *"Greenhouses-Design and construction - Part 1: Commercial production Greenhouses"*. CEN/TC284, December 2001.
- Flexas, J., Bota, J., Galmés, J., Medrano, H., Ribbs-Carbó, M. (2006). *"Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress"*. Physiol. Plant. 127: 343-352.
- Food and Agriculture Organization of the United States(FAO), (2013). *"Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops"*. Rome.
- Jones, H.G. (2007). *"Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance"*. Journal of Experimental Botany, 58(2): 119-130.
- Khan, T.A., Mazid, M. Mohammad, F. (2011). *"Status of secondary plant products under abiotic stress: an overview"*. J. Stress Phys and Bioch. 7: 75-98.
- Kittas, C., Karamanci, M., Katsoulas, N., (2005). *"Air temperature in a forced ventilation greenhouse with rose crop"*. Energy Build. 37, 807-812.
- Kacira, M., Ling, P.P., Short T. H. (2002). *"Establishing crop water stress index (CWSI) threshold values for early, non-contact detection of plant water stress"*. American Society of Agricultural Engineers, 45(3): 775-780.
- Fan, X.W., Li, F.M., Song, L., Xiong, Y.C., An, L., Jia, Y. (2009). *"Defense strategy of old and modern spring wheat varieties during soil drying"*. Physiol. Plant. 136: 310-323.
- Mesmoudi, K, Soudani, A., Bournet, P. (2010). *"Determination of the inside air temperature of a greenhouse with tomato crop under hot and arid climates"*. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, University of Port Harcourt, 5 (2), pp.117-129.

- Martinez, J.P., Silva, H., Ledent, J.F., Pinto, M. (2007). "Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans". *European J. Agron.*, 26: 30–38.
- Povero, G., Mejia, J., Di Tommaso, D., Piaggese, A. & Warrior, P. (2016). "A Systematic Approach to Discover and Characterize Natural Plant Biostimulants". *Frontiers in Plant Science*, 7, pp. 1-12. doi: 10.3389/fpls.2016.00435.
- Van Oosten, M., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S. & Maggio, A. (2017). "The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants", *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4, pp: 1-12.
- Savvas, D., Ropokis, A., Ntatsi, G. and Kittas, C. (2016). " Current situation of greenhouse vegetable production in Greece." *Acta Hort.* 1142, 443-448 DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1142.67
- Πετρόπουλος, SA, Taofiq, O., Fernandes, Â., Tzortzakis, N., Ciric, A., Sokovic, M., ... & Ferreira, IC (2019). Βιοδραστικές ιδιότητες των πράσινων φασολιών που καλλιεργούνται στο θερμοκήπιο (*Phaseolus vulgaris* L.) κάτω από βιοδιεγερτικά και επίδραση νερού -στρες. *Journal of the Science of Food and Agriculture* , 99 (13), 6049-6059.
- Fernandes, Â., Figueiredo, S., Finimundy, T. C., Pinela, J., Tzortzakis, N., Ivanov, M., ... & Barros, L. (2021). Chemical Composition and Bioactive Properties of Purple French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as Affected by Water Deficit Irrigation and Biostimulants Application. *Sustainability*, 13(12), 6869.

