



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΟΜΕΙΣ ΑΙΧΜΗΣ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ  
ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ  
& ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Αξιολόγηση ενός νέου μικροβιακού εμβολίου για χρήση του  
ως βιοδιεγέρτη σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες τομάτας  
και κολοκυθιού

**Παρασκευή Κ. Μαγκανά**

Επιβλέπων Καθηγητής:  
Σάββας Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ 2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Αξιολόγηση ενός νέου μικροβιακού εμβολίου για χρήση του  
ως βιοδιεγέρτη σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες τομάτας  
και κολοκυθιού

Evaluation of a new microbial inoculant for its use as a biostimulant  
in organic and conventional tomato and zucchini crops

**Παρασκευή Κ. Μαγκανά**

Εξεταστική Επιτροπή:

Σάββας Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Ιωάννης Καραπάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Ντάτση Γεωργία, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

## **Αξιολόγηση ενός νέου μικροβιακού εμβολίου για χρήση του ως βιοδιεγέρτη σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες τομάτας και κολοκυθιού**

*Π.Μ.Σ. Τομείς Αιχμής & Καινοτόμες Εφαρμογές στην Παραγωγή & Συντήρηση Οπωροκηπευτικών & Ανθοκομικών Ειδών*

*Τμήμα Φυτικής Παραγωγής*

*Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών*

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε τον Οκτώμβριο του 2022 και τον Ιούνιο του 2023 στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με σκοπό την αξιολόγηση ενός μικροβιακού εμβολίου στον σπόρο τομάτας (*Solanum L. lycopersicum*) και κολοκυθιού (*Cucurbita L. pepo*) σε βιολογική και συμβατική καλλιέργεια. Τα φυτά τομάτας αναπτύχθηκαν σε συνθήκες συμβατικής καλλιέργειας θερμοκηπίου ενώ τα φυτά κολοκυθιάς αναπτύχθηκαν σε συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας αγρού. Και στα δυο πειράματα έγινε σύγκριση δυο διαφορετικών ποικιλιών. Τα φυτά αναπτύχθηκαν στο έδαφος ακολουθώντας όλα τα πρωτοκόλλα καλής θρέψης και καλλιεργητικής φροντίδας. Καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων, έγινε καθημερινή καταγραφή της εμπορεύσιμης και μη εμπορεύσιμης παραγωγής, των ποιοτικών χαρακτηριστικών και των επιμολύνσεων. Πάρθηκαν δείγματα εδάφους σε τρία στάδια της καλλιέργειας και λήφθηκαν δείγματα φυτικών ιστών σε δύο στάδια της καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα, παρουσίασαν θετική επίδραση στην καλλιέργεια κολοκυθιάς, ενώ στην καλλιέργεια τομάτας παρουσίασαν θετικά αποτελέσματα στην παραγωγή χωρίς σαφή επίδραση στα θρεπτικά στοιχεία.

**Επιστημονική Περιοχή:** Λαχανοκομία

**Λέξεις Κλειδιά:** Τομάτα, Κολοκύθι, Βιοδιεγέρτες, Βιολογική Καλλιέργεια, Συμβατική Καλλιέργεια

## **Evaluation of a new microbial inoculant for its use as a biostimulant in organic and conventional tomato and zucchini crops**

*MSc Top Sectors & Innovative Applications in Production & Maintenance of Fruit, Vegetables & Floriculture Species  
Faculty of Crop Science  
Laboratory of Vegetables Crop*

### **ABSTRACT**

The present postgraduate study was conducted in October 2022 and June 2023 at the Laboratory of Horticultural Crops, Agricultural University of Athens in order to evaluate a microbial inoculant on tomato (*Solanum L. lycopersicum*) and zucchini (*Cucurbita L. pepo*) seed in organic and conventional cultivation. Tomato plants were grown under conventional greenhouse cultivation conditions while zucchini plants were grown under organic field conditions. In both experiments two different varieties were compared. The plants were grown in soil following all protocols of good nutrition and cultural care. Throughout the experiments, daily records of marketable and non-marketable production, quality characteristics and contamination were made. Soil samples were taken at three stages of cultivation and plant tissue samples were taken at two stages of cultivation. The results, showed a positive effect in zucchini cultivation, while in tomato cultivation, showed positive effects on production with no clear effect on nutrients.

**Scientific area:** Horticulture

**Keywords:** Tomato, Zucchini, Biostimulans, Organic farming, Conventional farming, *Cucurbita pepo*, *Lycopersicon esculentum*

## ***ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ***

Ολοκληρώνοντας την διπλωματική μου διατριβή, θα ήθελα να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στα πρόσωπα που συνέλαβαν στην εκπόνηση της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Σάββα Δημήτριο, ο οποίος με δέχτηκε στην ομάδα του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών, μέσω των ερευνητικών προγραμμάτων MICROBOOS και WONDERPLANT. Επίσης, τον ευχαριστώ πολύ για την εμπιστοσύνη και την υπομονή που έδειξε στο πρόσωπό μου καθ' όλη τη διάρκεια των ερευνητικών προγραμμάτων, τα οποία αποτέλεσαν και το θέμα της παρούσας μελέτης. Επιπλέον, η καθοδήγηση και οι συμβουλές του μου έδωσαν την ευκαιρία να μαθητεύσω πλάι του και με ώθησαν να επεκτείνω τις γνώσεις μου επάνω στο γνωστικό αντικείμενο της Λαχανοκομίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον αγαπητό καθηγητή μου κύριο Ιωάννη Καραπάνο για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή και για τις γνώσεις που έλαβα από αυτόν κατά την περίοδο των μαθημάτων, καθώς και στην αγαπητή μου καθηγήτρια κυρία Γεωργία Ντάτση, την οποία ευχαριστώ θερμά από καρδιάς για όλες τις συμβουλές, την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου έδωσε σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού μου και για την συμμετοχή της στην εξεταστική επιτροπή.

Επίσης, ευχαριστίες στον κύριο Ανδρέα Ροδόκη, για την πολύτιμη βοήθειά του κατά την διάρκεια των πειραμάτων. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διδάκτορες του εργαστηρίου κηπευτικών καλλιεργειών, αλλά πιο συγκεκριμένα τον Διονύση Υφαντόπουλο για την καθοδήγησή του στα πειράματα και την Θεοδώρα Ντάναση για την συνεργασία μας καθ' όλη την διάρκεια του πειραματικού σκέλους και των αναλύσεων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τις φίλες μου Μαριάννα και Μαργαρίτα, οι οποίες αφουγκράζονταν τις ανησυχίες μου και μου παρείχαν υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου για την υποστήριξη που μου πρόσφεραν με όλες τους τις δυνάμεις, την αγάπη και την κατανόηση, καθώς και τους κοντινούς μου ανθρώπους Σπύρο, Χρήστο και Σπυριδούλα που αποτελέσαν δύναμη για να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ, ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΕΥΝΑΣ .....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ .....	10
2.1 Τι είναι οι βιοδιεγέρτες;.....	10
2.2 Οι βιοδιεγέρτες ως καινοτομία στην καλλιέργεια φυτών.....	10
2.3 Κατηγοριοποίηση Βιοδιεγερτών .....	11
2.3.1 Χουμικά οξέα .....	11
2.3.2 Προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών και αμινοξέων, ουσίες που περιέχουν άζωτο .....	12
2.3.3 Εκχυλίσματα Φυκιών .....	12
2.3.4 Χιτοζάνη και άλλα πολυμερή.....	13
2.3.5 Στοιχεία όπως τα Al,Co,Na,Se,Si.....	13
2.3.6 Εμβόλια μικροοργανισμών.....	14
2.4 Επιδράσεις των βιοδιεγερτών.....	14
2.4.1 Επίδραση σε καλλιέργειες.....	14
2.4.2 Οικονομικές επιδράσεις .....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΚΟΛΟΚΥΘΙ .....	17
3.1 Ιστορική ανασκόπηση, Καταγωγή της καλλιέργειας .....	17
3.2 Βοτανικά Χαρακτηριστικά.....	18
3.3 Κλίμα και Έδαφος.....	18
3.4 Πολλαπλασιασμός.....	18
3.5 Καλλιεργητικές τεχνικές.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΤΟΜΑΤΑ .....	20
4.1 Ιστορική Ανασκόπηση, Διαιτητική αξία .....	20
4.2 Βοτανικά Χαρακτηριστικά.....	21
4.3 Κλίμα και έδαφος.....	22
4.4 Πολλαπλασιασμός.....	22
4.5 Καλλιεργητικές τεχνικές .....	22
4.6 Συγκομιδή.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΡΕΨΗΣ .....	25
5.1 Θρέψη στα φυτά.....	25
5.2 Το Άζωτο στα φυτά.....	26
5.3 Ο Φωσφόρος στα Φυτά .....	26
5.4 Το Κάλιο στα φυτά.....	26
5.5 Τα ιχνοστοιχεία στα φυτά.....	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	28
6.1 Βιολογική Καλλιέργεια .....	28
6.2 Συμβατική Καλλιέργεια .....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ.....	31
7.1 Θέση και χρόνος διεξαγωγής πειραματικής καλλιέργειας .....	31
7.2 Πειραματικό σχέδιο - Στατιστική ανάλυση.....	32
7.3 Μεθοδολογίες μετρήσεων .....	33
7.3.1 Δοκιμή ζωτικότητας – βλαστικότητας των σπόρων (%).....	33
7.3.2 Μέτρηση φυλλικής επιφάνειας .....	34
7.3.3 Προσδιορισμός συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος .....	35
7.3.4 Προσδιορισμός συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς.....	37
7.3.5 Συνολική απόδοση καρπών και συνιστώσες της απόδοσης.....	40
7.3.6. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών .....	40
7.3.7. Επιμολύνσεις.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
8.1 Δοκιμή ζωτικότητας - βλαστικότητας .....	42
8.2 Συνολικές αποδόσεις .....	43
8.3 Συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος.....	45
8.3.1 Συγκεντρώσεις NO <sub>3</sub> -N και NH <sub>4</sub> -N .....	45
8.3.2 Συγκέντρωση P στο έδαφος .....	49
8.3.3 Συγκέντρωση K στο έδαφος.....	51
8.3.4 Ολικό άζωτο στο έδαφος.....	52
8.4 Θρεπτικά στοιχεία στους φυτικούς ιστούς.....	54
8.4.1 Συγκέντρωση P στους φυτικούς ιστούς .....	54
8.4.2 Συγκέντρωση K στους φυτικούς ιστούς.....	55
8.4.3 Ολικό N σε φυτικούς ιστούς .....	57
8.5 Επίδραση στη φυλλική επιφάνεια .....	57
8.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	59
8.7 Επιμολύνσεις .....	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 - ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	65
9.1 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΟΛΟΚΥΘΙΑΣ.....	65
9.2 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ .....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	70

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ, ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Τα τελευταία χρόνια, οι ανάγκες για μεγιστοποίηση της παραγωγής κηπευτικών προϊόντων ολοένα και αυξάνονται (Sabatino et al. 2022). Συγχρόνως, οι αλλαγές του γεωργικού κλίματος, λόγω κλιματικής αλλαγής και αλλαγής της βιωσιμότητας είναι από τις πιο σημαντικές παγκόσμιες κρίσεις (Kastner et al. 2021). Η εφαρμογή υψηλών ποσοτήτων λιπασμάτων υποβαθμίζει τη γονιμότητα του εδάφους και του περιβάλλοντος (Chamkhi et al. 2023). Το μείζον αυτό πρόβλημα, μπορεί να περιοριστεί με την αλλαγή ορισμένων συνθηκών. Η αυξανόμενη μετατόπιση των καλλιεργητών προς την αειφορία, έφερε στο προσκήνιο την αλλαγή των καλλιεργειών από συμβατικές σε βιολογικές.

Η βασική αρχή της αειφορικής καλλιέργειας είναι ότι ένα γεωργικό σύστημα αντιμετωπίζεται ως «ζωντανός» οργανισμός και όχι ως μεμονωμένο σύστημα καλλιέργειας. Ως εκ τούτου, οι εισροές που εισάγονται σε μια καλλιέργεια αποτελούν μέρος του συστήματος και επηρεάζουν άμεσα το περιβάλλον και τη βιωσιμότητα των οργανισμών. Κατά τον FAO 2022, η βιώσιμη γεωργία είναι οι γεωργικές δραστηριότητες όπου με βιώσιμο τρόπο ικανοποιούν τις ανθρώπινες ανάγκες τωρινών και μελλοντικών γενεών. Οι γεωργικές δραστηριότητες θα πρέπει να είναι οικονομικά και τεχνικά βιώσιμες, ώστε να μην δημιουργούν υποβάθμιση του περιβάλλοντος (Liu 2023).

Όπως προαναφέραμε, το γεωργικό οικοσύστημα είναι ένας ζωντανός οργανισμός. Οι μικροοργανισμοί που συνυπάρχουν στο έδαφος βοηθούν στην καλύτερη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά (Backer et al. 2018). Η ριζόσφαιρα είναι ένα από τα πιο σύνθετα οικοσυστήματα στο περιβάλλον και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών (Chandran et al. 2021). Στο περιβάλλον της ριζόσφαιρας των φυτών, πραγματοποιούνται διεργασίες από βακτήρια που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών ενισχύοντας την αντοχή σε αβιοτικά και βιοτικά stress (Chandran et al. 2021; Zhou et al. 2022). Ωστόσο, λόγω της υψηλής ζήτησης σε τρόφιμα για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών, οι φυσικοί πόροι στο έδαφος έχουν μειωθεί σημαντικά (Bucki et al. 2021). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μακροχρόνια εξάντληση των φυσικών πόρων και περιβαλλοντική υποβάθμιση (Chen et al. 2023). Ως εκ τούτου, δημιουργήθηκε η ανάγκη για περισσότερο έλεγχο του αγροοικοσυστήματος, με την υιοθέτηση νέων καλλιεργητικών τεχνικών, οι οποίες δεν διαταράσσουν την υγεία του οικοσυστήματος.



Οι βιοδιεγέρτες αποτελούν μια εναλλακτική λύση για την βιώσιμη γεωργία. Ανάλογα τα φυτά, μπορούν να εφαρμοστούν σε συνθήκες καταπόνησης ή όχι ενώ έχουν τη δυνατότητα να προωθήσουν ζωτικές διεργασίες των φυτών (π.χ. φωτοσύνθεση) (Mutlu-Durak and Yildiz Kutman 2021). Επιπλέον, ανάλογα το φυτό, οι εφαρμογές μπορούν να γίνουν είτε διαφυλλικά με ψεκασμό, είτε στο έδαφος, είτε με εμβολιασμό του σπόρου. Οι αυξανόμενη τάση των παραγωγών στην βιολογική γεωργία αυξήσε την αγορά βιοδιεγερτών κατά μέσο όρο 10,9% έως το 2022 (Vasseur-Coronado et al. 2021).

Από τους πιο διαδομένους βιοδιεγέρτες είναι η εφαρμογή καινοτόμων μικροβιακών εμβολίων, τα οποία είναι διεθνώς γνωστά ως ριζοβακτήρια με επωφελή δράση για τα φυτά (plant growth promoting rhizobacteria: PGPR).

Η εφαρμογή των ριζοβακτηρίων με επωφελή δράση μπορεί να αυξήσει σημαντικά την παραγωγικότητα των καλλιεργούμενων φυτών, αλλά και την προσαρμοστικότητά τους στις συχνά αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες. Στην αγορά κυκλοφορούν αρκετά σκευάσματα με PGPR και για πολλά από αυτά έχουν διαπιστωθεί σαφείς επωφελείς δράσεις. Τα ριζοβακτήρια είναι πολύ καλά αναγνωρισμένα για την ικανότητά τους να αποικίζουν τη ριζόσφαιρα σε διάφορα είδη καλλιεργούμενων φυτών και να διεγείρουν την ανάπτυξη των φυτών μέσω διαφόρων μηχανισμών (Mitra et al., 2021). Το έδαφος είναι ο φυσικός βίοτοπος για τα ριζοβακτήρια που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών. Όπως έχει αποδειχθεί από πολλές ερευνητικές εργασίες, τα ριζοβακτήρια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις εδαφικές διεργασίες, ενώ επιδρούν και στον μεταβολισμό των φυτών, με συνέπεια συχνά να επηρεάζουν την παραγωγικότητά τους (Khatoon et al., 2020). Η σύνδεση των PGPR με τις ρίζες των φυτών διεγείρει τη σύνθεση διαφόρων βιομορίων, τα οποία με τη σειρά τους αυξάνουν τη γονιμότητα του εδάφους (Kumar and Verma, 2019).

Λαμβάνοντας υπόψη τις πολύ σημαντικές επωφελείς δράσεις των PGPR και το αυξανόμενο ενδιαφέρον των παραγωγών για εφαρμογή σκευασμάτων ριζοβακτηρίων στα καλλιεργούμενα φυτά, στην παρούσα πειραματική εργασία δοκιμάστηκε ένα εμπορικό σκεύασμα ριζοβακτηρίων σε μία υπαίθρια καλλιέργεια κολοκυθίου και συμβατικής καλλιέργειας τομάτας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΙΟΔΙΕΓΕΡΤΕΣ

### 2.1 Τι είναι οι βιοδιεγέρτες;

Οι βιοδιεγέρτες είναι χημικές ουσίες και μικροοργανισμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ευρέως στις γεωργικές πρακτικές για την ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών. Κατά τη χρησιμοποίησή τους έχουν ως στόχο να προωθούν την ανάπτυξη των φυτών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής ή να προλαμβάνουν αβιοτικά και βιοτικά stress.

Με βάση τον κανονισμό του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου (2019/1009) και όπως αναφέρουν και οι Yaseen and Takacs-Hajos (2022), ως βιοδιεγέρτες φυτών ορίζονται φυτικά ουσίες, μείγματα και προϊόντα μικροοργανισμών, τα οποία θα μπορούν να φέρουν έγκριση από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Επίσης, ανεξάρτητα από τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, θα μπορούν να βελτιώσουν:

- a. Την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων
- b. Την αντοχή σε αβιοτικά στρες
- c. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά

### 2.2 Οι βιοδιεγέρτες ως καινοτομία στην καλλιέργεια φυτών

Σε μελέτη που έγινε από τους Ganugi et al. (2021), αναφέρεται ότι οι καταναλωτές και οι βιομηχανίες τροφίμων στρέφονται σε προϊόντα που ανταποκρίνονται σε έναν υγιεινό τρόπο ζωής. Ειδικά από μετά την πανδημία του Covid 19, το ενδιαφέρον για τρόφιμα φιλικά προς τον καταναλωτή αυξήθηκε λόγω της έντονης ανησυχίας για ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος.

Όπως αναφέρεται στην παραπάνω μελέτη, οι μικροβιακοί βιοδιεγέρτες αντιπροσωπεύουν μια υποομάδα αυτής της κατηγορίας, οι οποίοι μικροοργανισμοί είναι μη παθογόνοι για τα φυτά, όπως οι *Azotobacter* spp., *Rhizobium* spp., *Azospirillum* spp. και μυκορριζικοί μύκητες. Σε πολλές προσπάθειες που έγιναν να αυξηθεί η χρήση τους για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών και της διατήρησης της βιοποικιλότητας, παρατηρήθηκε έλλειψη γνώσης για τους μικροβιακούς βιοδιεγέρτες. Εν κατακλείδι, παρατηρήθηκε ότι οι μικροβιακοί βιοδιεγέρτες, αυξάνουν τα επίπεδα καροτονοειδών και ασκορβικού οξέος στα φυτά.

## 2.3 Κατηγοριοποίηση Βιοδιεγερτών

Οι βιοδιεγέρτες ήδη την τελευταία δεκαετία έχουν κερδίσει έδαφος στις αγορές. Ειδικά, η Ευρώπη κατέχει το υψηλότερο ποσοστό χρήσης βιοδιεγερτών με αυτό να αγγίζει το 43%. Για αυτό το λόγο, αρκετές έρευνες έχουν στραφεί στην αναζήτηση νέων βιοδιεγερτών ή ακόμα και στην μελέτη των ήδη γνώριμων. Οι βιοδιεγέρτες μπορούν να προέρχονται από διάφορες συνθέσεις και να έχουν ποικίλα συστατικά.

