



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας

**ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ
ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΣΤΟ ΕΛΔΑΦΙΚΟ
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ
ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Επιστημονικός Υπεύθυνος

Δρ Θρασύβουλος Μανιός

Σπουδαστές: Αποστόλης Μιχαηλίδης

Άρτεμις Πόκκια

Ηράκλειο Σεπτέμβριος 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Γενικά για τους ζεόλιθους	1
Δομή	2
Ιδιότητες	3
Ικανότητα ιοντοανταλλαγής	4
Αφυδάτωση - Ενυδάτωση	4
Ικανότητα κατάλυσης	4
Χρήσεις	5
Σχηματισμός ζεόλιθων	5
1.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά Αγγουριάς	8
1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά Τομάτας	12
1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά Πιπεριάς	15
1.5 Τα χαρακτηριστικά του πειράματος	19
Τα χαρακτηριστικά της περιοχής	19
Η τοπογραφία της περιοχής	19
Τα χαρακτηριστικά του εδάφους	19
Επίδραση στα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους	19
Επίδραση στα χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους	21
Εφοδιασμός των φυτών με θρεπτικά συστατικά	22
Ανάλυση λιπάσματος	23
Εφαρμογή λιπασμάτων	23
Λίπανση κηπευτικών	24
Το κλίμα της περιοχής	26
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	26
2.1. Βασικό πειραματικό πρωτόκολλο	28
2.2. Εγκαταστάσεις – Εξοπλισμός	29
2.3. Σποριόφυτα	30
2.4. Υπόστρωμα	31

2.5. Λίπανση	32
2.6. Καλλιεργητικές παρεμβάσεις	33
2.7. Παρακολούθηση και καταγραφή παραμέτρων	34
2.8. Κοπή φυτών	35
2.9. Μεθοδολογία πραγματοποίησης φυσικοχημικών και στατιστικών αναλύσεων	35
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ	38
3.1. Προβλήματα	39
3.2. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος	41
3.3. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των θρεπτικών διαλυμάτων	44
3.4. Αγγούρι	46
3.5. Τομάτα	49
3.6. Πιπεριά	52
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	55
5. ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ	58
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο του συγκεκριμένου έργου ήταν η εκτίμηση της επίδρασης της προσθήκης ζεόλιθου στο εδαφικό υπόστρωμα λαχανοκομικών φυτών σε μια συμβατική ουσιαστικά καλλιέργεια. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένες συγκεντρώσεις ζεολίθου σε πειραματικές καλλιέργειες τομάτας, αγγουριού και πιπεριάς στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Κρήτης από τον Οκτώβριο του 2006 μέχρι και το τέλος Μαρτίου του 2007.

Στόχος ήταν η διαπίστωση του κατά πόσο η χρήση ζεόλιθου μπορούσε να αντικαταστήσει, υποβοηθήσει ή ακόμα και ενισχύσει και σε πιο βαθμό, τη χημική λίπανση, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση. Πιθανή δυνατότητα μείωσης των χημικών λιπάνσεων λόγω της χρήσης ζεόλιθου θα εξοικονομούσε σημαντικά κεφάλαια για τον καλλιεργητή, θα μείωνε τις ενεργειακές απαιτήσεις παρασκευής τους (σχετίζονται με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου), καθώς και τα φαινόμενα έκπλυσης που με τη σειρά τους είναι υπαίτια για μια σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως και ο ευτροφισμός που προκαλεί η υπέρμετρη χρήση τους.

1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΖΕΟΛΙΘΟΥΣ

Οι ζεόλιθοι είναι αργιλοπυριτικά ορυκτά, τα οποία ανήκουν στην ομάδα των τεκτοπυριτικών. Το πλέγμα τους σχηματίζει διαύλους (channels) ή κοιλοότητες (cavities) με διάμετρο 2-7 nm, εντός των οποίων συγκρατούνται, συνήθως χαλαρά, μόρια νερού και κατιόντα (κυρίως Ca, Na, K), υπό ανταλλάξιμη μορφή (σχ. 13.1).

Η ύπαρξη αυτών των μεγάλων κοιλοτήτων που γεμίζουν με μόρια νερού, διαφοροποιεί τους ζεόλιθους από τις άλλες ομάδες των τεκτοπυριτικών ορυκτών (άστριους και αστριοειδή), τα οποία, σε αντίθεση με τους ζεόλιθους, έχουν συμπαγή δομή. Τα μόρια νερού, από κοινού με τα κατιόντα, έχουν την δυνατότητα να μετακινούνται εντός των διαύλων του κρυστάλλου και να ανταλλάσσονται με άλλα κατιόντα, χωρίς να επηρεάζεται, σημαντικά, η δομή του πλέγματος, προσδίδοντας στους ζεόλιθους την ικανότητα της ιοντοεναλλαγής.

Η ποσότητα του προσροφημένου νερού στους διαύλους (ζεολιθικό νερό) κυμαίνεται από 10-25% του αφυδατωμένου μέλους. Το νερό αυτό αποβάλλεται, συνεχώς, με θέρμανση πάνω από 1000C και μπορεί, να επαναπροσροφηθεί, με σταδιακή μείωση της θερμοκρασίας.