## Διαδικτυακές Πηγές:

- <https://hazera.com.gr/h>
- <https://www.itrofi.gr/diatrofi/istoria/article/421/i-endiaferoysa-istoria-tis-tomatas>
- [https://www.agronews.gr/files/25\\_40\\_Viodiegertes\\_812\\_N.pdf](https://www.agronews.gr/files/25_40_Viodiegertes_812_N.pdf)
- <https://geoponoi.gr/2017/04/08/tomata-kalliergitikes-texnikes/>
- <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/threpsi-lipansi/item/897-viodiegertes-ti-prepei-na-ignorizoume-apo-to-ergastirio-os-to-xorafi-meros-a>
- <https://peristeri.org/cgi-sys/suspendedpage.cgi>
- <https://iparnassos.gr/>
- <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php>
- <https://webcache.googleusercontent.com/>
- <https://www.agrishorticulture.com/current-affairs/thermokipiaki-tomata-apo-tin-proetoimasia-kai-tin-kalliergeia-sti-syggomidi>
- [http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%9D%CF%84%CE%BF%CE%B C%CE%AC%CF%84%CE%B1\\_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C](http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%9D%CF%84%CE%BF%CE%B C%CE%AC%CF%84%CE%B1_%CF%86%CF%85%CF%84%CF%8C)
- <https://gr.dreamstime.com/>
- [http://biokipos.blogspot.com/2012/04/blog-post\\_8.html](http://biokipos.blogspot.com/2012/04/blog-post_8.html)
- <https://docplayer.gr/47599064-l-kalliergeia-tis-tomatas-sto-thermokipio.html>
- <https://www.agrishorticulture.com/current-affairs/kalliergeia-tomatas-thermokipioy-apo-tin-proetoimasia-os-ti-threpsi>
- <https://garden-el.desiguspro.com/tomat/58-vyrashhivanie-v-teplitse.html#i>
- <https://www.gemma.gr/gr/symvoules-arthra/leptomereies/12371/>



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### Συγκομιδή 19 /6

ταξιανθία/ φυτο

#### Σειρά 1

καφέ

	1η	2η	3η	4η
1				
2				
3		78g	68g	
4		42g		
5			50g	

κίτρινο

	1η	2η	3η	4η
1		30g	30 g ,36 g	
2				
3		30 g ,63 g	55g	
4			73g ,61 g	70 g 74 g 60 g
5			103 g 80 g 20 g 25 g	

πράσινο

	1η	2η	3η	4η	5η
1					
2		90g , 85 g			
3				60 g	
4			86 g	70 g	
5		52 g	69 g	122g	132 g

κόκκινο

	1 η	2η	3η	4η
1		49 g	96 g	
2			30g	
3			25 g	
4				52g ,75g
5		58 g	75 g	

#### Σειρά 2

πράσινο

	1η	2η	3η	4η
1		118 g	135 ,95 ,82	128 , 94
2			92, 62 ,66	
3		80g		

4	55g 60 g	85
5	35 g	150
	110 g ,75 g	

κίτρινο

	1η	2η	3η	4η	5η
1		55,90 ,90		100	
2			80	70	
3			90,92,60		100
4				70	
5			80,60		150

καφε

	1η	2η	3η	4η
1		100,35		60
2				
3			60,69	
4			43,63,59	
5		70		87
				80

κόκκινο

	1η	2η	3η	4η
1			40,79	
2				60
3			69,52	
4				50
5				60

**Σειρά 3**  
πράσινο

	1η	2η	3η	4η
1				
2			156	105
3		75,78		73
4				100
5			50,66	90,65
				73

κόκκινο

	1η	2η	3η	4η
1			86,53	
2				40
3				
4			107	70.110
5			136	97,47

κίτρινο

	1η	2η	3η	4η
--	----	----	----	----

1		147		130
2			77,72,75	
3	87,91			55
4				
5				

καφέ

	1η	2η	3η	4η
1				100
2			75	60
3				
4				
5				

**Σειρά 4**  
κόκκινο

	1η	2η	3η	4η
1			140	
2		123,80		165.100
3		183.205		113
4				
5				

καφέ

	1η	2η	3η	4η
1				
2			70	
3		77,54	140.160.140	106
4				
5				

κίτρινο

	1η	2η	3η	4η
1		183.192		
2				
3				116
4			145	218.130
5			160	

πράσινο

	1η	2η	3η	4η
1			115 g, 78g	
2				
3			56	160
4				
5				



**Σειρά 5**

κόκκινο

	1η	2η	3η	4η
1				
2			76,77,53	108.185
3		222, 180, 252		
4		113, 105	195.100.151	
5			110,85	