Με βάση τα παραπάνω, βιοδιεγέρτες είναι :

- Χουμικές ουσίες (χουμικά και φουλβικά οξέα)
- Πολύπλοκα οργανικά υλικά
- Άλατα
- Προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών και αμινοξέα
- Εκχυλίσματα φυκιών
- Χιτοζάνη και άλλα πολυμερή
- Ουσίες που περιέχουν άζωτο
- Εμβόλια μικροοργανισμών
- Γλυκίνες
- Συνθετικές φαινολικές ενώσεις
- Στοιχεία όπως τα Al,Co,Na,Se,Si

### 2.3.1 Χουμικά οξέα

Οι χουμικές ουσίες είναι φυσικά συστατικά της οργανικής ύλης του εδάφους, που προέρχονται από την αποσύνθεση φυτικών, ζωικών και μικροβιακών υπολειμμάτων, αλλά και από τη μεταβολική δραστηριότητα των μικροβίων του εδάφους που χρησιμοποιούν αυτά τα υποστρώματα. Αρχικά κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με το μοριακό τους βάρος και τη διαλυτότητά τους σε χουμίνες, χουμικά οξέα και φουλβικά οξέα. Αυτές οι ενώσεις δείχνουν επίσης την πολύπλοκη δυναμική σύνδεσης σε υπερμοριακά κolloειδή, με αυτό να επηρεάζεται από τις ρίζες των φυτών μέσω της απελευθέρωσης εκκριμάτων. Οι χουμικές ουσίες και τα σύμπλοκά τους στο έδαφος προκύπτουν από την αλληλεπίδραση μεταξύ της οργανικής ύλης, των μικροβίων και των ριζών των φυτών (du Jardin 2015).

Οι χουμικές ουσίες έχουν αναγνωριστεί εδώ και πολύ καιρό ως βασικοί συντελεστές της γονιμότητας του εδάφους, οι οποίες δρουν στις φυσικές, φυσικοχημικές, χημικές

και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Οι περισσότερες βιοδιεγερτικές επιδράσεις του εστιάζουν στη βελτίωση της θρέψης των ριζών, μέσω διαφορετικών μηχανισμών. Για παράδειγμα, η αυξημένη πρόσληψη μακρο- και μικροθρεπτικών συστατικών, λόγω της αυξημένης ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους και της αυξημένης διαθεσιμότητας φωσφόρου όπου παρεμποδίζει την καθίζηση του φωσφορικού ασβεστίου (Du Jarbin, 2015).

### **2.3.2 Προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών και αμινοξέων, ουσίες που περιέχουν άζωτο**

Οι άμεσες επιδράσεις στα φυτά περιλαμβάνουν τη ρύθμιση της πρόσληψης και της αφομοίωσης του N, με τη ρύθμιση των ενζύμων που εμπλέκονται στην αφομοίωση του N και των γονιδίων τους και με τη δράση στο μονοπάτι σηματοδότησης της απορρόφησης του N από τις ρίζες. Χηλικές επιδράσεις αναφέρονται για ορισμένα αμινοξέα (όπως η προλίνη) που μπορεί να προστατεύουν τα φυτά από τα βαρέα μέταλλα, αλλά επίσης συμβάλλουν στην κινητικότητα και την απόκτηση μικροθρεπτικών συστατικών. Η αντιοξειδωτική δράση προσδίδεται από τον καθαρισμό των ελεύθερων ριζών από ορισμένες από τις αζωτούχες ενώσεις, συμπεριλαμβανομένης της γλυκίνης βεταΐνης και της προλίνης, η οποία συμβάλλει στον έλεγχο του περιβαλλοντικού στρες.

Οι έμμεσες επιδράσεις στη θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών είναι, επίσης, σημαντικές στη γεωργική πρακτική όταν τα υδρολύματα πρωτεϊνών εφαρμόζονται σε φυτά και εδάφη. Τα πρωτεϊνικά υδρολύματα είναι γνωστό ότι αυξάνουν τη μικροβιακή βιομάζα και τη δραστηριότητα, την αναπνοή του εδάφους και συνολικά, τη γονιμότητα του εδάφους. Οι δραστηριότητες χηλικοποίησης και συμπλοκοποίησης συγκεκριμένων αμινοξέων και πεπτιδίων θεωρείται ότι συμβάλλουν στη διαθεσιμότητα και την απόκτηση θρεπτικών συστατικών από τις ρίζες.

### **2.3.3 Εκχυλίσματα Φυκιών**

Η χρήση φυκιών ως πηγή οργανικής ύλης και ως λίπασμα είναι αρχαία στη γεωργία, αλλά βιοδιεγερτικά αποτελέσματα έχουν καταγραφεί στα τωρινά χρόνια. Άλλα συστατικά που συμβάλλουν στην προαγωγή της ανάπτυξης των φυτών περιλαμβάνουν μικρο- και μακροθρεπτικά συστατικά, στερόλες, ενώσεις που περιέχουν N, όπως βεταΐνες και ορμόνες. Τα περισσότερα από τα είδη φυκιών ανήκουν στη φυλή των καστανών φυκών με κύρια γένη τα *Ascophyllum*, *Fucus*, *Laminaria*, αλλά οι

καραγενείς προέρχονται από κόκκινα φύκια, τα οποία αντιστοιχούν σε μια ξεχωριστή φυλογενετική γραμμή.

Μπορούν να εφαρμοστούν σε εδάφη, σε υδροπονικά διαλύματα ή ως διαφυλλικές θεραπείες. Στα εδάφη, οι πολυσακχαρίτες τους συμβάλλουν στον σχηματισμό γέλης, στην κατακράτηση νερού και στον αερισμό του εδάφους. Περιγράφονται, επίσης, θετικές επιδράσεις μέσω της μικροχλωρίδας του εδάφους, με την προώθηση βακτηρίων που προωθούν την ανάπτυξη των φυτών και ανταγωνιστών παθογόνων σε κατασταλτικά εδάφη. Παράλληλα, επιδρούν κατά του στρες και θα μπορούσαν να παρομοιάζονται ως προστατευτικές ενώσεις, όπως αντιοξειδωτικά και ρυθμιστές ενδογενών γονιδίων που ανταποκρίνονται στο στρες.

#### **2.3.4 Χιτοζάνη και άλλα πολυμερή**

Οι φυσιολογικές επιδράσεις των ολιγομερών χιτοζάνης στα φυτά είναι τα αποτελέσματα της ικανότητας αυτής της πολυκατιονικής ένωσης να δεσμεύει ένα ευρύ φάσμα κυτταρικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένου του DNA, της πλασματικής μεμβράνης και των συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος, αλλά και να δεσμεύει ειδικούς υποδοχείς που εμπλέκονται στην ενεργοποίηση των αμυντικών γονιδίων με παρόμοιο τρόπο με τους διεγέρτες άμυνας φυτών. Οι γεωργικές εφαρμογές της χιτοζάνης έχουν αναπτυχθεί όλα αυτά τα χρόνια, εστιάζοντας στην προστασία των φυτών από μυκητιακά παθογόνα, αλλά οι ευρύτερες γεωργικές χρήσεις σχετίζονται με την ανοχή στο αβιοτικό στρες (ξηρασία, αλατότητα, ψυχρό στρες) και σε ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με πρωτογενείς και δευτερογενείς μεταβολισμούς.

#### **2.3.5 Στοιχεία όπως τα Al,Co,Na,Se,Si**

Τα χημικά στοιχεία που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών και μπορεί να είναι απαραίτητα για συγκεκριμένα είδη, αλλά δεν απαιτούνται από όλα τα φυτά ονομάζονται ευεργετικά στοιχεία. Τα πέντε κύρια ωφέλιμα στοιχεία είναι το Al, Co, Na, Se και Si που υπάρχουν στα εδάφη και στα φυτά ως διαφορετικά ανόργανα άλατα και ως αδιάλυτες μορφές. Ο ορισμός των ωφέλιμων στοιχείων δεν περιορίζεται στη χημική τους φύση, αλλά πρέπει επίσης να αναφέρεται στα ειδικά πλαίσια όπου μπορούν να παρατηρηθούν οι θετικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών και την απόκριση στο στρες. Μπορεί να υποθεθεί ότι η βιοδραστικότητα ορισμένων πολύπλοκων βιοδιεγερτικών, όπως εκχυλίσματα φυκιών, υπολειμμάτων καλλιεργειών

ή ζωικών αποβλήτων, περιλαμβάνει τις φυσιολογικές λειτουργίες των περιεχομένων ευεργετικών στοιχείων.

### **2.3.6 Εμβόλια μικροοργανισμών**

Οι μικροοργανισμοί αλληλεπιδρούν με τα φυτά με πολλούς πιθανούς τρόπους. Όσον αφορά στους μύκητες, υπάρχει μια συνέχεια μεταξύ αλληλοσυμβίωσης και παρασιτισμού. Τα βακτήρια που ενσωματώνονται στο έδαφος, περιβάλλουν τη ριζόσφαιρα και μεταφέρονται στο εσωτερικό των κυττάρων, ενώ ορισμένα βακτήρια μεταφέρονται ακόμη μέσω του σπόρου.

Όσον αφορά στις γεωργικές χρήσεις των βιοδιεγερτών, δύο κύριοι τύποι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη (i) τα βακτήρια τύπου *Rhizobium* και (ii) τα ριζοσφαιρικά PGPRs («ριζοβακτήρια που προάγουν την ανάπτυξη των φυτών»). Τα PGPR βακτήρια είναι πολυλειτουργικά και επηρεάζουν συνολικά την καλλιέργεια των φυτών όπως τη θρέψη και την ανάπτυξη, την μορφολογία, και την απόκριση στο βιοτικό και αβιοτικό στρες.

Οι γεωργικές χρήσεις των PGPRs περιορίζονται από αυτή την πολυπλοκότητα, από τις μεταβλητές αποκρίσεις των φυτικών ποικιλιών και των περιβαντολλογικών συνθηκών. Επίσης, οι τεχνικές δυσκολίες που σχετίζονται με τη σύνθεση των εμβολίων οδηγούν σε ασυνεπή αποτελέσματα στην πράξη. Παρόλα αυτά, η παγκόσμια αγορά βακτηριακών βιοδιεγερτικών αυξάνεται και τα εμβόλια PGPR θεωρούνται πλέον ως κάποιο είδος φυτικών «προβιοτικών», δηλαδή αποτελεσματικοί συνεισφέροντες στη θρέψη και την ανοσία των φυτών.

## **2.4 Επιδράσεις των βιοδιεγερτών**

### **2.4.1 Επίδραση σε καλλιέργειες**

Είναι γνωστό ευρέως ότι οι βιοδιεγέρτες χρησιμοποιούνται κατά κόρον για την ενίσχυση της απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων και την αύξηση της παραγωγής. Κατά την μελέτη που έγινε από τους Yaseen and Takacs-Hajos (2022), σε φυτά μαρουλιού, αποδείχτηκε ότι οι φυσικοί βιοδιεγέρτες ενισχύουν την απορρόφηση μετάλλων και την διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι τους ψυχρούς μήνες το ριζικό σύστημα απορρόφησε αρκετά θρεπτικά στοιχεία με αποτέλεσμα την ενίσχυση του ανώτερου συστήματος του φυτού. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η ποσότητα ασβεστίου αυξήθηκε και αυτό ωφέλησε σε μελλοντικό στρες που μπορεί να δημιουργηθεί. Ακόμη, παρατηρήθηκε και η ποιοτική

διαφορά που είχαν τα φυτά μαρουλιού, καθώς οι βιοδιεγέρτες βελτίωσαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Σε επόμενη μελέτη που έγινε από τους Niu et al. (2022), σε φυτά τομάτας υπό στρες υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών, διαπιστώθηκε ότι οι βιοδιεγέρτες προώθησαν την ανάπτυξη του βλαστού καθ' όλη τη διάρκεια του στρες. Επιπλέον, παρατηρήθηκε αύξηση του ποσοστού χλωροφύλλης στις επεμβάσεις με το στρες υψηλών θερμοκρασιών. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι και στα δυο στρες, αυξήθηκε η βιομάζα των φυτών κατά 50%.

Όπως παρατηρούμε από τις παραπάνω μελέτες, οι βιοδιεγέρτες έχουν θετικές επιδράσεις σε φυτά της οικογένειας Brassica και της οικογένειας των Σολανωειδών.

Σε μελέτη που έγινε από τους Li et al. (2020), σε φυτά βρόμης, μηδικής και αγγουριού με τη χρήση PGPR βακτηρίων έλαβαν θετικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, όσον αναφορά στην ανάπτυξη των φυτών και στα τρία φυτά παρατηρήθηκε αύξηση της ξηρής μάζας και της διαμέτρου των ριζών. Επίσης, παρατηρήθηκε αύξηση της ενζυμικής αντίδρασης στα φυτά με τη χρήση των PGPRs. Και σε αυτή τη μελέτη παρατηρήθηκε αύξηση της χλωροφύλλης με τη μηδική να κατέχει το υψηλότερο ποσοστό. Επιπλέον, διαπιστώθηκε αύξηση των ενζυμικών αντιδράσεων των μικροοργανισμών που βρίσκονται στο έδαφος και στα τρία φυτά.

#### **2.4.2 Οικονομικές επιδράσεις**

Η χρήση των βιοδιεγερτών στη γεωργία γνωρίζει έξαρση με πολυάριθμους παράγοντες να συμβάλλουν σε αυτή την επίμονη ανάπτυξη. Σύμφωνα με τους αναλυτές της αγοράς, η ευρωπαϊκή αγορά βιοδιεγερτών κατέχει περίπου το μισό του παγκόσμιου μεριδίου αγοράς.

Αρκετοί παράγοντες τροφοδοτούν την ευρεία επέκταση των βιοδιεγερτών:

1. *Παγκόσμια επέκταση:* Η υιοθέτηση των βιοδιεγερτών πολλαπλασιάζεται, όχι μόνο στην Ευρώπη αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο. Για να επωφεληθούν από αυτή την τάση, οι εταιρείες διευρύνουν τα επαγγελματικά τους δίκτυα, σε προηγουμένως ανεκμετάλλευτες αγορές.

2. *Καινοτόμος ανάπτυξη προϊόντων:* Ο κλάδος των βιοδιεγερτών έχει δημιουργήσει με επιτυχία νέα και καινοτόμα προϊόντα προσαρμοσμένα στην κάλυψη συγκεκριμένων αγρονομικών αναγκών.
3. *Διαφοροποίηση της φυτικής παραγωγής:* Ενώ αρχικά περιοριζόταν στη βιολογική γεωργία και στην καλλιέργεια οπωροκηπευτικών υψηλής αξίας, τώρα εισχωρούν στη συμβατική παραγωγή καλλιεργειών. Η στροφή αυτή οφείλεται σε οικονομικές εκτιμήσεις και σε μια αυξανόμενη έμφαση στη βιωσιμότητα στον γεωργικό τομέα.
4. *Δυναμική του κόστους εισροών:* Οι κλιμακούμενες και κυμαινόμενες τιμές των εισροών, όπως τα λιπάσματα, έχουν δώσει κίνητρα στους παραγωγούς να βελτιστοποιήσουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης των πόρων τους.
5. *Καταναλωτικές και περιβαλλοντικές ανησυχίες:* Οι αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών για υγιεινά τρόφιμα με ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σε συνδυασμό με τις σχετικές πολιτικές, έχουν ωθήσει τους παραγωγούς να αναζητήσουν τρόπους για να χρησιμοποιούν πιο συνετά τα συνθετικά χημικά και τα ανόργανα λιπάσματα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΚΟΛΟΚΥΘΙ

### 3.1 Ιστορική ανασκόπηση, Καταγωγή της καλλιέργειας

Το κολοκύθι (*Cucurbitis melo L.*) εισάχθηκε στην Ευρώπη τον 16<sup>ο</sup> αιώνα από την τροπική Αμερική. Η καλλιέργεια του κολοκυθιού, σε ορισμένα είδη, είναι ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες. Γνωστά είδη του γένους είναι οι «κολοκύθες», «νεροκολόκυθα», και οι «λούφες» που έχουν λαχανοκομική και καλλωπιστική αξία. Η καλλιέργεια του κολοκυθιού στην Ελλάδα, στις γύρω περιοχές της Μεσογείου, αλλά και σε χώρες της Μέσης Ανατολής είναι πολύ σημαντική.



Εικόνα 1: Κολοκυθιά

Το μεγαλύτερο ποσοστό καρπών παράγεται στην Ασία και ανέρχεται περί του 65,6%, ενώ δεύτερη σε σειρά έρχεται η Ευρώπη με ποσοστό 13,5%. Στην Ευρώπη, τη μεγαλύτερη παραγωγή κολοκυθιού έχουν η Ισπανία, Ελλάδα, Σερβία, Ιταλία και Ρουμανία. Τα τελευταία χρόνια, λόγω των συνεχών εισαγωγών, η παραγωγή κολοκυθιού στην Ελλάδα έχει μειωθεί περίπου 12%. Οι κυριότερες περιοχές όπου καλλιεργείται το κολοκύθι είναι στους νομούς Ηλείας, Αττικής, Τρικάλων και Θεσσαλονίκης.

Όσον αφορά στις εισαγωγές, τα τελευταία χρόνια εισάγονται 2.500-3.000 τόνοι κολοκυθιών. Για τις εξαγωγές, τα τελευταία χρόνια οι τιμές κυμαίνονται στους 800-2.500 τόνους ανά έτος. Οι χονδρική τιμή πώλησης παρουσιάζει διακυμάνσεις στο χρόνο με τις υψηλότερες τιμές να καταγράφονται από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο.

### **3.2 Βοτανικά Χαρακτηριστικά**

Τα φυτά είναι μονοετή, έρποντα, ποώδη ή αναρριχώμενα. Η ρίζα είναι πασσαλώδης και αναπτύσσεται έως τα 120εκ. Ο βλαστός έχει γωνιακό και κυλινδρικό σχήμα, φέρει τρίχες και δεν διακλαδίζεται. Τα φύλλα είναι μεγάλα, απλά, πεντάλοβα ή τρίλοβα με μεγάλες ή μικρές εγκοιλώσεις και φέρουν τρίχες. Τα άνθη είναι μεγάλα, ευδιάκριτα, μονήρη με περιάνθιο πενταμερές και στεφάνη χοανοειδή, εντόνου κίτρινου λαμπερού χρώματος. Το φυτό είναι μόνικο και δικλινές. Τα αρσενικά άνθη εμφανίζονται στην βάση του βλαστού και αργότερα διάσπαρτα κατά μήκος. Έχουν 5 στήμονες ελεύθερους με ανθήρες ενωμένους. Τα θηλυκά άνθη εμφανίζονται μετά τα πρώτα αρσενικά πάνω στο βλαστό. Έχουν κοντό ποδίσκο και υποφυή ωοθήκη, η οποία είναι τρίχωρος και έχουν στύλο με τρία στίγματα δίλοβα. Το φυτό σταυρογονιμοποιείται κυρίως με μέλισσες άλλα και με άλλα έντομα. Ο καρπός είναι ράγα ή πέπων, διαφόρων χρωμάτων και σχημάτων, ανάλογα με την ποικιλία. Ο σπόρος είναι μεγάλος, ελλειψοειδής και πεπλατυσμένος.

### **3.3 Κλίμα και Έδαφος**

Είναι φυτό θερμής εποχής και χρειάζεται 30-60 ημέρες έως τη συγκομιδή υπό ευνοϊκές συνθήκες. Ικανοποιητικές θερμοκρασίες για την καλλιέργεια είναι από 18-27°C. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, η ανάπτυξη είναι περιορισμένη. Οι ανοιξιάτικες ημέρες ευνοούν και την επιτυχή επικονίαση από τις μέλισσες και την ανάπτυξη του καρπού. Κατάλληλα εδάφη είναι τα γόνιμα, με πλούσια οργανική ουσία τα οποία έχουν καλή συγκράτηση υγρασίας. Το κατάλληλο pH για την καλλιέργεια είναι το 6,0-7,5. Συνήθως γίνεται εδαφοκάλυψη με μαύρο πλαστικό νάιλον, για την εξοικονόμηση νερού και την πρωίμηση της παραγωγής. Όσον αφορά στην λίπανση, το φυτό αντιδρά θετικά σε οργανική λίπανση.

### **3.4 Πολλαπλασιασμός**

Η σπορά ξεκινά τον Μάρτιο και συνεχίζεται σταδιακά έως τον Οκτώβριο. Η σπορά γίνεται, είτε σε σπορείο, είτε απευθείας στον αγρό. Για την βλάστηση των σπόρων απαιτούνται θερμοκρασίες 25-35 °C με τις άριστες να κυμαίνονται στους 30-35 °C. Η διάρκεια στο σπορείο κυμαίνεται από 4-5 εβδομάδες, ανάλογα τις συνθήκες που επικρατούν στο φυτώριο. Η μεταφύτευση γίνεται στα 3-5 φύλλα και συνιστάται

σκληραγώγηση των φυτών με μείωση της υγρασίας. Εφαρμόζονται αποστάσεις φύτευσης 100-120 εκ. μεταξύ των γραμμών και 50-70εκ. επί των γραμμών.

### **3.5 Καλλιεργητικές τεχνικές**

Μετά τη μεταφύτευση, τα ζιζάνια δεν αναπτύσσονται αν έχει τοποθετηθεί μαύρο νάιλον. Συνήθως, πραγματοποιείται ένα ελαφρύ βοτάνισμα μεταξύ των γραμμών. Το κολοκύθι είναι φυτό απαιτητικό σε νερό. Εφαρμόζεται ένα πότισμα ανά 3-4 ημέρες όταν η θερμοκρασία είναι σε χαμηλά επίπεδα, ενώ όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές χρειάζεται ανά 1-2 ημέρες πότισμα. Όσον αφορά στο κλάδεμα, αφαιρούνται τα γηραιότερα φύλλα, όταν χάσουν το πράσινο χρώμα τους. Επίσης, εφαρμόζονται προληπτικοί ψεκασμοί εναντία σε αφίδες, αλευρώδη και τετράνυχου.

### **3.6 Συγκομιδή**

Η συγκομιδή ξεκινά όταν οι καρποί αποκτήσουν το εμπορεύσιμο μέγεθος και είναι άγουροι. Το συνηθισμένο μέγεθος είναι 8-15εκ ή και μεγαλύτερο ανάλογα με τις προτιμήσεις του καταναλωτή. Συνήθως, συγκομιδή έχουμε 30-60 ημέρες μετά τη σπορά. Ανάλογα τις συνθήκες, η συχνότητα συγκομιδής γίνεται ανά 2 ή 4 ημέρες. Πρέπει να τηρούνται όλα τα πρωτόκολλα συσκευασίας για να περιοριστούν οι μετασυλλεκτικές ασθένειες έως το προϊόν να φτάσει στον καταναλωτή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΤΟΜΑΤΑ

### 4.1 Ιστορική Ανασκόπηση, Διαιτητική αξία

Η καταγωγή της τομάτας (*Solanum lycopersicum*) εντοπίζεται στις Άνδεις της Νότιας Αμερικής. Μετά το δεύτερο ταξίδι του στην Αμερική το 1498, ο Χριστόφορος Κολόμβος έφερε την τομάτα στην Ευρώπη. Στη σύγχρονη γεωργία, η τομάτα κατέχει εξέχουσα θέση ως το δεύτερο πιο ευρέως καλλιεργούμενο λαχανικό παγκοσμίως. Στην Ελλάδα, περιοχές που εντοπίζεται η περισσότερη παραγωγή τομάτας είναι η Κρήτη, η Μεσσηνία και η Ηλεία. Η πλειονότητα της παραγωγής τομάτας προέρχεται από υπαίθρια καλλιέργεια, ενώ σημαντική είναι και η συμβολή των θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Αυτή η ευρεία καλλιέργεια πιστοποιεί την παγκόσμια δημοτικότητα της τομάτας και τον αναπόσπαστο ρόλο της ως βασικού προϊόντος στη γεωργία και τις μαγειρικές πρακτικές παγκοσμίως.

Ανήκει στην οικογένεια των Σολανωειδών (*Solanaceae*). Η τομάτα είναι ετήσιο κηπευτικό και καλλιεργείται για τον καρπό της, ο οποίος καταναλώνεται νωπός, αποξηραμένος, σε πολτό, σε άλμη ή κονσερβοποιημένος. Είναι πλούσια πηγή βιταμινών και λυκοπενίου. Το λυκοπένιο διαδραματίζει σημαντικό και θετικό ρόλο στην προαγωγή της ανθρώπινης υγείας. Μεταξύ των διαφόρων καροτενοειδών στα τρόφιμα, το λυκοπένιο παρουσιάζει μία από τις υψηλότερες αντιοξειδωτικές ικανότητες. Η ενσωμάτωση στη διατροφή τροφίμων πλούσιων σε λυκοπένιο, ιδίως τομάτας και προϊόντων με βάση τη τομάτα, έχει επιδείξει αποτελεσματικότητα στη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών όπως ο καρκίνος και οι καρδιαγγειακές παθήσεις. Μελέτες έχουν αποκαλύψει αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων λυκοπενίου στο αίμα και στους ιστούς και της συχνότητας εμφάνισης διαφόρων τύπων καρκίνου, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του μαστού και του καρκίνου του προστάτη. Αυτό υποδηλώνει ότι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις λυκοπενίου συνδέονται με μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης αυτών των κακοηθειών. Τα αδιάσειστα στοιχεία υπογραμμίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης τροφίμων πλούσιων σε λυκοπένιο στις διατροφικές επιλογές του ατόμου για την προαγωγή της συνολικής υγείας και τη δυνητική μείωση του κινδύνου καρκίνου. (Assad et al. 2024)

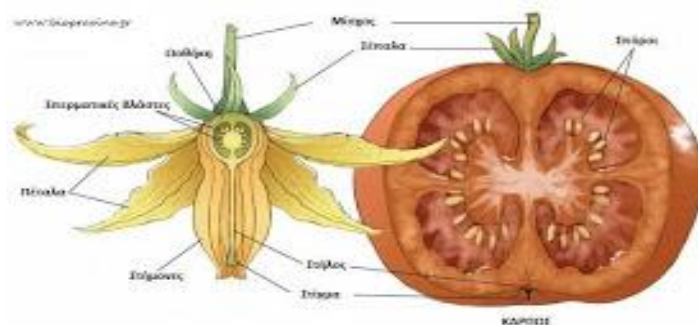
Η γεύση του καρπού οφείλεται στα σάκχαρα, φρουκτόζη και γλυκόζη και στα οργανικά οξέα. Το λυκοπένιο προσδίδει το κόκκινο χρώμα στις τομάτες ενώ το β-καροτενιο είναι υπεύθυνο για το κίτρινο χρώμα.

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΤΟΜΑΤΑΣ <i>ανά 100 gr.</i>	
<i>Θερμίδες 18 kcal / 100gr</i>	
<b>ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ</b> _____	3,92 gr
<b>ΛΙΠΟΣ</b> _____	0,20 gr
<b>ΠΡΩΤΕΪΝΗ</b> _____	0,88 gr
<b>ΦΥΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ</b> _____	1,20 gr
<b>ΑΪΒΕΣΤΙΟ</b> _____	10,00 mg > 1%
<b>ΣΙΔΗΡΟΣ</b> _____	0,27 mg > 3%
<b>ΜΑΓΝΗΣΙΟ</b> _____	11,00 mg > 3%
<b>ΦΩΣΦΟΡΟΣ</b> _____	24,00 mg > 3%
<b>ΚΑΛΙΟ</b> _____	237,00 mg > 7%
<b>ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ</b> _____	0,17 mg > 2%
<b>ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ</b>	
A: (RAE) _____	42,00 mcg > 5%
B <sub>1</sub> : Θειαμίνη _____	0,04 mg > 3%
B <sub>2</sub> : Ριβοφλαβίνη _____	0,02 mg > 1%
B <sub>3</sub> : Νιασίνη _____	0,59 mg > 4%
B <sub>6</sub> : _____	0,08 mg > 6%
B <sub>9</sub> : Φολικό οξύ _____	15,00 mcg > 4%
C: _____	2,70 mg > 14%
E: _____	0,54 mg > 4%
Τα ποσοστά είναι σύμφωνα με τις US συνιστώμενες ημερήσιες συστάσεις για ενήλικες.	
ΠΗΓΗ: <i>Diet Analysis Plus</i>	

Εικόνα 2: Διατροφικός πίνακας τομάτας

## 4.2 Βοτανικά Χαρακτηριστικά

Η τομάτα είναι πολυετής λαχανικό σε περιοχές που η καλλιέργεια είναι αυτόφυτη. Σε εύκρατες ή ηπειρωτικές περιοχές καλλιεργείται ως ετήσιο. Το ριζικό σύστημα αποτελείται από μια κεντρική πασαλώδη ρίζα με αρκετές δευτερεύουσες ρίζες και ριζικά τριχίδια. Μετά τη μεταφύτευση του φυτού, η κεντρική ρίζα σπάει και το φυτό να αναπτύσσει θυσσανώδες ριζικό σύστημα. Στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης του φυτού, ο βλαστός είναι τρυφερός και στη συνέχεια της ανάπτυξης του αποκτά σκληρότητα στην υφή. Ο βλαστός φέρει πλευρικά επάνω του τα φύλλα και τις ταξιανθίες και μπορεί να φτάσει έως και 10μ. Οι οφθαλμοί του φυτού βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων. Τα φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα και αποτελούνται από ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων με ένα επάκριο φυλλάριο στην άκρη. Στην επάνω επιφάνεια των φύλλων το χρώμα είναι βαθύ πράσινο ενώ στην κάτω επιφάνεια, ελαιώδες ανοικτό πράσινο χρώμα. Όλα τα πράσινα μέρη του φυτού καλύπτονται από αδενώδεις τρίχες όπου κατά τον τραυματισμό τους εκκρίνεται η χαρακτηριστική μυρωδιά της τομάτας. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και τοποθετούνται σε ταξιανθίες των 4-12 ανθέων από τους οποίους προκύπτουν από 2 έως 8 καρποί.



**Εικόνα 3: Εσωτερικό τομάτας**

Ο καρπός έχει σχήμα ράγας. Στο εσωτερικό του καρπού, υπάρχουν τα σπέρματα, τα οποία περιβάλλονται από το ζελατινώδες υγρό του πλακούντα. Ο σπόρος είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος και έχει χρώμα καφέ, κίτρινο ή χρυσαφί. Η διάμετρος του σπόρου είναι 3-5χλστ.

#### **4.3 Κλίμα και έδαφος**

Η τομάτα είναι φυτό θερμής εποχής. Για την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού, άριστες θερμοκρασίες θεωρούνται από 25-30°C την ημέρα και 16-20°C τη νύχτα. Ανάλογα με την ποικιλία της ντομάτας που χρησιμοποιείται υπάρχει και η σχετική διαφοροποίηση όσον αφορά στις κλιματικές συνθήκες. Αναφορικά με τα εδάφη, η τομάτα αποδίδει καλύτερα σε αμμοπηλώδη εδάφη και πηλωαμμώδη. Όσον αφορά στις χημικές ιδιότητες του εδάφους, η καλύτερη περιοχή pH θεωρείται  $pH = 6-6,5$  ενώ το pH μέχρι 7,5.

#### **4.4 Πολλαπλασιασμός**

Το φυτό της τομάτας πολλαπλασιάζεται εγγενώς με σπόρους, οι οποίοι φυτεύονται σε σπορεία και στη συνέχεια μεταφυτεύονται στον αγρό. Οι σπόροι βλαστάνουν σε 6 ημέρες όταν η θερμοκρασία του υποστρώματος είναι στους 20-25° C. Οι αποστάσεις φύτευσης των φυτών κυμαίνονται στα 30-60εκ επί της γραμμής και στα 80-120εκ. μεταξύ των γραμμών και εφαρμόζονται συστήματα φύτευσης σε μονές γραμμές ή ζεύγη γραμμών.

#### **4.5 Καλλιεργητικές τεχνικές**

Γενικά η τομάτα είναι ένα φυτό απαιτητικό σε θρεπτικά στοιχεία. Σχετικά με τη λίπανση, κατά την προετοιμασία του εδάφους προστίθενται 6-8 τόνοι κοπριάς ανά στρέμμα ή άλλη διαθέσιμη οργανική ουσία. Έχει αυξημένες ανάγκες σε νερό κυρίως

στα πρώτα στάδια μετά την μεταφύτευση και κατά την ανάπτυξη των καρπών. Ανάλογα στον τύπο τις καλλιέργειας, η άρδευση μπορεί να γίνει με καταιονισμό, με αυλάκια, με κατάκλιση και με στάγδην άρδευση. Οι απαιτήσεις σε νερό υπολογίζονται ως 400-500χιλ νερού ανά στρέμμα. Το φυτό της τομάτας, χρειάζεται υποστύλωση για να μπορέσει να κρατήσει το βάρος των καρπών του. Το κλάδεμα του φυτού εφαρμόζεται για την αφαίρεση των πλάγιων βλαστών ανάμεσα στις μασχάλες των φύλλων. Η αποφύλλωση, συνήθως, περιλαμβάνει την αφαίρεση των κατώτερων φύλλων. Ο μέγιστος αριθμός φύλλων που, συνήθως, διατηρείται για την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού είναι 18-21.

#### **4.6 Συγκομιδή**

Η τομάτα κατατάσσεται στους κλιμακτηριακούς καρπούς, ένα χαρακτηριστικό που υποδηλώνει ότι η διαδικασία ωρίμανσής της επιταχύνεται σημαντικά κατά το στάδιο του ώριμου καρπού. Η επιτάχυνση αυτή οδηγεί σε ταχεία μετάβαση και ο καρπός καθίσταται υπερώριμος μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, καθιστώντας τον ακατάλληλο για εμπορία. Κατά συνέπεια, όταν οι τομάτες προορίζονται για μεταφορά και κατανάλωση εκτός του τόπου παραγωγής, είναι σκόπιμο να συγκομίζονται σε προγενέστερο στάδιο, συνήθως πριν από την πλήρη φυσιολογική ωρίμανση. Το προτιμώμενο στάδιο για τη συγκομιδή είναι συχνά το στάδιο του ώριμου πράσινου καρπού, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι τομάτες διατηρούν τη βέλτιστη ποιότητα και φρεσκάδα κατά τη μεταφορά και την αποθήκευση.

Η πορεία ωρίμανσης της τομάτας διακρίνεται στα εξής 6 στάδια:

α) *Ανώριμος καρπός*: Καρποί πράσινοι. Σπέρματα ανώριμα, χωρίς ζελατινώδη ουσία γύρω τους.

β) *Ωριμος πράσινος καρπός*: Ο καρπός έχει λάβει το τελικό του μέγεθος. Το πράσινο χρώμα στην κορυφή του καρπού αρχίζει να μεταβάλλεται σε πρασινοκίτρινο με ρόδινες αποχρώσεις. Στις εσωτερικές κοιλότητες του καρπού έχει ήδη σχηματισθεί η ζελατινώδης ουσία γύρω από τα σπέρματα.

γ) *Ροδίζων καρπός*: Το πρασινοκίτρινο χρώμα με τις ρόδινες αποχρώσεις έχει επεκταθεί και προς την υπόλοιπη επιφάνεια του καρπού. Η κορυφή του έχει ήδη λάβει σαφές ρόδινο χρώμα.

δ) *Ρόδινος καρπός*: Τα 3/4 περίπου της επιφάνειας του καρπού έχουν λάβει σαφές ρόδινο χρώμα.

ε) *Ωριμος καρπός*: Ολόκληρη η επιφάνεια του καρπού έχει λάβει ροδοκόκκινο χρώμα, όμως η σάρκα παραμένει ακόμη σκληρή. Το στάδιο αυτό συμπίπτει με την πλήρη 21 φυσιολογική ωρίμανση του καρπού.

στ) *Υπερώριμος καρπός*: Το χρώμα του καρπού είναι έντονο κόκκινο και η σάρκα έχει γίνει μαλακή.

### Maturity & Ripeness stages of Tomato

- 1  **GREEN** The tomato surface is completely green. The shade of green may vary from light to dark.
- 2  **BREAKERS** There is a definite break of color from green to bruised fruit Tannish-yellow, pink or red or 10% or less of the tomato surface.
- 3  **TURNING** Tannish-yellow, pink or red color shows on over 10% but not more than 30% of the tomato surface.
- 4  **PINK** Pink or red color shows on over 30% but not more than 90% of the tomato surface.
- 5  **LIGHT RED** Pinkish-red or red color shows on over 60% but red color covers not more than 90% of the tomato surface.
- 6  **RED** Red means that more than 90% of the tomato surface, in aggregate, is red

[facebook.com/iAgronomist](https://www.facebook.com/iAgronomist)

Εικόνα 4: Στάδια ωρίμανσης τομάτας



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΡΕΨΗΣ

### 5.1 Θρέψη στα φυτά

Η θρέψη είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για την υγιή ανάπτυξη και επιτυχημένη παραγωγή των φυτών. Η σημασία της θρέψης στα φυτά εκτείνεται σε πολλούς τομείς και επηρεάζει την απόδοση, την καρποφορία, την αντοχή σε ασθένειες και πολλές άλλες πτυχές της φυσιολογίας τους. Η θρέψη ξεκινά από το έδαφος, όπου τα φυτά απορροφούν τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες μέσω των ριζών τους. Οι βασικές θρεπτικές ουσίες περιλαμβάνουν τα άλατα, τα μικροστοιχεία και τα μακροστοιχεία που απαιτούνται για τη φυσιολογική ανάπτυξη. Ωστόσο, η διαδικασία αυτή επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η ποιότητα του εδάφους, η υγρασία και οι κλιματολογικές συνθήκες.

Τα φυτά χρειάζονται νερό για τη θρέψη τους, με τις ποσότητες να ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του φυτού και το περιβάλλον του. Η ύπαρξη επαρκούς νερού είναι ουσιώδης για τη διατήρηση της φυσιολογικής τους λειτουργίας, συμβάλλοντας στη φωτοσύνθεση και τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών μέσα στο φυτό. Μερικά από τα κύρια σημεία σχετικά με τη σημασία της θρέψης στα φυτά:

- **Υγιής Ανάπτυξη:** Τα φυτά χρειάζονται ένα ευνοϊκό περιβάλλον θρέψης για να αναπτυχθούν υγιή και δυνατά. Τα θρεπτικά συστατικά που παίρνουν από το έδαφος βοηθούν στη σύνθεση των βασικών οργανικών και ανόργανων ενώσεων που χρειάζονται.
- **Καρποφορία:** Ορισμένα θρεπτικά στοιχεία, όπως ο φωσφόρος και το κάλιο, είναι κρίσιμα για την καρποφορία των φυτών
- **Αντοχή σε Εξωτερικούς Παράγοντες:** Καλά θρεπτικά επίπεδα βελτιώνουν την αντοχή των φυτών σε εξωτερικούς παράγοντες, όπως το κρύο, τη ζέστη, την ξηρασία, και τις ασθένειες.
- **Ποιοτικά και Διατροφικά Χαρακτηριστικά:** Η θρέψη επηρεάζει την ποιότητα και τα διατροφικά χαρακτηριστικά των καρπών και των φυτών.
- **Προστασία του Περιβάλλοντος:** Η ορθολογική χρήση των λιπασμάτων μπορεί να συμβάλει στη μείωση των αποβλήτων και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της χρήσης τους, προστατεύοντας έτσι το περιβάλλον.