καφέ

	1η	2η	3η	4η
1				120
2				
3		203,60		80
4				112
5				60

κίτρινο

	1η	2η	3η	4η
1				
2			90	
3			50	
4			172	
5				

πράσινο

	1η	2η	3η	4η	5η
1			76	108	137
2					99
3				63	138
4					
5			104,62,86		264

**Σειρά 6**

κίτρινο

	1η	2η	3η	4η
1				
2				
3			158.165	121
4			170,90	215
5			108,70	372

πράσινο

	1η	2η	3η	4η
1				
2				
3				140
4				82
5		147		

κόκκινο

	1η	2η	3η	4η
1				92
2				
3				
4				
5				123

καφέ

	1η	2η	3η	4η
1			83.110	
2				
3				
4		112	47	
5		105		86,60

<u>1η</u> <u>Σειρά</u>																			
Καφέ																			
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η														
1	6g		16g																
2	22g	49g,,8g	34g,59g, 11g																
3	8g,9g																		
4																			
5	14g,39g	35g	87g																
		21g,17g	7g,22g,4 9g																
Κίτρινο																			
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η														
1		16g	80g,, 43g																
2	33g	25g,41g	5,6,14,8 6g																
3		14g,7g	36g																

4			34g		18g,28g				
5			78g		25g,79g, 39g,51g				
Πράσι νο									
Ταξιαν θίες/φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	32g	12g,19g,30g	109g,91 g,44g,19 g						
2	50g	71g,24g,9g							
3	13g,19g	57g,90g							
4	10g	33g,26g,25g,48g	70g,136 g,40g,19 g	104g					
5									
Κόκκιν ο									
Ταξιαν θίες/φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	95g,27g,2 5g	87g,91g	69g,65g, 14g,64g						
2		67g							
3		10g,21g							
4			24g,40g, 40g						
5	40g,45g	43g,16g							
<b>2η Σειρά</b>									
Πράσι νο									
Ταξιαν θίες/φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	21g,32g	36g,57g	25g,41g, 66g,54g	84g					
2	22g,15g	42g	45g,233 g,54g,92 g						
3		61g,32g	51g,14g, 48g						

4	10g	47g	105g,95g				
5	20g	18g,28g	49g,53g				
Κίτρινο							
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η		
1	25g,22g	26g,30g,100g,98g,49g	50g,45g				
2		24g,20g	30g,20g				
3			46g				
4	15g	10g,16g,19g,28g	10g	17g			
5		20g	46g,52g,33g,36g				
Καφέ							
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η		
1	24g	25g	83g,15g,30g	80g			
2	9g,11g,14g	34g					
3	6g,10g,11g,9g		83g,79g,25g				
4		41g,49g,13g	32g				
5	13g,21g,17g,16g	101g,16g	28g,35g,86g	23g,40g			
Κόκκινο							
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η		
1		20g					
2		48g	66g,58g				
3		25g,10g	7g,30g				
4			31g				
5	60g,83g,33g,15g	200g,292g	46g				
<b>3η Σειρά</b>							
Πράσινο							
Ταξιανθίες	2η	3η	4η	5η	6η		



3	10g								
4									
5	11g	96g,17g,22g							
<b>4η Σειρά</b>									
Κόκκιν ο									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	224g,140g,91g	419g,135g,93g,125g,260g,426g							
2	142g	185g,104g,116g,61g							
3	65g,100g	322g,144g,124g							
4	275g,83g	98g,166g,198g,130g	195g						
5	83g								
Καφέ									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	241g,135g,207g,314g,81g	290g,92g,72g,170g,289g							
2	310g,92g,52g	67g							
3	196g,75g,97g	70g,204g	80g,90g,130g						
4	68g	265g,199g,156g	255g	210g					
5		223g,203g,158g,139g							
Κίτρινο									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1		235g,25g,34g,52g	241g,280g,64g	133g					
2		362g,144g,67g,69g	150g,182g						
3	53g	295g,203g,60g,55g	225g,175g,308g						
4	403g,69g,50g,43g,44g	363g,305g,232g,290g	262g	100g					