## **5.2 Το Άζωτο στα φυτά**

Το άζωτο αποτελεί βασικό συστατικό της θρεπτικής ισορροπίας που επηρεάζει την παραγωγή κηπευτικών. Αποτελεί συστατικό των αμινοξέων, των πρωτεϊνών και άλλων βασικών οργανικών ενώσεων στα φυτά. Είναι αναπόσπαστο μέρος της χλωροφύλλης, και της φωτοσύνθεσης. Τα φυτά απορροφούν άζωτο κυρίως σε μορφή νιτρικών ή αμμωνίας, τόσο στο έδαφος, όσο και σε καλλιέργειες εκτός εδάφους (Savvas, D., et al. 2013 FAO). Ο ατμοσφαιρικός αζωτούχος αέρας αποτελεί κύρια πηγή άζωτου, ωστόσο, τα φυτά δεν είναι σε θέση να απορροφήσουν τον αζωτούχο αέρα απευθείας. Τα καλλιεργούμενα φυτά εξαρτώνται από την παροχή άζωτου μέσω του εδάφους, καθώς και από λιπάσματα που περιέχουν άζωτο.

## **5.3 Ο Φωσφόρος στα Φυτά**

Η σημασία του φωσφόρου επεκτείνεται σε διάφορες πτυχές, περιλαμβάνοντας την ενεργειακή μεταφορά, την ανάπτυξη των ριζών και τη δημιουργία νέων κυττάρων. Στην θρέψη, ο φωσφόρος προωθεί την ενεργειακή μεταφορά, είναι απαραίτητος για τη σύνθεση του DNA και RNA, ενώ συμβάλλει στη φωτοσύνθεση και την ενεργειακή μεταφορά μέσω του ATP (αδενοσίνη τριφωσφορική). Βρίσκεται στο έδαφος και είναι προσβάσιμος στα φυτά μέσω των ριζών τους. Στα λιπάσματα, η οργανική ύλη περιέχει φωσφόρο που διασφαλίζει τη συνεχή παροχή του στα φυτά. Η χρήση λιπασμάτων που περιέχουν φωσφόρο ενισχύει την παραγωγικότητα του εδάφους και βελτιώνει την ποιότητα των καλλιεργειών. Η διατήρηση της ισορροπίας του φωσφόρου απαιτεί συνεκτικές πρακτικές, περιλαμβάνοντας την ανάλυση του εδάφους, την ανακύκλωση των αποβλήτων και την κατάλληλη διαχείριση των λιπασμάτων.

## **5.4 Το Κάλιο στα φυτά**

Το κάλιο είναι απαραίτητο για την κυτταρική ανάπτυξη και τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών στα φυτά. Επιπλέον, συμβάλλει στην ενίσχυση της αντοχής τους σε ακραίες συνθήκες, όπως ξηρασία ή ψύξη. Οι κύριες πηγές καλίου για τα φυτά περιλαμβάνουν τα οργανικά και ανόργανα λιπάσματα. Το έδαφος αποτελεί τον βασικό φορέα, όπου τα φυτά απορροφούν το κάλιο μέσω των ριζών τους. Συναντάτε με 4 μορφές:

1. Υδατοδιαλυτό
2. Ανταλλάξιμο

3. Μη Ανταλλάξιμο

4. Αδιάλυτο

Το κάλιο αποθηκεύεται στους ιστούς, οι οποίοι έχουν ραγδαία ανάπτυξη. Κατέχει σημαντικό ρολό στη δημιουργία πρωτεϊνών, τη διαίρεση των κυττάρων, τη δημιουργία υδατανθράκων, αμύλου και σακχάρου.

### **5.5 Τα ιχνοστοιχεία στα φυτά**

Τα ιχνοστοιχεία, παρά το γεγονός ότι χρειάζονται σε πολύ μικρές ποσότητες, αποτελούν κρίσιμο συστατικό για την υγεία και την ανάπτυξη των φυτών. Τα ιχνοστοιχεία, όπως το σίδηρος, το ψευδάργυρος, το ψευδάργυρος, και το μαγγάνιο, αποτελούν ουσιώδη στοιχεία για την υγιεινή ανάπτυξη των φυτών. Συμμετέχουν σε βιοχημικές διεργασίες, όπως η φωτοσύνθεση, η αναπνοή και η διάσπαση των ενυδροδοτούμενων ουσιών. Είναι προσβάσιμα για τα φυτά μέσω του εδάφους, του νερού και του ατμοσφαιρικού αέρα. Η ποιότητα του εδάφους και η κατάλληλη υδροδότηση είναι ουσιώδεις για τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας των ιχνοστοιχείων. Η επιπλέον προσθήκη ιχνοστοιχείων στα λιπάσματα μπορεί να αναδείξει την παραγωγικότητα του εδάφους και να βελτιώσει την ποιότητα των καλλιεργειών. Αντίστροφα, η έλλειψη ιχνοστοιχείων μπορεί να οδηγήσει σε ελλιπή ανάπτυξη και μειωμένη αντοχή στις ασθένειες.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

### **6.1 Βιολογική Καλλιέργεια**

Η βιολογική γεωργία αντιπροσωπεύει μια καθολική προσέγγιση που συνδυάζει τη βιωσιμότητα, την αγροοικολογία και την οικονομία. Αυτή η μέθοδος βελτιώνει την υγεία του εδάφους και τις συναφείς μικροβιακές κοινότητες, προσφέροντας περιβαλλοντική βιωσιμότητα και είναι οικονομικά αποδοτική (Çakmakçi and Çakmakçi 2023). Ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός για τη Βιολογική Γεωργία αποτελεί το κύριο νομικό πλαίσιο για τη βιολογική παραγωγή στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η βιολογική παραγωγή αποτελεί ένα σύστημα αειφόρου διαχείρισης, το οποίο βασίζεται στις ακόλουθες γενικές αρχές όσον αφορά στη φυτική παραγωγή:

**α)** σεβασμός προς τα συστήματα της φύσης και διατήρηση και βελτίωση της κατάστασης του εδάφους, του νερού, του αέρα και της βιοποικιλότητας, της υγείας των φυτών και των ζώων και της ισορροπίας μεταξύ αυτών

**β)** συμβολή σε υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας

**γ)** υπεύθυνη χρήση των ενεργειακών και των φυσικών πόρων

**δ)** κατάλληλος σχεδιασμός και διαχείριση των βιολογικών διεργασιών, βάσει οικολογικών συστημάτων που χρησιμοποιούν φυσικούς πόρους στο εσωτερικό του συστήματος με μεθόδους που:

i) χρησιμοποιούν ζώντες οργανισμούς και μηχανικές μεθόδους παραγωγής

ii) αφορούν εδαφικές φυτοκαλλιέργειες

iii) βασίζονται στη χρήση προληπτικών μέτρων, εφόσον απαιτείται

**ε)** περιορισμός της χρήσης εξωτερικών εισροών. Όταν οι εξωτερικές εισροές είναι απαραίτητες, ή ελλείπει των κατάλληλων πρακτικών και μεθόδων διαχείρισης που αναφέρονται στο στοιχείο

**στ)** οι εισροές αυτές περιορίζονται σε:

i) εισροές βιολογικής παραγωγής

ii) φυσικές ουσίες ή ουσίες που παράγονται με φυσικό τρόπο

iii) ανόργανα λιπάσματα χαμηλής διαλυτότητας

Σε παγκόσμια κλίμακα, η βιολογική γεωργία αντιπροσωπεύει το 1% των καλλιεργειών (Giampieri et al. 2022). Στην Ελλάδα, η συνολική έκταση των βιολογικών καλλιεργήσιμων εκτάσεων είναι περίπου στα 1.258 στρέμματα (στατιστικά ΥΠΑΑΤ 2020).

## **6.2 Συμβατική Καλλιέργεια**

Είναι η κύρια μορφή γεωργίας που εφαρμόζεται έως σήμερα. Βασίζεται στην εντατικοποίηση και την εκμηχάνιση των καλλιεργειών, οδηγώντας στην αύξηση των εισροών σε μια καλλιέργεια, με αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών (Fess and Benedito 2018).

Ωστόσο, οι μεγάλες εισροές σε μια καλλιέργεια επιφέρει και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως η εκπομπή αερίων θερμοκηπίου (Krause et al. 2023). Ένα από τα βασικότερα προβλήματα στις συμβατικές καλλιέργειες είναι η υπολειματικότητα των χημικών φαρμάκων που χρησιμοποιούνται για την φυτοπροστασία των καλλιεργειών. Πιο συγκεκριμένα, πρόσφατες μελέτες αναφέρουν ότι η υπολειματικότητα των φυτοφαρμάκων στους καρπούς των οπωροκηπευτικών είναι πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των προβλημάτων υγείας στους ανθρώπους (Munné-Bosch and Bermejo 2024).

Στην προσπάθεια μείωσης της ανεξέλεγκτης χρήσης των γεωργικών φαρμάκων και μείωση της υπολειματικότητας, το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, δημιούργησε ένα πιστοποιητικό ορθολογικής χρήσης φαρμάκων για τους παραγωγούς έτσι ώστε να έχουν τις ελάχιστες απαιτούμενες γνώσεις ασφάλειας χρήσης. Αναλυτικότερα, στην εγκύκλιο αναφέρει τα εξής:

- α) την κατάρτιση στην ορθολογική χρήση γεωργικών φαρμάκων
- β) το σύστημα χορήγησης πιστοποιητικού γνώσεων ορθολογικής χρήσης γεωργικών φαρμάκων
- γ) την ενημέρωση του κοινού για τα γεωργικά φάρμακα
- δ) την επιθεώρηση του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού εφαρμογής γεωργικών φαρμάκων
- ε) τα ειδικά μέτρα για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και του πόσιμου νερού

στ) τα ειδικά μέτρα για τη μείωση της χρήσης των γεωργικών φαρμάκων ή των κινδύνων τους σε ειδικές περιοχές

ζ) τα ειδικά μέτρα για τον χειρισμό και την αποθήκευση των γεωργικών φαρμάκων και τη διαχείριση των συσκευασιών τους και του εναπομείναντος γεωργικού φαρμάκου

η) την ολοκληρωμένη φυτοπροστασία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

### 7.1 Θέση και χρόνος διεξαγωγής πειραματικής καλλιέργειας

Το πείραμα καλλιέργειας κολοκυθιού πραγματοποιήθηκε σε υπαίθριο πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του ΓΠΑ απο τον Ιούνιο 2022 εως και τον Αύγουστο 2022. Το χρησιμοποιηθέν φυτικό υλικό ήταν μια εγχώρια ποικιλία κολοκυθιού (κομποκολόκυθο) της εταιρείας Agrogen S.A. και το υβρίδιο κολοκυθιού, τύπου κομποκολόκυθο, ARO-800 της εταιρείας AROSEED.

Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

1. καλλιέργεια της εγχώριας ποικιλίας κολοκυθιού «κομποκολόκυθο», χωρίς εμβολιασμό των σπόρων με PGPR
2. καλλιέργεια της εγχώριας ποικιλίας κολοκυθιού «κομποκολόκυθο», μετά από εμβολιασμό των σπόρων με PGPR
3. καλλιέργεια της εμπορικής ποικιλίας κολοκυθιού ARO800, χωρίς εμβολιασμό των σπόρων με PGPR
4. καλλιέργεια της εμπορικής ποικιλίας κολοκυθιού ARO800, μετά από εμβολιασμό των σπόρων με PGPR.

Το πείραμα καλλιέργειας τομάτας πραγματοποιήθηκε στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του ΓΠΑ σε σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης γεωργικής παραγωγής από τον Νοέμβριο 2022 έως τις τον Απρίλιο 2022. Τα φυτά φυτεύθηκαν στο έδαφος του θερμοκηπίου, το οποίο πριν την μεταφύτευση των σποροφύτων τομάτας, προετοιμάστηκε κατάλληλα (φρεζάρισμα, προσθήκη λιπασμάτων βασικής λίπανσης, ψιλοχωματισμός, χάραξη γραμμών φύτευσης, τοποθέτηση αρδευτικού συστήματος).

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν το εμπορικό υβρίδιο τομάτας «Nissos F1» της εταιρείας Hazera και το αυτοκλαδευόμενο υβρίδιο τομάτας «ARO1207 F1» της εταιρείας AROSEED.

Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

1. καλλιέργεια του εμπορικού υβριδίου τομάτας «Nissos F1» χωρίς εμβολιασμό των σπόρων με PGPR (NISSOS, -PGPR),

2. καλλιέργεια του υβριδίου τομάτας «Nissos F1» μετά από εμβολιασμό των σπόρων με PGPR (NISSOS, +PGPR),
3. καλλιέργεια του υβριδίου τομάτας «ARO1207 F1» χωρίς εμβολιασμό των σπόρων με PGPR (ARO1207, -PGPR),
4. καλλιέργεια του υβριδίου τομάτας «ARO1207 F1» μετά από εμβολιασμό των σπόρων με PGPR (ARO1207, +PGPR),

Οι παράμετροι που μετρήθηκαν, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση του προ-εμβολιασμού των σπόρων με το συγκεκριμένο μικροβιακό εμβόλιο (PGPR) στην ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών ήταν:

- δοκιμή ζωτικότητας – βλαστικότητα των σπόρων (%)
- μέτρηση φυλλικής επιφάνειας (cm<sup>2</sup>) ανά μονάδα καλλιεργούμενης επιφάνειας σε δυο στάδια της καλλιέργειας (πριν την έναρξη της συγκομιδής και στο τέλος της καλλιέργειας)
- δειγματοληψίες εδάφους σε τρία στάδια της καλλιέργειας (πριν την εγκατάσταση της, πριν την έναρξη της συγκομιδής, στο τέλος της καλλιέργειας) για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - N, P και K που είναι διαθέσιμα για τα φυτά
- δειγματοληψίες φυτικών ιστών για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων N, P και K σε δυο στάδια της καλλιέργειας (πριν την έναρξη της συγκομιδής και στο τέλος της καλλιέργειας)
- Συνολική απόδοση σε καρπούς, καθώς και συνιστώσες της συνολικής παραγωγής (ολικός αριθμός καρπών, μέσο βάρος καρπού) σε kg/στρ.
- Απόδοση σε εμπορεύσιμους καρπούς, καθώς και συνιστώσες της εμπορεύσιμης παραγωγής (αριθμός εμπορεύσιμων καρπών, μέσο βάρος εμπορεύσιμων καρπών) σε kg/στρ.
- ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών (ολικά διαλυτά στερεά, συνεκτικότητα)

## 7.2 Πειραματικό σχέδιο - Στατιστική ανάλυση

Για την αξιολόγηση της επίδρασης του προ-εμβολιασμού του σπόρου του κολοκυθιού με το υπό μελέτη PGPR, καθώς και τις τυχόν αλληλεπιδράσεις με τους δυο



επιλεγμένους 4 γονότυπους, εφαρμόστηκε στατιστική ανάλυση της διασποράς (ANOVA). Το πείραμα σχεδιάστηκε και αναλύθηκε ως διπαραγοντικό σχέδιο με δύο παράγοντες (PGPR, καλλιεργούμενος γονότυπος) και δύο επίπεδα για κάθε παράγοντα (εμβολιασμός με PGPR ή όχι).

Τα αποτελέσματα του πειράματος παρουσιάζονται σε πίνακες ως μέσοι  $\pm$  SE ( $n = 4$ ). Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πακέτο λογισμικού STATISTICA, έκδοση 12.0 για Windows (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

### **7.3 Μεθοδολογίες μετρήσεων**

#### **7.3.1 Δοκιμή ζωτικότητας – βλαστικότητας των σπόρων (%)**

Η τοποθέτηση των σπόρων έγινε σε τριβλία Petri πάνω σε απορροφητικό χαρτί (TP:TOP Paper), το οποίο νωρίτερα είχε διαβραχεί ώστε να βρίσκεται σε κατάσταση υδατοϊκανότητας. Για τη μέτρηση της ζωτικότητας και της βλαστικότητας των σπόρων τοποθετήθηκαν δέκα σπόροι ανά τριβλίο, σφραγίστηκαν με parafilm και τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, δίχως την παρουσία φωτός, σε θερμοκρασία 25°C. Η μέτρηση της ζωτικότητας και της βλαστικότητας πραγματοποιήθηκε 4 και 8 μέρες μετά από την τοποθέτηση τους στα τριβλία, αντίστοιχα. Η ζωτικότητα σπόρου (ταχύτητα βλάστησης του σπόρου) αφορά στην πρώτη καταμέτρηση που πραγματοποιήθηκε 4 ημέρες μετά την τοποθέτηση των σπόρων στα τριβλία και υπολογίστηκε μέσω εκατοστιαίας αναγωγής του αριθμού των σπόρων που φύτρωσαν και η βλαστικότητα των σπόρων αφορά την δεύτερη (τελική) καταμέτρηση που πραγματοποιήθηκε 8 ημέρες μετά την τοποθέτηση των σπόρων στα τριβλία και υπολογίστηκε μέσω εκατοστιαίας αναγωγής του αριθμού των σπόρων που φύτρωσαν. Οι παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας ειδικούς μετρικούς πίνακες που διαθέτει το Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών (Πανεπιστημιακές σημειώσεις εργαστηρίου γενικής λαχανοκομίας, Δ. Σάββας, 2015).



Εικόνα 5: Προετοιμασία σε τριβλία



Εικόνα 6: Ανάπτυξη σπόρων κατά τη μέτρηση Βλαστικότητα

### 7.3.2 Μέτρηση φυλλικής επιφάνειας

Η φυλλική επιφάνεια των φυτών μετρήθηκε σε δύο διαφορετικά στάδια της καλλιέργειας. Για τον προσδιορισμό του εμβαδού της φυλλικής επιφάνειας, καθώς και του αριθμού των φύλλων ανά φυτό, συλλέχθηκε ένα φυτό από κάθε επανάληψη ( $n=4$ ) από το ίδιο σημείο της γραμμής φύτευσης κάθε πειραματικού τεμαχίου. Στη συνέχεια, αφαιρέθηκαν όλα τα φύλλα του κάθε φυτού από κάθε πειραματικό τεμάχιο και

μετρήθηκε το συνολικό εμβαδό της φυλλικής επιφάνειας κάθε φυτού. Η μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με το όργανο LI-3100C Area Meter και εκφράστηκε σε  $\text{cm}^2$ .

### 7.3.3 Προσδιορισμός συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος

Δειγματοληψίες εδάφους πραγματοποιήθηκαν σε τρία στάδια της καλλιέργειας (πριν την εγκατάσταση της, πριν την έναρξη της συγκομιδής, στο τέλος της καλλιέργειας) για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , P και K που είναι διαθέσιμα για τα φυτά. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο πάρθηκαν πέντε υποδείγματα από διαφορετικά σημεία κάθε πειραματικού τεμαχίου (επανάληψης). Ακολούθησε ομογενοποίηση των υποδειγμάτων, ώστε να προκύψει ένα δείγμα εδάφους ανά επανάληψη σε κάθε μεταχείριση. Οι δειγματοληψίες εδάφους πραγματοποιήθηκαν με δειγματολήπτη εδάφους, με ποδοστήριο, μήκους 1 m. Το βάθος δειγματοληψίας ήταν 0-30 cm.

Για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων  $\text{NO}_3\text{-N}$  και  $\text{NH}_4\text{-N}$  στο έδαφος η διαδικασία της εκχύλισης ήταν η ίδια σε όλες τις δειγματοληψίες. Σε κωνικές φιάλες των 250 ml προστέθηκε ποσότητα εδαφικού δείγματος ίση με 10 g αεροξηραθέντος εδάφους και 100 ml διαλύματος KCl 1M. Στη συνέχεια, οι κωνικές φιάλες τοποθετήθηκαν σε ανακινητήρα για 1,5 ώρα. Κατόπιν, το αιώρημα εδάφους - KCl παρέμεινε σε ηρεμία για 30 λεπτά μέχρι να καταστεί διαυγές και διηθήθηκε με φίλτρα Whatman No 42 (ashless).



Εικόνα 7: Προετοιμασία εδάφους



**Εικόνα 8: Εκκλιση εδάφους**

Εφαρμόστηκε η μέθοδος της χρωματομετρίας και η ανάπτυξη του χρώματος για την μέτρηση των  $\text{NO}_3\text{-N}$  έγινε με τη μέθοδο βαναδίου, ενώ για την μέτρηση των  $\text{NH}_4\text{-N}$  εφαρμόστηκε η μέθοδος της ινδοφαινόλης (indophenol blue method). Για τον φωτομετρικό προσδιορισμό των  $\text{NO}_3\text{-N}$ , και  $\text{NH}_4\text{-N}$  χρησιμοποιήθηκε ένα φασματοφωτόμετρο ορατού Anthos Zenyt 200 Biochrom.



**Εικόνα 9: Μέτρηση Αμμωνιακών**

Για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων P στο έδαφος, προστέθηκαν 5g αεροξηραθέντος εδάφους, 0,5g ενεργού άνθρακα και 100ml διάλυμα εκχύλισης  $\text{NaHCO}_3$  0,5M σταθερού pH 8,5 σε κωνικές φιάλες των 250 ml. Στην συνέχεια, οι κωνικές φιάλες τοποθετήθηκαν σε ανακινητήρα για 30 λεπτά. Η διήθηση έγινε με φίλτρα Whatman No 42 (ash less) και ο P μετρήθηκε στο διαυγές υπερκείμενο διήθημα (μέθοδος Olsen). Εφαρμόστηκε η μέθοδος της χρωματομετρίας και η ανάπτυξη του χρώματος για την μέτρηση του P πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την μέθοδο των MURPHY – RILEY. Για τον φωτομετρικό προσδιορισμό του P χρησιμοποιήθηκε το ίδιο φασματοφωτόμετρο ορατού Anthos Zenyt 200 Biochrom με το οποίο μετρήθηκαν και οι συγκεντρώσεις  $\text{NO}_3\text{-N}$  και  $\text{NH}_4\text{-N}$ . Για τον προσδιορισμό των δύο μορφών διαθέσιμου για τα φυτά K στο έδαφος (υδατοδιαλυτό και ταχέως ανταλλάξιμο) τοποθετήθηκαν 5 g αεροξηραθέντος εδάφους και 33 ml διαλύματος οξικού αμμωνίου 1N και pH 7 σε φιάλες των 100 ml. Κατόπιν οι κωνικές φιάλες ανακινήθηκαν μηχανικά για 5 λεπτά και παρέμειναν σε ηρεμία μέχρι το υπερκείμενο υγρό να καταστεί διαυγές. Η διήθηση έγινε με φίλτρα Whatman No 42 (ash less). Για τη μέτρηση του καλίου στα δείγματα του εδάφους χρησιμοποιήθηκε ένα φλογοφωτόμετρο ατομικής εκπομπής Sherwood Model 420 (Sherwood Scientific, Cambridge, UK)

#### **7.3.4 Προσδιορισμός συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς**

Τα φυτά που συλλέχθηκαν για την μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας, καθώς και του νωπού-ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος και της ρίζας, χρησιμοποιήθηκαν και για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων N, P και K στα φύλλα τους. Μετά την ζύγιση του νωπού βάρους του υπέργειου τμήματος των δειγμάτων, την αφαίρεση των φύλλων και την μέτρηση της φυλλικής τους επιφάνειας, τα φύλλα τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο στους 65 0C για πέντε ημέρες. Στη συνέχεια, αφού ζυγίστηκε το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν. Έπειτα, για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων P και K στους φυτικούς ιστούς (υπέργειο, ρίζα) ζυγίστηκε 0,5 g ξηρού κονιορτοποιημένου φυτικού ιστού σε κάψα από πορσελάνη και τοποθετήθηκε σε πυραντήριο στους 550°C για 8 ώρες, ώστε να γίνει τέφρα.



**Εικόνα 10: Εκχύλιση φυτικών ιστών**



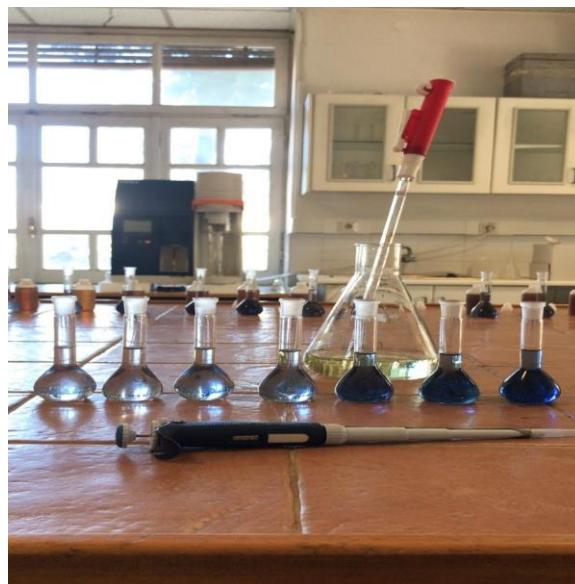
**Εικόνα 11: Κάψες με τέφρα φυτικού ιστού**

Η διαλυτοποίηση της τέφρας έγινε με HCl 1N και ακολούθησε διήθηση με φίλτρα Whatman No 42 (ash less). Ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου στους φυτικούς ιστούς έγινε με τη μέθοδο Kjeldahl χρησιμοποιώντας μία συσκευή Foss Kjeltac 8200.



**Εικόνα 12: Μέτρηση Kjeldahl**

Για τη μέτρηση του καλίου στους φυτικούς ιστούς χρησιμοποιήθηκε το φλογοφωτόμετρο ατομικής εκπομπής Sherwood Model 420 (Sherwood Scientific, Cambridge, UK). Επίσης, για την μέτρηση των συγκεντρώσεων φωσφόρου χρησιμοποιήθηκε το φασματοφωτόμετρο ορατού Anthos Zenyt 200 Biochrom.



**Εικόνα 13: Καμπύλη Φωσφόρου**



Εικόνα 14: Μέτρηση εδαφικού Φωσφόρου

### 7.3.5 Συνολική απόδοση καρπών και συνιστώσες της απόδοσης

Οι συνολικές αποδόσεις προέκυψαν μέσω καταγραφής του συνολικού βάρους, καθώς και του αριθμού όλων των καρπών που σχημάτισαν τα φυτά και αναπτύχθηκαν. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται οι μη εμπορεύσιμοι καρποί. Το βάρος κάθε καρπού καταγράφηκε ξεχωριστά για κάθε φυτό και στη συνέχεια υπολογίστηκε η συνολική παραγωγή σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.



Εικόνα 15:Καρποί τομάτας

### 7.3.6. Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών

Από κάθε τεμάχιο έγιναν μετρήσεις σε δύο καρπούς με σκοπό την ποιοτική τους αξιολόγηση. Μετρήθηκαν η συνεκτικότητα των καρπών σε Newton με δυναμόμετρο



της εταιρίας Chatillon, καθώς και η περιεκτικότητά τους σε ολικά διαλυτά στερεά (TDS) με ένα διαθλασίμετρο.



Εικόνα 16:Μέτρηση ποιοτικών χαρακτηριστικών

### 7.3.7. Επιμολύνσεις

Έγινε απλή καταγραφή των επιμολύνσεων. Ο έλεγχος για τυχόν προσβολές πραγματοποιούνταν σε καθημερινή βάση και οι επεμβάσεις φυτοπροστασίας (με σκευάσματα που επιτρέπονται στη βιολογική γεωργία) ήταν άμεσες, χωρίς καθυστερήσεις, και ως εκ τούτου τα προβλήματα από τις προσβολές σε όλη την διάρκεια της πειραματικής καλλιέργειας να περιοριστούν σημαντικά ή και σε περιπτώσεις να καταπολεμηθούν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 8.1 Δοκιμή ζωτικότητας - βλαστικότητας

Τόσο η ζωτικότητα όσο και η βλαστικότητα των σπόρων της κολοκυθιάς έμειναν ανεπηρέαστες από την εφαρμογή των PGPR και τις δύο ποικιλίες, όπως προκύπτει από την μη ύπαρξη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των μέσων των μεταχειρίσεων. Τα ποσοστά ζωτικότητας για όλες τις μεταχειρήσεις κυμαίνονται από 75-100% και τα ποσοστά βλαστικότητας για όλες τις μεταχειρήσεις κυμαίνονται από 85-100%.

**Πίνακας 1:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο ποικιλιών κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR) στην ζωτικότητα και την βλαστικότητα των σπόρων (%).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	Ζωτικότητα %	Βλαστικότητα %
Κύριες επιδράσεις			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ ARO800 F1		90,00	95,00
		80,00	90,00
	OXI	75,00	85,00
	NAI	95,00	100,00
Αλληλεπιδράσεις			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	OXI	90	90,00
	NAI	90	100,00
ARO800 F1	OXI	60	80,00
	NAI	100	100,00
Στατιστική Σημαντικότητα			
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). ΜΣ=μη σημαντικό.

Τα ποσοστά που καταγράφηκαν για τη δοκιμή της ζωτικότητας των σπόρων κυμάνθηκαν από 88 έως 93% για όλες τις μεταχειρίσεις, χωρίς να παρατηρηθεί στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο παραγόντων. Τα ποσοστά βλαστικότητας των σπόρων κυμάνθηκαν από 96 έως 100% για όλες τις μεταχειρίσεις. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον παράγοντα της ποικιλίας \* PGPR. Πιο συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο ποσοστό βλαστικότητας που καταγράφηκε ήταν για το υβρίδιο τομάτας ARO1207 F1 με εφαρμογή PGPR 100%.

**Πίνακας 2:** Επίδραση της ποικιλίας και του προ-εμβολιασμού του σπόρου τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR), στην ζωτικότητα και την βλαστικότητα των σπόρων (%).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	Ζωτικότητα	Βλαστικότητα
Κύριες επιδράσεις			
ARO1207 F1		90,5	98,00
NISSOS F1		92,5	97,50
OXI		90,5	97,00
NAI		92,5	98,50
Αλληλεπιδράσεις			
ARO1207 F1	OXI	88	96b
	NAI	93	100a
NiSSOS F1	OXI	93	98ab
	NAI	92	97ab
Στατιστική σημαντικότητα			
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	*

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

## 8.2 Συνολικές αποδόσεις

Όσον αφορά στις συνολικές αποδόσεις, η εφαρμογή των PGPR επηρέασε θετικά και τις δυο ποικιλίες κολοκυθιάς. Οι συνολικές αποδόσεις καρπών ανήλθαν σε 1,59 kg/m<sup>2</sup> χωρίς την εφαρμογή PGPR και 1,94 kg/m<sup>2</sup> όταν οι σπόροι εμβολιάστηκαν με PGPR πριν την σπορά τους. Η θετική επίδραση του εμβολιασμού με PGPR εκφράστηκε μέσω αύξησης του αριθμού των συγκομισθέντων καρπών ανά φυτό, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική και στις δύο ποικιλίες. Αντίθετα, το μέσο βάρος του καρπού δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την εφαρμογή των PGPR σε καμία από τις δύο ποικιλίες. Το μέσο βάρος καρπών για όλες τις μεταχειρίσεις κυμάνθηκε από 115,4 έως 117,4 g.

**Πίνακας 3:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο διαφορετικών ποικιλιών κολοκυθιού με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR) στην συνολική παραγωγή καρπών, στον συνολικό αριθμό καρπών και στο μέσο βάρος του καρπού.

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	Συνολική παραγωγή (kg/m <sup>2</sup> )	Αριθμός καρπών ανά m <sup>2</sup>	Μέσο βάρος καρπού (g)
Κύριες Επιδράσεις				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ		1,74	15,18	114,3
ARO800 F1		1,81	15,33	117,4
	OXI	1,59 b	13,83	115,3
	NAI	1,94 a	16,68	116,9
Αλληλεπιδράσεις				
ARO800 F1	OXI	1,60	13,67	117,2
	NAI	2,01	17,00	118,6

ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ ΌΧΙ	1,59	14,00	113,5
ΝΑΙ	1,88	16,36	115,2

Στατιστική σημαντικότητα

Ποικιλία	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR	*	*	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5) που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. ΜΣ = μη σημαντικό. \* = στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ .

Το συνολικό βάρος των καρπών τομάτας δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών που προήλθαν από σπόρο εμβολιασμένο με PGPR και φυτών από σπόρο που δεν είχε εμβολιαστεί με PGPR και για τις δύο ποικιλίες. Ο αριθμός των καρπών, επίσης, δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων. Το μέσο βάρος του καρπού, όμως, ήταν σημαντικά υψηλότερο στις επεμβάσεις με PGPR και για τις δύο ποικιλίες.

**Πίνακας 4:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο διαφορετικών ποικιλιών τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR) στην συνολική παραγωγή καρπών, στον συνολικό αριθμό καρπών και στο μέσο βάρος του καρπού.

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	Συνολική παραγωγή (kg/m <sup>2</sup> )	Αριθμός καρπών ανά m <sup>2</sup>	Μέσο βάρος καρπού (g)
<b>Κύριες Επιδράσεις</b>				
ARO1207 F1		6,89	38,40	181,31
NISSOS F1		6,67	40,07	169,75
	OXI	6,61	41,40	162,93 b
	ΝΑΙ	6,95	37,07	188,12 a
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ARO1207 F1	OXI	6,93	39,33	179,36
	ΝΑΙ	6,85	37,47	183,27
NISSOS F1	OXI	6,28	43,47	146,52
ARO1207 F1	ΝΑΙ	7,05	36,67	192,98
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	*
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5) που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. ΜΣ = μη σημαντικό. \* = στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας  $p = 0.05$ .

Στην εμπορεύσιμη συνολική παραγωγή παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών με τον προ εμβολιασμό με PGPR και χωρίς τον προ εμβολιασμό με PGPR. Όσον αφορά στον αριθμό των εμπορεύσιμων καρπών, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Το μέσο

βάρος καρπού σε gr, για τα φυτά με τον προ εμβολιασμό με PGPR, είναι τα 222,40gr, ενώ για τα φυτά χωρίς προ εμβολιασμό με PGPR βακτήρια είναι τα 190,40gr.

**Πίνακας 5:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο διαφορετικών ποικιλιών τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR) στην συνολική εμπορεύσιμη παραγωγή καρπών, στον συνολικό αριθμό εμπορεύσιμο καρπών και στο μέσο βάρος του εμπορεύσιμου καρπού.

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	Συνολική εμπορεύσιμη παραγωγή (kg/m <sup>2</sup> )	Αριθμός εμπορεύσιμων καρπών ανά m <sup>2</sup>	Μέσο εμπορεύσιμου καρπού (g)	Βάρος
<b>Κύριες Επιδράσεις</b>					
ARO1207 F1		5,86	28,3	209,7	
NISSOS F1		5,39	27,7	203,1	
	OXI	5,43	29,6	190,4	
	NAI	5,82	26,4	222,4	
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>					
ARO1207 F1	OXI	5,96a	30,0	202,7	
	NAI	5,76a	26,5	216,7	
NISSOS F1	OXI	4,88 b	29,2	178,1	
	NAI	5,88a	26,2	228,0	
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>					
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	
Ποικιλία × PGPR		*	ΜΣ	ΜΣ	

Μέσοι όροι τιμών (n = 5) που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. ΜΣ = μη σημαντικό. \* = στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας  $p = 0.05$

### 8.3 Συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος

#### 8.3.1. Συγκεντρώσεις NO<sub>3</sub>-N και NH<sub>4</sub>-N

Όσον αφορά στις συγκεντρώσεις των NO<sub>3</sub>-N στο έδαφος για την καλλιέργεια της κολοκυθιάς, δεν παρατηρήθηκε στατιστική διαφορά ανάμεσα στις μεταχειρήσεις. Οι τιμές που καταγράφηκαν κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία ήταν από 1,33-3,21 mg/kg, στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία από 4,93-8,58 mg/kg και στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία από 8,07-8,50 mg/kg.

**Πίνακας 6:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR) στη συγκέντρωση των NO<sub>3</sub>-N στο έδαφος (mg/kg) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ		2,53	8,58	8,07
ARO800 F1		2,01	4,93	8,50
OXI		1,33	8,03	8,33
NAI		3,21	5,49	8,25
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	OXI	1,54	11,94	8,35
	NAI	3,53	5,22	7,79
ARO800 F1	OXI	1,13	4,11	8,30
	NAI	2,89	5,76	8,71
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

Όσον αφορά στη συγκέντρωση των NH<sub>4</sub>-N στο έδαφος δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Οι τιμές που καταγράφηκαν κατά τις δειγματοληψίες κυμαίνονται από 31,10-40,89 mg/kg για την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία, από 32,13-35,44 mg/kg για την 2<sup>η</sup> δειγματοληψία και από 45,49-66,13 mg /kg για την 3<sup>η</sup> δειγματοληψία.

**Πίνακας 7:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR) στη συγκέντρωση των NH<sub>4</sub>-N στο έδαφος (mg/kg) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘ Ο		40,89	35,44	66,13
	ARO800 F1	31,10	32,13	45,49
	OXI	36,91	35,36	57,86
	NAI	35,08	32,20	53,77
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘ Ο	OXI	48,27	43,47	64,47
	NAI	33,51	27,40	67,80
	ARO800 F1	25,56	27,25	51,26
	NAI	36,65	37,01	39,73
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

Η συγκέντρωση του NO<sub>3</sub>-N στο έδαφος στα τρία στάδια της καλλιέργειας τομάτας δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων. Οι τιμές που καταγράφηκαν για όλες τις μεταχειρίσεις ήταν από 241,4 mg/kg έως 288,0 mg/kg στο 1<sup>ο</sup> στάδιο της καλλιέργειας, από 213,2 mg/kg έως 252,83 mg/kg στο 2<sup>ο</sup> στάδιο της καλλιέργειας και από 80,3 mg/kg έως 157,2 mg/kg στο 3<sup>ο</sup> στάδιο της καλλιέργειας. Η υψηλή συγκέντρωση του NO<sub>3</sub>-N, οφείλεται τόσο στην ενσωμάτωση κοπριάς, όσο και στην επίδραση προγενέστερων υδρολιπάνσεων.

Όσον αφορά στην συγκέντρωση NH<sub>4</sub>-N στο έδαφος στα τρία στάδια της καλλιέργειας, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι τιμές που καταγράφηκαν για όλες τις μεταχειρίσεις κυμάνθηκαν από 4,55 έως 4,87 mg/kg για το 1<sup>ο</sup> στάδιο και από 9,77 έως 11,43 mg/kg για το 2<sup>ο</sup> στάδιο σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup> στάδιο) οι συγκεντρώσεις NH<sub>4</sub>-N στο έδαφος κυμάνθηκαν από 9,41

έως 12,20 mg/kg για όλες τις μεταχειρίσεις, χωρίς να παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

**Πίνακας 8:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο υβριδίων τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση NO<sub>3</sub>-N στο έδαφος (mg/g) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ARO1207 F1		241,43	213,2	127,47
NISSOS F1		288,01	252,83	110,01
	OXI	281,05	240,67	157,17
	NAI	248,39	226,71	80,31
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ARO1207 F1	OXI	250,05	248,25	181,8
	NAI	232,81	169,38	73,14
NISSOS F1	OXI	312,06	233,09	132,55
	NAI	263,97	272,57	87,48
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

Όσον αφορά στην συγκέντρωση NH<sub>4</sub>-N στο έδαφος στα τρία στάδια της καλλιέργειας, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι τιμές που καταγράφηκαν για όλες τις μεταχειρίσεις κυμάνθηκαν από 4,55 έως 4,87 mg/kg για το 1<sup>ο</sup> στάδιο και από 9,77 έως 11,43 mg/ kg για το 2<sup>ο</sup> στάδιο σε όλες στις μεταχειρίσεις. Στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup> στάδιο), οι συγκεντρώσεις NH<sub>4</sub>-N στο έδαφος κυμάνθηκαν από 9,41 έως 12,20 mg/kg για όλες τις μεταχειρίσεις, χωρίς να παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



**Πίνακας 9:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο υβριδίων τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση NH<sub>4</sub>-N στο έδαφος (mg/g) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ARO1207 F1		4,87	11,43	9,67
NISSOS F1		4,55	9,77	11,69
	OXI	4,70	11,15	12,20
	NAI	4,72	10,08	9,41
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ARO1207 F1	OXI	4,81	12,01	12,07
	NAI	4,93	10,85	7,86
NISSOS F1	OXI	4,59	10,29	12,28
	NAI	4,50	9,12	10,95
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

### 8.3.2 Συγκέντρωση P στο έδαφος

Όσον αφορά στη συγκέντρωση του φωσφόρου στο έδαφος της καλλιέργειας κολοκυθιάς, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι τιμές που καταγράφηκαν κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία κυμαίνονται από 228,36 -262,41 mg/kg, κατά τη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία από 137,15-235,71 mg/kg και κατά την 3<sup>η</sup> δειγματοληψία από 210,75-266,03 mg/kg.