5	444g,300g ,74g								
Πράσι νο									
Ταξιαν θίες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1		82g							
2	35g,25g	231g,77g,65g	90g,175 g,95g						
3	277g	148g,58g,275g	52g	28g					
4	247g,150g	229g,275g	139g,25 5g						
5	120g,42g	222g,50g,118g	344g,17 5g,138g						
<b>5η Σειρά</b>									
Κόκκιν ο									
Ταξιαν θίες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	76g	316g							
2	205g,180g ,46g,222g	45g,368g,213g,101 g							
3	252g,228g ,55g,40g	70g,271g	100g,15 3g						
4	402g,411g ,52g,48g	421g,324g	380g,24 0g						
5	103g	198g,302g,258g	349g						
Καφέ									
Ταξιαν θίες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	218g,223g ,\	204g,161g,348g	139g						
2	269g								
3	296g,35g, 172g,39g	34g,194g,333g,29g	185g						
4	45g,172g, 342g	236g							
5	260g,90g, 30g	135g,90g,85g,210g,222g							
Κίτριν									





2	221g,40g, 42g,260g	82g,104g,195g	794g						
3	120g,256g ,96g,100g, 309g	178g,420g							
4	30g	50g,184g,214g	202g						
5	326g,38g	460g,230g,160g,12 6g	210g						
Κόκκιν ο									
Ταξιαν θίες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1		270g,310g,70g,70g ,225g,440g,360g	170g,12 0g	300g					
2		116g,170g,220g,22 5g,215g,300g	254g,25 5g	140g					
3	260g,215g ,60g	167g	252g,10 g,70g,75 g						
4									
5	55g								
Καφέ									
Ταξιαν θίες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	170g,50g, 420g,245g	250g							
2	390g,62g	900g,279g							
3	200g,30g, 64g,45g,5 0g,70g	150g,383g							
4	160g,32g	180g							
5		168g,310g,100g	260g						
<b>Δεύτε ρη μέτρη ση 04/07/ 2019</b>									
<b>1η Σειρά</b>									
Κάφε									

Ταξιανθίες/φυτά	2η	3η	4η	5η	6η		
1	4g		45g				
2	6g	7g	61g				
3	4g,5g	13g,6g	19g	24g			
4	8g,10g,11g	23g,55g	15g,37g	53g			
5				20g,31g			
Κίτρινο							
Ταξιανθίες/φυτά	2η	3η	4η	5η	6η		
1		21g	25g	28g,27g,10g			
2		11g	34g	68g,33g,,62g			
3							
4		44g					
5			59g	101g,80g,45g,51g			
Πράσινο							
Ταξιανθίες/φυτά	2η	3η	4η	5η	6η		
1	5g	6g,10g	20g	42g,38g,32g			
2							
3							
4							
5	9g,8g,15g	12g,18g	22g,34g				
Κόκκινο							
Ταξιανθίες/φυτά	2η	3η	4η	5η	6η		
1				77g,94g,81g			
2		32g					
3							
4		18g,35g	35g	41g			
5		35g,36g,37g					
2η							











3				115g					
4	15g,17g,13g	230g,163g		85g,50g	162g				
5		170g,181g		123g,55g,60g		183g			
					220g,230g				
<b>Κόκκινος</b>									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1		136g,94g,20g				207g,277g,343g			
2	27g,22g		228g			38g			
3									
4	17g	254g	100g	170g					
5	15g,16g			205g,80g					
<b>Καφέ</b>									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	14g		82g,75g						
2	6g,9g		68g						
3	23g,19g,15g,12g,21g	25g,17g	23g,25g	112g					
4	25g,30g,15g,22g	23g,26g	126g	110g,89g					
5	19g,15g,11g,9g	35g	146g,105g,99g	96g					
<b>Τρίτη μέτρηση 10/07/2019</b>									
<b>1η Σειρά</b>									
<b>Κάφε</b>									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1									
2				23g					
						49g,48g			