**Πίνακας 10:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση φωσφόρου (P) στο έδαφος (mg/kg) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ		262,41	137,15	234,68
ARO800 F1		228,36	235,71	242,10
	OXI	254,89	208,70	210,75
	NAI	235,88	164,16	266,03
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	OXI	338,40	198,19	230,63
	NAI	186,42	76,10	238,74
ARO800 F1	OXI	171,38	219,21	190,87
	NAI	285,34	252,21	293,32
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				

Ποικιλία	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

Όσον αφορά στη συγκέντρωση P στο έδαφος στην καλλιέργεια τομάτας, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε τρία στάδια της καλλιέργειας. Οι τιμές που καταγράφηκαν για όλες τις μεταχειρίσεις ήταν από 80,35 έως 85,57 mg/kg στο 1<sup>ο</sup> στάδιο ,από 163,78 έως 192,49 mg/kg στο 2<sup>ο</sup> στάδιο και από 174,29 έως 190,73 mg/kg στο 3<sup>ο</sup> στάδιο. Να σημειωθεί ότι λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων του διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου, θεωρήθηκε αναγκαίο να σταματήσει η χορήγηση φωσφόρου κατά την υδρολίπανση.

**Πίνακας 11:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο υβριδίων τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση φωσφόρου (P) στο έδαφος (mg/g) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ARO1207 F1		83,03	186,48	190,73
NISSOS F1		82,90	169,18	165,11
	OXI	85,57	163,78	181,56
	NAI	80,35	192,49	174,29
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ARO1207 F1	OXI	92,05	168,67	196,73
	NAI	74,00	208,75	184,74
NISSOS F1	OXI	79,09	158,88	166,39
	NAI	86,71	179,47	163,83
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

### 8.3.3 Συγκέντρωση Κ στο έδαφος

Όσον αφορά στη συγκέντρωση Κ στο έδαφος της καλλιέργειας κολοκυθιάς, δεν παρατηρήθηκε στατιστική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Οι τιμές που καταγράφηκαν κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία ήταν από 149,62-158,25 mg/gr, στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία από 182,70-211,48 mg/gr και στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία από 152,49-176,74 mg/gr.

**Πίνακας 12:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση καλίου (Κ) στο έδαφος (mg/gr) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ ARO800 F1		158,25	201,41	152,49
		149,62	192,77	176,74
	OXI	149,62	182,70	156,33
	NAI	158,25	211,48	173,46
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	OXI	158,25	192,77	172,63
	NAI	158,25	210,04	132,35
ARO800 F1	OXI	140,98	172,63	140,03
	NAI	158,25	212,92	204,28
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

Όσον αφορά στη συγκέντρωση Κ στο έδαφος στην καλλιέργεια τομάτας, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κανένα από τα τρία στάδια της καλλιέργειας. Οι τιμές που καταγράφηκαν για όλες τις μεταχειρίσεις ήταν από 592,50 έως 647,50 mg/g στο 1<sup>ο</sup> στάδιο, από 672,50 έως 680,56 mg/g στο 2<sup>ο</sup> στάδιο και από 697,50 έως 755,00 mg/g στο 3<sup>ο</sup> στάδιο.

**Πίνακας 13:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο υβριδίων τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης της ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση καλίου (K) στο έδαφος (mg/g) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ARO1207 F1		592,50	680,56	700,00
NISSOS F1		647,50	672,50	752,50
	OXI	632,50	677,50	755,00
	NAI	607,50	675,00	697,50
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ARO1207 F1	OXI	645,00	685,00	690,00
	NAI	540,00	675,00	710,00
NISSOS F1	OXI	620,00	670,00	820,00
	NAI	675,00	675,00	685,00
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

### 8.3.4 Ολικό άζωτο στο έδαφος

Όσον αφορά στο ποσοστό ολικού N στο έδαφος στην καλλιέργεια της κολοκυθιάς, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι τιμές που καταγράφηκαν κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία κυμαίνονται από 0,26-0,30 %, κατά τη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία από 0,24-0,26% και κατά την 3<sup>η</sup> δειγματοληψία από 0,29-0,31%.

**Πίνακας 14:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR) στο ποσοστό ολικού (N) στο έδαφος (mg/kg) σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ		0,28	0,25	0,31
ARO800 F1		0,27	0,25	0,29
	OXI	0,26	0,24	0,29
	NAI	0,30	0,26	0,31
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				

ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	OXI	0,27	0,23	0,28
	NAI	0,30	0,26	0,34
ARO800 F1	OXI	0,25	0,24	0,29
	NAI	0,29	0,26	0,28
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

Το ποσοστό του ολικού αζώτου στο έδαφος της τομάτας κυμάνθηκε μεταξύ 0,10 % και 0,11 % στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία χωρίς να υπάρχουν στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία, το ποσοστό του ολικού αζώτου που καταγράφηκε κυμάνθηκε από 0,11% έως 0,12%. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες με εφαρμογή των ριζοβακτηριδίων PGPR και ανάμεσα στην ποικιλία Nissos F1 με και χωρίς εφαρμογή των PGPR. Στην 3<sup>η</sup> δειγματοληψία το ποσοστό ολικού αζώτου κυμάνθηκε από 0,10% έως 0,11% χωρίς να παρατηρηθούν στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις.

**Πίνακας 15:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο υβριδίων τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης της ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση ολικού αζώτου (% κ.β.) στο έδαφος σε τρία στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την εγκατάστασή της (1<sup>ο</sup>), πριν την έναρξη της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (3<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	3 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>				
ARO1207 F1		0,10	0,11	0,11
NISSOS F1		0,11	0,12*	0,10
	OXI	0,10	0,11	0,10
	NAI	0,11	0,12	0,10
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>				
ARO1207 F1	OXI	0,10	0,100 b	0,11
	NAI	0,11	0,120 a	0,10
NISSOS F1	OXI	0,10	0,119 a	0,10
	NAI	0,11	0,114 ab	0,11
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>				
Ποικιλία		ΜΣ	*	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	*	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	*	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5) που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σύμφωνα με την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan. ΜΣ = μη σημαντικό. \* = στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας  $p = 0.05$ .

## 8.4 Θρεπτικά στοιχεία στους φυτικούς ιστούς

### 8.4.1 Συγκέντρωση P στους φυτικούς ιστούς

Όσον αφορά στη συγκέντρωση P στους φυτικούς ιστούς, στατιστικά σημαντική διαφορά εμφανίστηκε ανάμεσα στις δύο ποικιλίες κολοκυθιάς κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία πριν την έναρξη της συγκομιδής. Οι συγκεντρώσεις P που καταγράφηκαν κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία κυμαίνονται από 4,00-5,67 mg/gr φυτικού ιστού και κατά τη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία από 3,62-4,32 mg/gr φυτικού ιστού.

**Πίνακας 16:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης της ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση P (mg /gr) στην ξηρή ουσία του υπέργειου τμήματος του φυτού σε δύο στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την έναρξη της συγκομιδής (1<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
Κύριες επιδράσεις			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ		5,67*	3,62
ΑΡΟ800 F1		4,00*	4,32
	ΟΧΙ	4,61	4,07
	ΝΑΙ	5,07	3,92
Αλληλεπιδράσεις			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	ΟΧΙ	4,90	3,98
	ΝΑΙ	6,45	4,14
ΑΡΟ800 F1	ΟΧΙ	4,32	3,35
	ΝΑΙ	3,69	4,49
Στατιστική σημαντικότητα			
Ποικιλία		*	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5) που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. ΜΣ = μη σημαντικό. \* = στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας  $p = 0.05$ .

Η συγκέντρωση P στην ξηρή ουσία του υπέργειου τμήματος στο 1<sup>ο</sup> στάδιο της καλλιέργειας κυμάνθηκε από 3,51 έως 3,85 mg/kg σε όλες τις μεταχειρίσεις, χωρίς να

παρατηρηθεί σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στο 2<sup>ο</sup> στάδιο καλλιέργειας η συγκέντρωση P στην ξηρή ουσία του υπέργειου τμήματος κυμάνθηκε από 1,18 έως 1,37 mg/kg για όλες τις μεταχειρίσεις, χωρίς να παρατηρηθεί σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

**Πίνακας 17:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο υβριδίων τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης της ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση P (mg kg<sup>-1</sup>) στην ξηρή ουσία του υπέργειου τμήματος του φυτού σε δύο στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την έναρξη της συγκομιδής (1<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
Κύριες επιδράσεις			
ARO1207 F1		3,63	1,37
NISSOS F1		3,74	1,18
	OXI	3,85	1,37
	NAI	3,51	1,18
Αλληλεπιδράσεις			
ARO1207 F1	OXI	3,79	1,40
	NAI	3,47	1,34
NISSOS F1	OXI	3,91	1,35
	NAI	3,56	1,02
Στατιστική σημαντικότητα			
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό.

#### 8.4.2 Συγκέντρωση Κ στους φυτικούς ιστούς

Όσον αφορά στη συγκέντρωση Κ στους φυτικούς ιστούς κολοκυθιάς, παρατηρήθηκε στατιστική διαφορά ανάμεσα στις δύο ποικιλίες τόσο κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία πριν την έναρξη της συγκομιδής, όσο και κατά την 2<sup>η</sup> δειγματοληψία μετά το πέρας της συγκομιδής. Οι τιμές που καταγράφηκαν στο 1<sup>ο</sup> στάδιο της καλλιέργειας κυμαίνονται από 34,75-42,25mg/kg και κατά το 2<sup>ο</sup> στάδιο της καλλιέργειας από 27,12-34,42 mg/kg.

**Πίνακας 18:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης της ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση K (mg /kg) στην ξηρή ουσία του υπέργειου τμήματος του φυτού σε δύο στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την έναρξη της συγκομιδής (1<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ		42,25*	34,42*
ARO800 F1		34,75*	27,12*
	OXI	37,75	29,14
	NAI	39,25	31,75
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	OXI	42,00	34,67
	NAI	42,50	34,25
ARO800 F1	OXI	33,50	25,00
	NAI	36,00	29,25
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>			
Ποικιλία		*	*
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5) που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. ΜΣ = μη σημαντικό. \* = στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας  $p = 0.05$ .

Στο 1ο στάδιο η συγκέντρωση K στην ξηρή ουσία της τομάτας κυμάνθηκε από 37,30 mg/kg έως 42,40 mg/kg για όλες τις μεταχειρίσεις, χωρίς να παρατηρηθεί αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων ούτε κάποια διαφορά για τον παράγοντα του προ-εμβολιασμού του σπόρου. Στο 2ο στάδιο η συγκέντρωση K στην ξηρή ουσία του υπέργειου τμήματος κυμάνθηκε από 37,30 mg /kg έως 40,20 mg /kg για όλες τις μεταχειρίσεις, χωρίς να παρατηρηθεί αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων ούτε κάποια διαφορά για τον παράγοντα του προ-εμβολιασμού του σπόρου.

**Πίνακας 19:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο υβριδίων τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης της ανάπτυξης (PGPR) στην συγκέντρωση K (mg kg<sup>-1</sup>) στην ξηρή ουσία του υπέργειου τμήματος του φυτού σε δύο στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την έναρξη της συγκομιδής (1<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>			
ARO1207 F1		37,30	37,30
NISSOS F1		42,40	32,90
	OXI	40,20	40,20
	NAI	39,50	30,80
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>			



ARO1207 F1	OXI	37,20	30,80
	NAI	37,40	29,20
NISSOS F1	OXI	43,20	33,40
	NAI	41,60	32,40
Στατιστική σημαντικότητα			
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

### 8.4.3 Ολικό N σε φυτικούς ιστούς

Όσον αφορά στο ποσοστό ολικού N στους φυτικούς ιστούς στα δυο στάδια της καλλιέργειας κολοκυθιάς, παρατηρήθηκε στατιστική διαφορά ανάμεσα στις ποικιλίες κολοκυθιάς κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία πριν την έναρξη της συγκομιδής. Τα ποσοστά που καταγράφηκαν κυμαίνονται στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία από 4,03-5,12 % και στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία από 3,28-3,53% .

**Πίνακας 20:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης της ανάπτυξης (PGPR) στο ποσοστό (%) ολικού N στην ξηρή ουσία του υπέργειου τμήματος του φυτού σε δύο στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την έναρξη της συγκομιδής (1<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
Κύριες επιδράσεις			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ		5,12*	3,53
ARO800 F1		4,03*	3,28
	OXI	4,38	3,19
	NAI	4,78	3,62
Αλληλεπιδράσεις			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	OXI	4,78	3,40
	NAI	5,48	3,66
ARO800 F1	OXI	3,99	2,97
	NAI	4,08	3,58
Στατιστική σημαντικότητα			
Ποικιλία		*	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5) που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. ΜΣ = μη σημαντικό. \* = στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας p = 0.05.

### 8.5 Επίδραση στη φυλλική επιφάνεια

Η φυλλική επιφάνεια ήταν μεγαλύτερη και στις δύο δειγματοληψίες στα φυτά που οι σπόροι τους εμβολιάστηκαν με PGPR πριν την σπορά τους αλλά οι διαφορές αυτές δεν

μπόρεσαν να τεκμηριωθούν στατιστικά. Η φυλλική επιφάνεια κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία κυμάνθηκε μεταξύ 3.805,5 έως 5.572,7 cm<sup>2</sup> για όλες τις μεταχειρήσεις. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μόνο μεταξύ των δύο υπό μελέτη ποικιλιών κατά την 2<sup>η</sup> δειγματοληψία στο τέλος του πειράματος. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της φυλλικής επιφάνειας δείχνουν ότι η παραδοσιακή εγχώρια ποικιλία ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ παρουσιάζει αρχικά πιο αργή βλαστική ανάπτυξη σε σύγκριση με το εμπορικό υβρίδιο ARO800, αλλά στην πορεία αναπτύσσεται περισσότερο βλαστικά και σχηματίζει πιο εκτεταμένη φυλλική επιφάνεια. Η μέση φυλλική επιφάνεια κατά τη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία κυμάνθηκε μεταξύ 10.093,1 και 13.232,4 cm<sup>2</sup> σε όλες τις μεταχειρήσεις.

**Πίνακας 21:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο ποικιλιών κολοκυθίου με ριζοβακτήρια προώθησης ανάπτυξης (PGPR), στη φυλλική επιφάνεια (cm<sup>2</sup>) σε δύο στάδια της καλλιέργειας, πριν την έναρξη της συγκομιδής (1<sup>η</sup> δειγματοληψία) και στο τέλος της συγκομιδής (2<sup>η</sup> δειγματοληψία).

Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1η δειγματοληψία (cm <sup>2</sup> )	2η δειγματοληψία (cm <sup>2</sup> )
Κύριες Επιδράσεις			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ		3.975	13.232
ARO800		5.403	10.093
	ΌΧΙ	3.806	10.318
	ΝΑΙ	5.573	13.007
Αλληλεπιδράσεις			
ΚΟΜΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ	ΌΧΙ	3.032	11.726
	ΝΑΙ	4.918	14.739
ARO800	ΌΧΙ	4.579	8.910
	ΝΑΙ	6.227	11.276
Στατιστική σημαντικότητα			
Ποικιλία		ΜΣ	*
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5) που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα σε κάθε στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. ΜΣ = μη σημαντικό. \* = στατιστικά σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας p=0.05.

Η φυλλική επιφάνεια των φυτών δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τον εμβολιασμό των σπόρων με PGPR σε καμία από τις δύο ποικιλίες. Επίσης, η φυλλική επιφάνεια ήταν παρόμοια και στα δύο υβρίδια. Κατά την 1<sup>η</sup> δειγματοληψία λίγο πριν την έναρξη της συγκομιδής η φυλλική επιφάνεια κυμάνθηκε μεταξύ 2.320 και 2.389 cm<sup>2</sup> ενώ κατά τη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία στο τέλος της συγκομιδής η φυλλική επιφάνεια κυμάνθηκε μεταξύ 3.939 και 4.078 cm<sup>2</sup>.

**Πίνακας 22:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου δύο υβριδίων τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης της ανάπτυξης (PGPR) στην στη φυλλική επιφάνεια (cm<sup>2</sup>) των φυτών σε δύο στάδια της καλλιέργειας και συγκεκριμένα πριν την έναρξη της συγκομιδής (1<sup>ο</sup>) και στο τέλος της συγκομιδής (2<sup>ο</sup>).

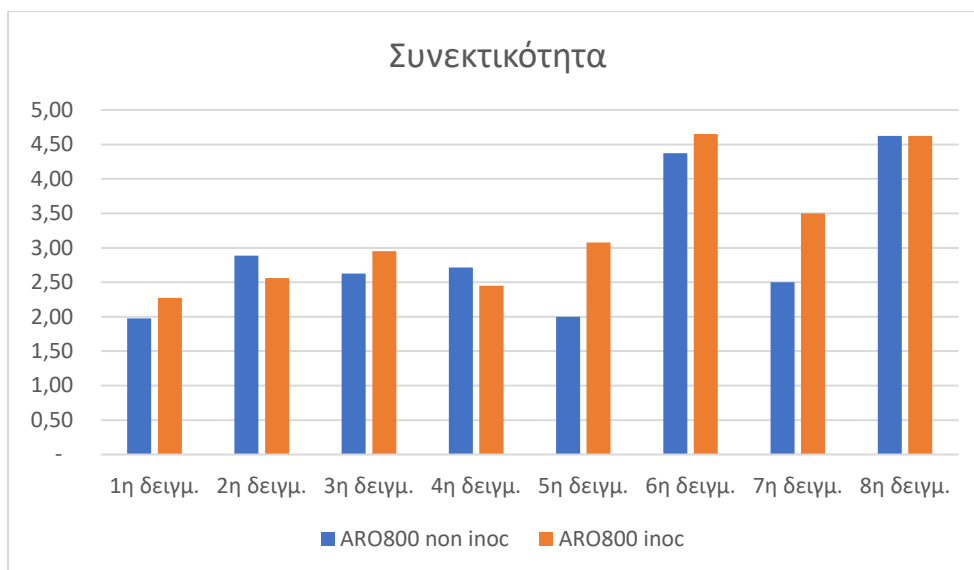
Ποικιλία	Εφαρμογή PGPR	1 <sup>η</sup> Δειγματοληψία	2 <sup>η</sup> Δειγματοληψία
<b>Κύριες επιδράσεις</b>			
ARO1207 F1		2.388	4.036
NISSOS F1		2.321	3.981
	OXI	2.320	4.078
	NAI	2.389	3.939
<b>Αλληλεπιδράσεις</b>			
ARO1207 F1	OXI	2.348	4.240
	NAI	2.429	3.831
NISSOS F1	OXI	2.292	3.916
	NAI	2.349	4.047
<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>			
Ποικιλία		ΜΣ	ΜΣ
Εφαρμογή PGPR		ΜΣ	ΜΣ
Ποικιλία × PGPR		ΜΣ	ΜΣ

Μέσοι όροι τιμών (n = 5). Μ.Σ. = μη σημαντικό

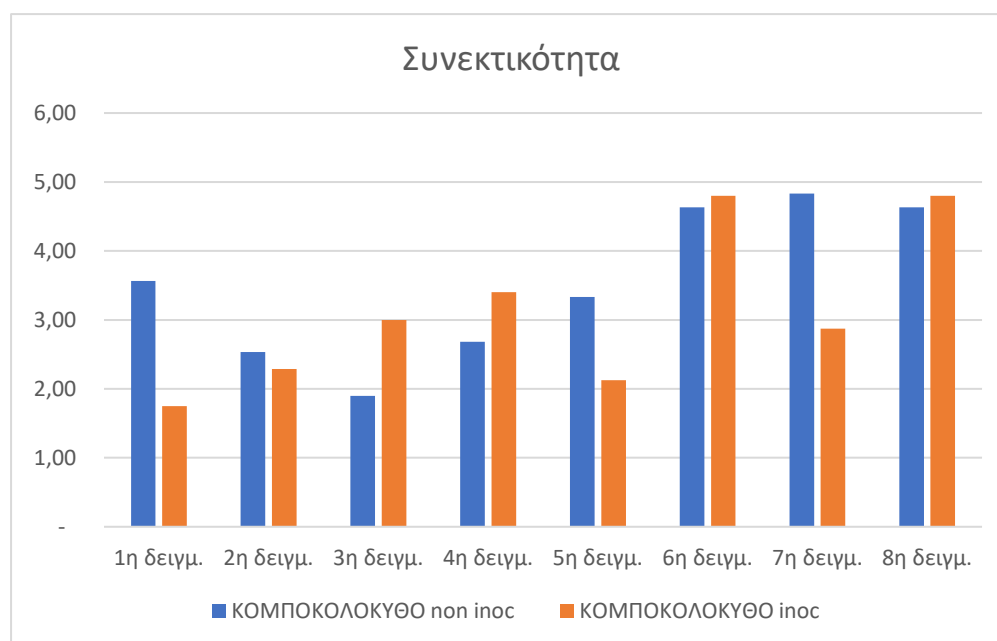
## 8.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Όσον αφορά στη συνεκτικότητα των καρπών, οι ποικιλίες των οποίων οι σπόροι υποβλήθηκαν σε προ-εμβολιασμό με PGPR εμφάνισαν υψηλότερη συνεκτικότητα στις περισσότερες δειγματοληψίες, αλλά υπήρξαν και δειγματοληψίες στις οποίες είτε οι διαφορές ήταν στατιστικά μη σημαντικές, είτε οι καρποί των μη εμβολιασμένων με PGPR φυτών εμφάνισαν υψηλότερη συνεκτικότητα.

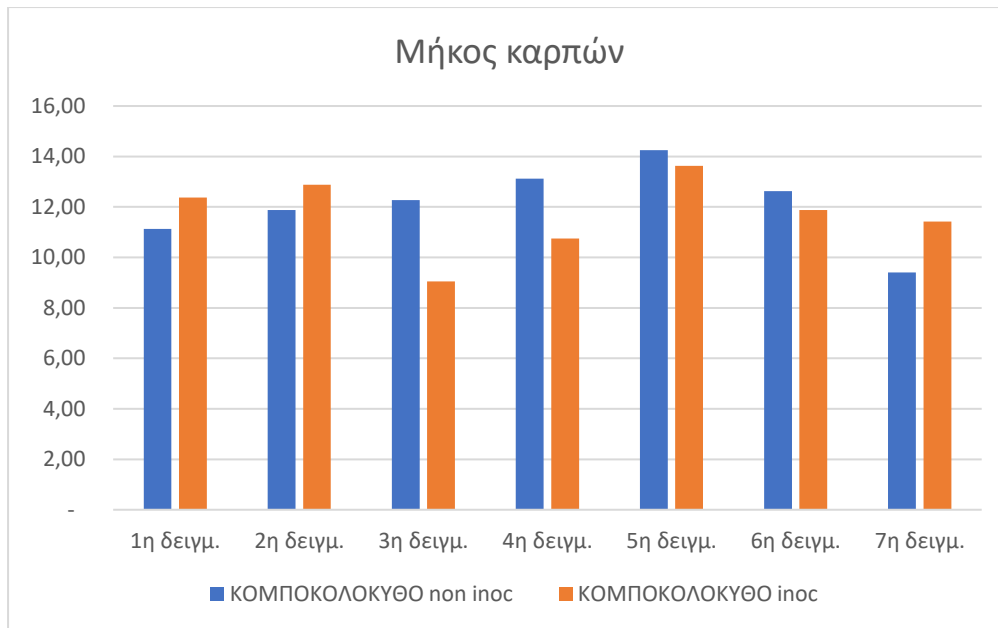
Όσον αφορά στο μήκος των καρπών, οι ποικιλίες στις οποίες έγινε εφαρμογή των PGPR είχαν πιο ομοιόμορφο μέγεθος στην διάρκεια της καλλιέργειας. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων.



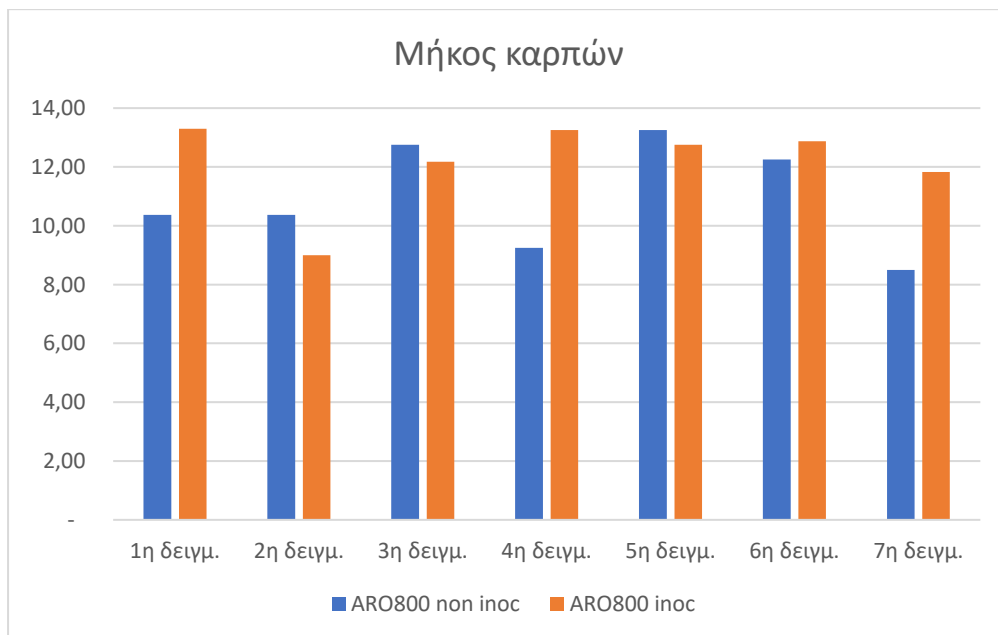
**Διάγραμμα 1:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της κολοκυθιάς ποικιλίας ARO800.



**Διάγραμμα 2:** Επίδραση του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της κολοκυθιάς ποικιλίας KOMΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ.



**Διάγραμμα 3:** Επίδραση του προεμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της κολοκυθιάς, ποικιλίας KOMΠΟΚΟΛΟΚΥΘΟ

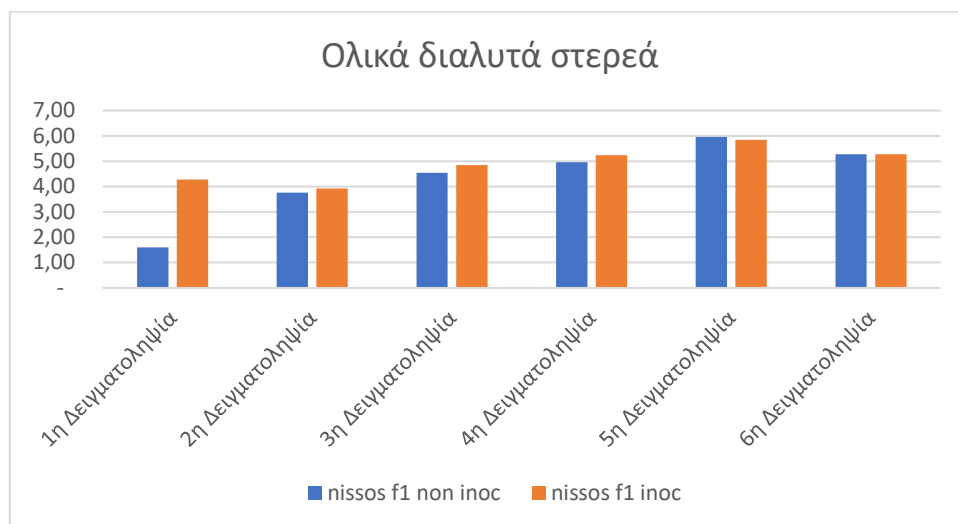


**Διάγραμμα 4:** Επίδραση της ποικιλίας ARO800 και του προ-εμβολιασμού του σπόρου κολοκυθιάς με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR), στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.

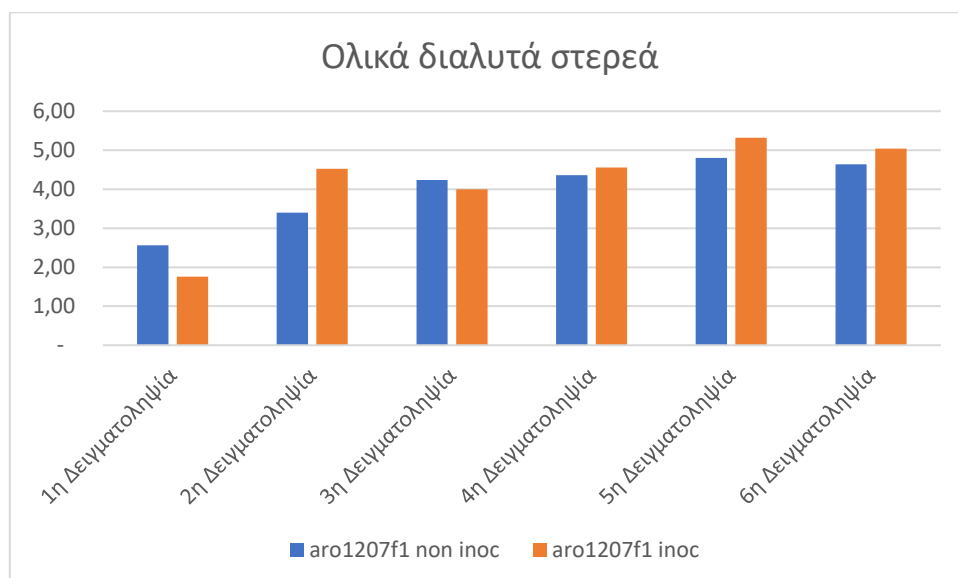
Όσον αφορά στο ποσοστό ολικών διαλυτών στερεών, δεν παρατηρήθηκε σημαντικά στατιστική διαφορά ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Θετικά φαίνεται να επηρέασε η

εφαρμογή των PGPR και τα δυο υβρίδια με το ανώτερο ποσοστό να είναι 5,32% για το υβρίδιο ARO1207 F1 και 5,84% για το υβρίδιο NISSOS F1.

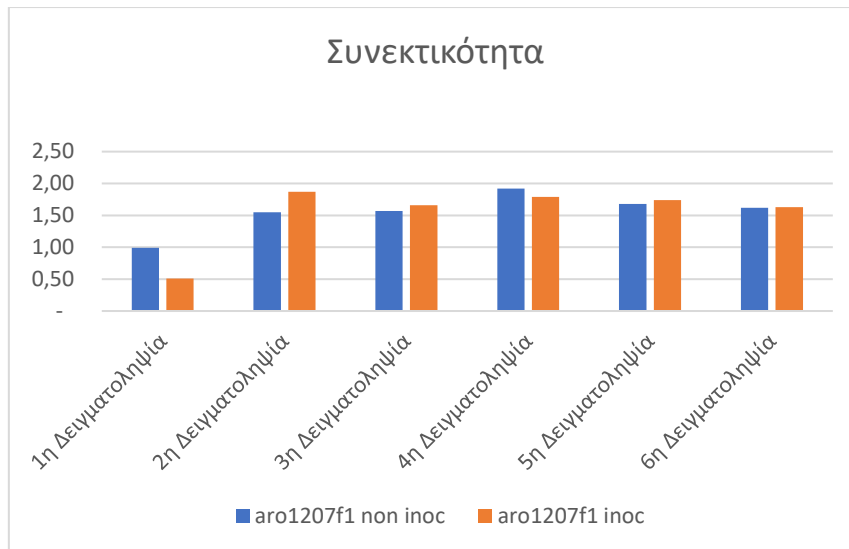
Όσον αφορά στη συνεκτικότητα, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Θετικά φαίνεται να επηρέασε η εφαρμογή των PGPR και τα δυο υβρίδια με το ανώτερο ποσοστό να είναι 1,87 για το υβρίδιο ARO1207 F1 και 1,76 για το υβρίδιο NISSOS F1.



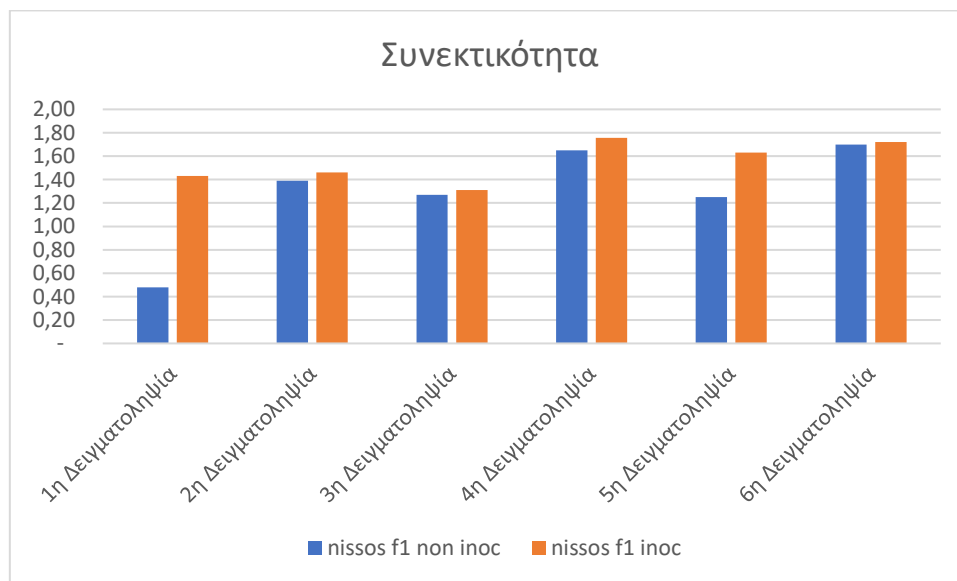
**Διάγραμμα 5:** Επίδραση της ποικιλίας NISSOS F1 και του προ-εμβολιασμού του σπόρου τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR), στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.



**Διάγραμμα 6:** Επίδραση της ποικιλίας ARO1207 F1 και του προ-εμβολιασμού του σπόρου τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR), στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.



**Διάγραμμα 7:** Επίδραση της ποικιλίας ARO1207 F1 και του προ-εμβολιασμού του σπόρου τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR), στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.



**Διάγραμμα 8:** Επίδραση της ποικιλίας ARO1207 F1 και του προ-εμβολιασμού του σπόρου τομάτας με ριζοβακτήρια προώθησης φυτικής ανάπτυξης (PGPR), στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών.

## 8.7 Επιμολύνσεις

Οι επιμολύνσεις που παρατηρήθηκαν στην καλλιέργεια της κολοκυθιάς ήταν μυκητολογικές και εντομολογικές προσβολές. Εντοπίστηκε πληθυσμός του εντόμου θρίπας (*Frankliniella occidentalis*) και πληθυσμός αφίδων. Για την καταπολέμησή τους έγιναν τέσσερις προληπτικοί ψεκασμοί με θερινό πολτό (PARAFFINIC OIL 98.5

EC) της εταιρίας ΒΙΟΡΥΛ τις απογευματινές ώρες. Επιπλέον, εντοπίστηκε πληθυσμός ωφέλιμων εντόμων πασχαλίτσας (*Coccinella septempunctata*), ο οποίος συνέβαλλε σημαντικά στον έλεγχο των επιβλαβών εντόμων. Επίσης, παρατηρήθηκε μικρή προσβολή από περονόσπορο (*Pseudoperonospora cubensis*) την 11<sup>η</sup> Ιουλίου η οποία, χάρις και στις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, ελέγχθηκε αποτελεσματικά με ψεκασμό με βορδιγάλειο πολτό.

Οι επιμολύνσεις που παρατηρήθηκαν στην καλλιέργεια τομάτας ήταν κυρίως εντομολογικές προσβολές. Από τα αρχικά στάδια ανάπτυξης της πειραματικής καλλιέργειας παρατηρήθηκε πληθυσμός του εντόμου *Tuta absoluta*. Για την καταπολέμηση του εντόμου τοποθετήθηκαν φυτά *Dittrichia viscosa* (κόνιζα) στα σημεία που εντοπίστηκαν οι προσβολές. Στη συνέχεια (περίπου πριν την έναρξη της συγκομιδής) παρατηρήθηκε εκ νέου πληθυσμός του εντόμου και έγιναν προληπτικοί ψεκασμοί με το εντομοκτόνο TRACER 24SC της εταιρείας CORTEVA με δοσολογία 5ml/1 lt. Προνύμφες που μπορεί να εντοπιζόταν κατά τη διάρκεια της συγκομιδής, καταπολεμήθηκαν χειρωνακτικά. Επίσης, παρατηρήθηκε προσβολή από αφίδες στα αρχικά στάδια της πειραματικής καλλιέργειας. Για την καταπολέμηση του εντόμου έγινε ψεκασμός με το εντομοκτόνο PROFIL EXTRA 5SL της εταιρείας K&NE με ψεκαστική δόση 100-300ml/100 L. Ο ψεκασμός επαναλήφθηκε για 3 συνεχόμενες φορές. Δεν παρατηρήθηκαν άλλες επιμολύνσεις.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 9.1 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΟΛΟΚΥΘΙΑΣ

Αναλύοντας τα παραπάνω αποτελέσματα, παρατηρούμε ότι ο προ εμβολιασμός των σπόρων με PGPR βακτήρια είχε θετικές επιδράσεις στην καλλιέργεια κολοκυθιάς. Κατά την δοκιμή βλαστικότητας παρατηρήθηκαν υψηλά ποσοστά βλαστικότητας στην εφαρμογή PGPR βακτηρίων. Αυτό επιβεβαιώνεται και σε μελέτη βλαστικότητας που έγινε από τους Fatemeh et al. (2014). Όπως αναφέρουν οι παραπάνω, με τη χρήση PGPR βακτηρίων επιτυγχάνεται έως και 18,33% επιτάχυνση της βλαστικότητας ακόμα και σε διαφορετικές θερμοκρασίες, ενώ μειώθηκε και ο χρόνος βλάστησης των σπόρων. Η μείωση του χρόνου βλάστησης των σπόρων, καθώς και η επιτάχυνση της βλάστησης των λαχανικών, επιφέρουν θετικά αποτελέσματα στον παραγωγό. Με αυτό τον τρόπο, τα νέα φυτά μπορούν να εγκατασταθούν πιο σύντομα στον αγρό, έτσι ώστε να μειωθεί σημαντικά η βλαστική περίοδος και να ξεκινήσει η παραγωγή. Επίσης, κατά τη μέτρηση της συνολικής παραγωγής παρατηρήθηκε αύξηση στα φυτά κολοκυθιάς που έχει προηγηθεί ο προ εμβολιασμός του σπόρου. Διαφορά εμφανίστηκε μεταξύ των φυτών εγχώριας ποικιλίας κολοκυθιάς με προ εμβολιασμό και υβριδίου κολοκυθιάς με προ εμβολιασμό, με τη δεύτερη να παρουσιάζει υψηλότερη απόδοση. Η υψηλότερη απόδοση επιβεβαιώνεται και σε μελέτη που έγινε από τους Igiehon et al. (2024), όπου αναφέρουν ότι η χρήση των PGPR στη βιώσιμη παραγωγή τροφίμων μπορεί να αυξήσει την απόδοση των φυτών, να βελτιώσει την θρέψη τους και να ενισχύσει τη φυτική παραγωγή.