3					9g,45g				
4		6g,10g,12g	20g				53g,54g ,42g		
5							22g,19g		
Κίτρινο									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	4g				27g,12g				
2				9g	12g,24g				
3				12g,27g					
4				38g	23g				
5		12g			26g,29g				
Πράσινο									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1									
2									
3			46g	41g					
4			38g		6g				
5	8g,14g		35g	33g	17g,58g ,65g				
Κόκκινο									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1									
2	7g		25g						
3	4g			25g,23g	12g,22g ,34g,16 g,55g				
4			20g	38g	48g				
5	4g	5g							
<b>2η Σειρά</b>									
Πράσινο									
Ταξιανθίες	2η	3η	4η	5η	6η				

Θιες/Φ υτά													
1								55g,86g					
2	8g,12g,13 g			54g			39g						
3				33g									
4				65g			46g,44g	40g					
5	12g			53g,64g			34g						
Κίτρινο													
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η		4η		5η		6η					
1		34g		19g									
2				33g,19g		34g							
3						28g		40g					
4						44g		17g					
5				20g		41g							
Καφέ													
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η		4η		5η		6η					
1		12g,8g						22g					
2													
3				20g		44g							
4		7g		20g				44g					
5	44g,9g												
Κόκκινο													
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η		4η		5η		6η					
1		16g,8g		37g,14g		28g		31g					
2				17g,24g		54g,62g		9g					
3						38g							
4				36g,73g									
5				9g,15g,1 7g				67g,82g					
<b>3η Σειρά</b> Πράσινο													
Ταξιαν	2η	3η		4η		5η		6η					

Θιες/Φ υτά																				
1																				
2					22g,25g,19g															
3					50g,10g				78g,63g											57g
4																				
5																				
Κόκκιν ο																				
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η															
1	18g,6g	22g	38g																	
2																				
3																				
4			40g																	
5				63g																
Κίτριν ο																				
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η															
1	16g,10g	43g,12g																		140g
2																				
3	20g																			
4				50g																
5																				
Καφέ																				
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η															
1			140g																	106g
2	13g,11g,9 g,8g	18g,15g	35g	77g																84g
3																				
4		18g,21g	25g																	
5	25g,22g,1 1g,9g		35g																	32g
<b>4η Σειρά</b>																				
Κόκκιν ο																				
Ταξιαν	2η	3η	4η	5η	6η															



<b>Σειρά</b>									
Κόκκιν ο									
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1		107g,150g	193g,25 7g		202g				
2					203g				
3					116g				
4									
5					158g				
Καφέ									
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1					111g				
2		161g							
3			140g		122g				
4					30g,25g ,4g				
5				72g	215g				
Κίτρι ο									
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	39g								
2			165g		222g,12 5g,125g				
3									
4					123g				
5									
Πράσι νο									
Ταξιαν θιες/Φ υτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1		44g			261g				
2	16g		86g						
3	286g	79g,220g	168g						
4	12g,15g								
5	19g				107g,76 g				

<b>6η Σειρά</b>									
Κίτρινο									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1				429g,299g					
2				129g					
3				153g					
4									
5					211g				
Πράσινο									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	12g	72g	211g	102g	135g				
2									
3			222g						
4					204g				
5					102g				
Κόκκινο									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1	49g	406g	273g	185g					
2					87g				
3	62g	200g	255g						
4									
5	16g,9g	12g	103g	122g					
Καφέ									
Ταξιανθίες/Φυτά	2η	3η	4η	5η	6η				
1									
2				87g					
3	20g,19g	34g							
4					61g				