Αναφορικά στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στατιστική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Το πείραμα του κολοκυθιού πραγματοποιήθηκε με τις αρχές της βιολογικής γεωργίας. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι δεν έγινε επέμβαση με τη χρήση λιπασμάτων κατά την καλλιέργεια. Η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους προήλθε αποκλειστικά και μόνο από τις ήδη υπάρχουσες συγκεντρώσεις N, P και K, την κοπριά και την ενσωμάτωση των ζιζανίων μέσα σε αυτό (χλωρή λίπανση). Όπως αναφέρουν οι Karavidas et al. (2020), η χλωρή λίπανση μπορεί να επιφέρει αύξηση της παραγωγής σε συνθήκες βιολογικής καλλιέργειας.

Η φυλλική επιφάνεια παρουσίασε στατιστική διαφορά μόνο κατά την δεύτερη δειγματοληψία και μόνο για τον παράγοντα ποικιλία. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι τα φυτά που δέχτηκαν τον προ εμβολιασμό με PGPR βακτήρια, έχουν υψηλότερη φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τα φυτά που δεν δέχτηκαν τον προ εμβολιασμό. Σε παρόμοια μέλετη παρατηρήθηκαν παρόμοια αποτελέσματα όπου διαπιστώθηκε ότι με τη χρήση PGPR βακτηρίων παρουσιάστηκε αύξηση στη φυλλική επιφάνεια των φυτών (Ikiz et al. 2024). Η φυλλική είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη φυσιολογία των φυτών, καθώς επηρεάζει τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τη διαπνοή και την ανταλλαγή αερίων με το περιβάλλον. Η μέγιστη φυλλική επιφάνεια εξαρτάται από τον τύπο του φυτού, το μέγεθος και το σχήμα των φύλλων, καθώς και από το περιβάλλον και τις συνθήκες ανάπτυξης.

Αναφορικά με τα θρεπτικά στοιχεία στους φυτικούς ιστούς, σημαντικό ρόλο καθόρισε η ποικιλία του φυτικού υλικού. Τα φυτά κολοκυθιάς παρουσίασαν στατιστικές διαφορές μόνο για τον παράγοντα ποικιλία, ανεξάρτητα από την εφαρμογή των PGPR. Ωστόσο, παρατηρείται αυξημένη απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων στα φυτά που δέχτηκαν προ εμβολιασμό με PGPR βακτήρια. Η αυξημένη απορρόφηση μπορεί να οφείλεται στα PGPR, καθώς όταν βρίσκονται στο περιβάλλον της ρίζας βοηθούν στην απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος (Khosro et al. 2024).

Σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, αυτά μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το είδος του φυτού και την ποικιλία του καρπού. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά, τα οποία συνήθως λαμβάνονται υπόψη για να αξιολογηθεί η ποιότητα των καρπών. Η συνεκτικότητα είναι σημαντική όχι μόνο για την αισθητική αξία του καρπού, αλλά και για την παραγωγική του αξία, καθώς επηρεάζει τη διάρκεια ζωής του και τη διατήρηση των θρεπτικών του συστατικών. Ένας καρπός που έχει καλή συνεκτικότητα είναι πυκνός και στερεός, χωρίς κενά ή αποχωρισμένα τμήματα. Αυτό είναι σημαντικό για την ποιότητα και την εμφάνιση του καρπού, καθώς η συνεκτικότητα συνήθως υποδεικνύει ώριμο και υγιή προϊόν. Τα φυτά που δέχτηκαν τον προ εμβολιασμό με PGPR παρουσίασαν καλύτερη συνεκτικότητα σε σχέση τα φυτά που δεν δέχτηκαν τον προ εμβολιασμό. Το μήκος των καρπών είναι ένας βασικός οπτικός κυρίως παράγοντας για την εμπορευσιμότητα των κολοκυθιών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το μήκος των καρπών αξιολογείται ως μέτρο της ωρίμανσης και της ποιότητάς τους. Ειδικότερα, στα κολοκύθια οι καρποί συγκομίζονται ανώριμοι, όταν έχουν το κατάλληλο μήκος για την εμπορευσιμότητα τους. Αν και οι σπόροι που

δέχτηκαν τον προ εμβολιασμό με τα PGPR βακτήρια εμφάνισαν ομοιόμορφο μήκος, δεν υπάρχουν στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Σχετικά με τις επιμολύνσεις στην καλλιέργεια δεν είναι εφικτό να υπάρχει σαφής εικόνα της δράσης των PGPR βακτηρίων, καθώς στην καλλιέργεια υπήρχαν ωφέλιμα έντομα και πραγματοποιούνταν επεμβάσεις με βιολογικά σκευάσματα.

## 9.2 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

Αναφορικά με τα παραπάνω αποτελέσματα για την συμβατική καλλιέργεια τομάτας με τη χρήση προ εμβολιασμού των σπόρων με PGPR βακτήρια, δεν παρουσιάζονται σαφείς επιδράσεις. Κατά τη δοκιμή βλαστικότητας και ζωτικότητας, στατιστική διαφορά παρουσιάζεται μόνο για τον συνδυασμό ποικιλίας και PGPR. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τους Fatemeh et al. (2014), καθώς σε πείραμα βλαστικότητας με την χρήση PGPR βακτηρίων εμφανίζεται στατιστική διαφορά ως προς το ποσοστό βλάστησης των σπόρων. Η καταγραφή της συνολικής παραγωγής ανάμεσα στους δυο γονότυπους δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές. Μόνη εξαίρεση αποτελεί το μέσο βάρος καρπού, όπου παρουσιάζεται η Nissos F1 να έχει μια ασθενή επίδραση του προ εμβολιασμού με PGPR. Αυτή η ασθενής επίδραση στην συνολική παραγωγή επιβεβαιώνεται και σε παρόμοια μελέτη από τους WANG et al. (2021). Πιο συγκεκριμένα αναφέρεται ότι σε πείραμα τομάτας η εφαρμογή των PGPR έδειξε αρνητικές επιδράσεις στην παραγωγή.

Τα επίπεδα των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για καμία από τις δύο ποικιλίες τομάτας. Εξαίρεση αποτελεί το ποσοστό ολικού αζώτου στο έδαφος που εμφάνισε στατιστική διαφορά κατά τη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία. Η ποικιλία ARO1207 F1 παρουσίασε υψηλότερο ποσοστό ολικού αζώτου με τη χρήση του προ εμβολιασμού, ωστόσο διαπιστώθηκε σε μια μόνο δειγματοληψία και δεν αποτελεί μετρήσιμο κριτήριο για την επίδραση των PGPR βακτηρίων. Το πείραμα της τομάτας πραγματοποιήθηκε σε πειραματικό θερμοκήπιο, το οποίο σημαίνει ότι είχε επάρκεια θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Πιθανόν, σε λιγότερο γόνιμα εδάφη η επίδραση των PGPR να είναι πιο σαφής. Επίσης, η παροχή λιπασμάτων στα συμβατικά συστήματα καλλιέργειας έχει ως αποτέλεσμα τις αυξημένες συγκεντρώσεις αζώτου στο έδαφος (Yfantopoulos et al. 2022). Ακόμη, μια από τις ιδιότητες των PGPR βακτηρίων είναι η αλληλεπίδραση με

ορισμένους παθογόνους μικροοργανισμούς στο έδαφος και στους φυτικούς ιστούς. Αυτή η αλληλεπίδραση βοηθά στη θρέψη των φυτών και στην προστασία από αβιοτικές και βιοτικές καταπονήσεις (Tirry et al. 2021). Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς δεν παρουσίασαν σημαντικά στατιστική διαφορά ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Η αποτελεσματικότητα των PGPR βακτηρίων επηρεάζεται από τη γονιμότητα του εδάφους και τις συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων σε αυτό (FAN et al. 2017). Όσον αφορά στη φυλλική επιφάνεια των φυτών δεν επηρεάστηκε από την εφαρμογή των PGPR.

Σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στην τομάτα, τα ολικά διαλυτά στερεά (brix°) υποδηλώνουν έναν δείκτη ωρίμανσης για την εμπορευσιμότητα στους καταναλωτές. Η μέτρηση αυτή χρησιμοποιείται για την περιεκτικότητα σε σάκχαρα που βρίσκονται στον χυμό της τομάτας. Ωστόσο, για την περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά σημαντικοί παράγοντες είναι προσυλλεκτικές και μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις. Στη συγκεκριμένη περίπτωση μας ενδιαφέρει αν τα PGPR μέσω της θρέψης των φυτών βοήθησαν, ώστε να υπάρχει υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα στους καρπούς, με συνέπεια την χαρακτηριστική γεύση που δίνει η τομάτα. Η γευστικότητα σε ένα προϊόν είναι υψίστης σημασίας, καθώς επηρεάζει άμεσα τον καταναλωτή. Παρατηρώντας τα παραπάνω διαγράμματα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Όμως ανάμεσα στις δειγματοληψίες, ο προ εμβολιασμός των σπόρων φαίνεται να επηρέασε θετικά τις ποικιλίες με τη Nissos F1 να εμφανίζει υψηλότερη απόδοση σε ολικά διαλυτά στερεά. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Amna et al. (2020), αναφέροντας ότι η χρήση PGPR βακτηρίων επηρέασε θετικά έως και 27% την περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά για υγιή φυτά. Αναφορικά με την συνεκτικότητα στην τομάτα, δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Όμως θετικά φαίνεται να επηρέασε ο προ εμβολιασμός με PGPR. Σχετικά με τις επιμολύνσεις, υπήρχε προσβολή από έντομα, ωστόσο χρησιμοποιήθηκαν χημικά σκευάσματα για την καταπολέμηση τους, μιας και το πείραμα ακολουθούσε τους κανόνες της συμβατικής καλλιέργειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) αποτελούν ένα νέο και βιώσιμο βιοδιεγέρτη στις καλλιέργειες. Οι επωφελείς λειτουργίες που προσφέρουν στην θρέψη και στην ανάπτυξη των φυτών βοηθά στην μεγιστοποίηση της παραγωγής και στην εξοικονόμηση των πόρων σε μια καλλιέργεια.

Παρατηρώντας τα παραπάνω αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η δράση των PGPR βακτηρίων είναι ωφέλιμη για τις καλλιέργειες. Πιο συγκεκριμένα, η δράση τους είχε θετικά αποτελέσματα στην βιολογική καλλιέργεια κολοκυθιάς, με αύξηση της παραγωγής και των θρεπτικών στοιχείων που είναι άμεσα διαθέσιμα για τα φυτά. Τόσο το υβρίδιο κολοκυθιάς, όσο και η εγχώρια ποικιλία κολοκυθιού είχαν υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τα φυτά που δεν δέχτηκαν τον προ εμβολιασμό. Στην συμβατική καλλιέργεια τομάτας δεν παρουσιάζεται σαφής επίδραση όσον αφορά στη δράση τους. Η μόνη θετική επίδραση που παρατηρήθηκε είναι στο μέσο βάρος καρπού για την ποικιλία Nissos F1.

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα και την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία, παρουσιάζεται η δυνατότητα περαιτέρω μελέτης και εμβάθυνσης σχετικά με την δράση των PGPR βακτηρίων. Οι συνεχείς αλλαγές στο γεωργικό τοπίο απαιτούν εκτενέστερη έρευνα με στόχο την βιώσιμη παραγωγή κηπευτικών, καθώς και την επιτυχία της θρέψης και της ποιότητας των προϊόντων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση

- Amna, Xia Y, Farooq MA, et al (2020) Multi-stress tolerant PGPR *Bacillus xiamenensis* PM14 activating sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) red rot disease resistance. *Plant Physiol Biochem* 151:640–649. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.04.016>
- Assad T, Jabeen A, Roy S, et al (2024) Using an image processing technique, correlating the lycopene and moisture content in dried tomatoes. *Food Humanit* 2:100186. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.11.013>
- Backer R, Rokem JS, Ilangumaran G, et al (2018) Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, Mechanisms of Action, and Roadmap to Commercialization of Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Front Plant Sci* 9:. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473>
- Bucki P, Regdos K, Siwek P, et al (2021) Impact of soil management practices on yield quality, weed infestation and soil microbiota abundance in organic zucchini production. *Sci Hortic (Amsterdam)* 281:. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109989>
- Çakmakçı S, Çakmakçı R (2023) Quality and Nutritional Parameters of Food in Agri-Food Production Systems. *Foods* 12:351. <https://doi.org/10.3390/foods12020351>
- Chamkhi I, Sbabou L, Aurag J (2023) Improved growth and quality of saffron (*Crocus sativus* L.) in the field conditions through inoculation with selected native plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Ind Crops Prod* 197:116606. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116606>
- Chandran H, Meena M, Swapnil P (2021) Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as a Green Alternative for Sustainable Agriculture. *Sustainability* 13:10986. <https://doi.org/10.3390/su131910986>
- Chen X, Sun C, Zhang Q, et al (2023) Selected rhizobacteria facilitated phytoremediation of barren and heavy metal contaminated gold mine tailings by *Festuca arundinacea*. *Chemosphere* 337:139297. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139297>
- du Jardin P (2015) Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 196:3–14
- FAN X, ZHANG S, MO X, et al (2017) Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and N Source on Plant Growth and N and P Uptake by Tomato Grown on Calcareous Soils. *Pedosphere* 27:1027–1036. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60379-5](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60379-5)
- Fateme A, Masoud T, Pejman A, Aidin H (2014) Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) and stratification on germination traits of *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark. seeds. *Sci Hortic (Amsterdam)* 172:61–67.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.03.049>

- Fess T, Benedito V (2018) Organic versus Conventional Cropping Sustainability: A Comparative System Analysis. *Sustainability* 10:272. <https://doi.org/10.3390/su10010272>
- Ganugi P, Martinelli E, Lucini L (2021) Microbial biostimulants as a sustainable approach to improve the functional quality in plant-based foods: a review. *Curr Opin Food Sci* 41:217–223. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.05.001>
- Giampieri F, Mazzoni L, Cianciosi D, et al (2022) Organic vs conventional plant-based foods: A review. *Food Chem* 383:132352. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132352>
- Igiehon BC, Babalola OO, Hassen AI (2024) Rhizosphere competence and applications of plant growth-promoting rhizobacteria in food production – A review. *Sci African* 23:e02081. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02081>
- Ikiz B, Dasgan HY, Gruda NS (2024) Utilizing the power of plant growth promoting rhizobacteria on reducing mineral fertilizer, improved yield, and nutritional quality of Batavia lettuce in a floating culture. *Sci Rep* 14:1616. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51818-w>
- Karavidas I, Ntatsi G, Ntanasi T, et al (2020) Comparative Assessment of Different Crop Rotation Schemes for Organic Common Bean Production. *Agronomy* 10:1269. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091269>
- Kastner T, Chaudhary A, Gingrich S, et al (2021) Global agricultural trade and land system sustainability: Implications for ecosystem carbon storage, biodiversity, and human nutrition. *One Earth* 4:1425–1443. <https://doi.org/10.1016/J.ONEEAR.2021.09.006>
- Khoso MA, Wagan S, Alam I, et al (2024) Impact of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on plant nutrition and root characteristics: Current perspective. *Plant Stress* 11:100341. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100341>
- Krause H-M, Ono-Raphel JG, Karanja E, et al (2023) Organic and conventional farming systems shape soil bacterial community composition in tropical arable farming. *Appl Soil Ecol* 191:105054. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105054>
- Li H, Qiu Y, Yao T, et al (2020) Effects of PGPR microbial inoculants on the growth and soil properties of *Avena sativa*, *Medicago sativa*, and *Cucumis sativus* seedlings. *Soil Tillage Res* 199:104577. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104577>
- Liu S (2023) Towards a sustainable agriculture: Achievements and challenges of Sustainable Development Goal Indicator 2.4.1. *Glob Food Sec* 37:100694. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100694>
- Munné-Bosch S, Bermejo NF (2024) Fruit quality in organic and conventional farming: advantages and limitations. *Trends Plant Sci.*

<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2024.01.011>

Mutlu-Durak H, Yildiz Kutman B (2021) Seed Treatment with Biostimulants Extracted from Weeping Willow (*Salix babylonica*) Enhances Early Maize Growth. *Plants* 10:1449. <https://doi.org/10.3390/plants10071449>

Niu C, Wang G, Sui J, et al (2022) Biostimulants alleviate temperature stress in tomato seedlings. *Sci Hortic (Amsterdam)* 293:110712. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110712>

Sabatino L, Consentino B, Ntatsi G, et al (2022) Stand-Alone or Combinatorial Effects of Grafting and Microbial and Non-Microbial Derived Compounds on Vigour, Yield and Nutritive and Functional Quality of Greenhouse Eggplant. *Plants* 11:1175. <https://doi.org/10.3390/plants11091175>

Tirry N, Kouchou A, Laghmari G, et al (2021) Improved salinity tolerance of *Medicago sativa* and soil enzyme activities by PGPR. *Biocatal Agric Biotechnol* 31:101914. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.101914>

Vasseur-Coronado M, du Boulois HD, Pertot I, Puopolo G (2021) Selection of plant growth promoting rhizobacteria sharing suitable features to be commercially developed as biostimulant products. *Microbiol Res* 245:126672. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126672>

WANG Y, LI W, DU B, LI H (2021) Effect of biochar applied with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on soil microbial community composition and nitrogen utilization in tomato. *Pedosphere* 31:872–881. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(21\)60030-9](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(21)60030-9)

Yaseen AA, Takacs-Hajos M (2022) The effect of plant biostimulants on the macronutrient content and ion ratio of several lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars grown in a plastic house. *South African J Bot* 147:223–230. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.01.001>

Yfantopoulos D, Ntatsi G, Gruda N, et al (2022) Effects of the Preceding Crop on Soil N Availability, Biological Nitrogen Fixation, and Fresh Pod Yield of Organically Grown Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Horticulturae* 8:. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8060496>

Zhou X, Zhang X, Ma C, et al (2022) Biochar amendment reduces cadmium uptake by stimulating cadmium-resistant PGPR in tomato rhizosphere. *Chemosphere* 307:136138. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136138>

### **Ελληνική**

Σάββας, Δ., (2016). Γενική Λαχανοκομία. Εκδόσεις Πεδίο

Ολύμπιος Χρ.,(2015).Η τεχνική της καλλιέργειας των υπαίθριων λαχανικών. Εκδοσεις Σταμούλη

Ιμπραχίμ-Αβραάμ, Χα.,Πετρόπουλος Σπ.,Γενική Λαχανοκομία & Υπαίθρια Καλλιέργεια (2014), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας



## Διαδικτυακά

FAO 2022 Ανακτήθηκε από: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-02-04-01.pdf>, <https://biostimulants.eu/highlights/economic-overview-of-the-european-biostimulants-market/>

Savvas, D., Gianquinto, G.P., Tüzel, Y., Gruda, N. Soilless Culture (2013) *Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops. Principles for Mediterranean Climate Areas*, pp. 303-354. Cited 233 times. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Plant Production and Protection, Rome, Italy, Available online <http://www.fao.org/3/a-i3284e.pdf>

The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. Agricultural Handbook No. 66 (2016). Gross K.C., Wang C.Y. and Saltveit M. (Eds.). U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, DC, Ανακτήθηκε από: <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/oc/np/CommercialStorage/CommercialStorage.pdf>

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων  
<https://www.minagric.gr/for-farmer-2/biologikgeorgiaktinotrofia>  
(Βιολογική Καλλιέργεια)  
<https://www.minagric.gr/for-farmer-2/biologikgeorgiaktinotrofia/388-statistikabiologika> (Στατιστικά στοιχεία)

Σημειώσεις Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών  
<https://www.aua.gr/ekk/homepage-gr-2/ekpaideusi-gr/proptytixiakh-gr> (προπτυχιακό)  
<https://www.aua.gr/ekk/homepage-gr-2/ekpaideusi-gr/metaptyxiaki> (μεταπτυχιακό)

Πάσσαμ, Χ., Τσαντίλη, Ε., Χριστόπουλος, Μ., Καυκαλέτου, Μ., Αλεξόπουλος, Α., & Καραπάνος, Ι. (2015). Μετασυλλεκτική μεταχείριση καρπών και λαχανικών [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/3336>