Συνήθης ανταλλαγή εντός των καναλιών του πλέγματος των ζεόλιθων, είναι η αντικατάσταση του Ca από Na+K και αντίθετα.



Φωτογραφία 1.1. Ζεόλιθος

Οι ζεόλιθοι είναι λευκοί ή άχρωμοι όταν είναι καθαροί, ενώ η παρουσία προσμίξεων (π.χ. λεπτομερέστατων οξειδίων σιδήρου) καθιστά πολλούς από αυτούς έγχρωμους. Η πυκνότητά τους κυμαίνεται από **2-2,3** gr/cm³, ενώ ποικιλίες ζεόλιθων πλούσιες σε **Ba** έχουν πυκνότητα που κυμαίνεται από **2,5-2,8** gr/cm³. Η μικρή σχετικά πυκνότητά τους οφείλεται στην παρουσία του νερού, που πληρεί τους διαύλους του πλέγματος.

Σήμερα έχουν αναγνωρισθεί και περιγραφεί περισσότερα από 45 είδη φυσικών ζεόλιθων (Gottardi and Galli, 1985) και άλλα 100, περίπου, έχουν παρασκευαστεί στο εργαστήριο (συνθετικοί ζεόλιθοι). Εν τούτοις, μόνο 7 από αυτά και συγκεκριμένα τα ορυκτά **μορντενίτης, κλινοπτιλόλιθος, φερριερίτης, χαμπαζίτης, εριονίτης, φιλλιπσίτης** και **ανάλκιμο** απαντούν σε ικανοποιητικές ποσότητες, ώστε να θεωρούνται εκμεταλλεύσιμα υλικά (Hanson, 1995). Από αυτά ο μορντενίτης και ο χαμπαζίτης θεωρούνται ως τα πλέον ενδιαφέροντα είδη όσον αφορά την ικανότητα προσρόφησης. Μέχρι σήμερα έχουν ανακαλυφθεί περισσότερες από 1000 εμφανίσεις ζεολιθικών κοιτασμάτων, σε 40 περίπου χώρες, εντός ηφαιστειοκλαστικών πετρωμάτων.

➤ ΔΟΜΗ

Βασική δομική μονάδα: Το **τετράεδρο [(Si,Al)O₄]-4**

Τα τετράεδρα [(Si,Al)O₄]-4 ενώνονται μεταξύ τους (με τα κοινά οξυγόνα των κορυφών τους) και σχηματίζουν πολύεδρα, δημιουργώντας, ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσής τους, τρισδιάστατα πλέγματα με διαύλους ή κοιλότητες, γεμάτα αφ' ενός μεν με νερό και αφετέρου, με κατιόντα (Ca, Na, K), υπό ανταλλάξιμη μορφή. Τα μόρια νερού, από κοινού με τα κατιόντα, έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται εντός των διαύλων του κρυστάλλου και να ανταλλάσσονται με άλλα κατιόντα, χωρίς να επηρεάζεται, σημαντικά, η δομή του πλέγματος

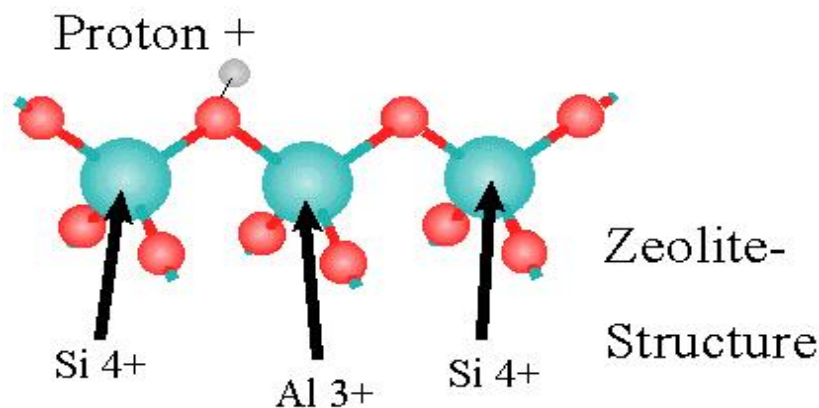
Ανάλογα με το είδος του ζεόλιθου έχουμε περισσότερες ή λιγότερες υποκαταστάσεις Si από Al.

Η έκταση της υποκατάστασης ιόντων Si⁺⁴ από ιόντα Al³⁺ (αναλογία Si/Al) είναι πολύ χαρακτηριστική για τα διάφορα είδη ζεόλιθων.

Όσο περισσότερες υποκαταστάσεις Si από Al έχουμε, τόσο ασθενέστεροι γίνονται οι δεσμοί (δεδομένου ότι οι δεσμοί Si-O είναι ισχυρότεροι από τους δεσμούς Al-O), επομένως τόσο περισσότερο δραστικό γίνεται το υλικό.

Ο αριθμός των τετραέδρων που συνδέονται για το σχηματισμό του τρισδιάστατου πλέγματος διαφοροποιεί τα είδη των ζεόλιθων.

Ανάλογα με τον αριθμό των τετραέδρων δημιουργούνται δακτύλιοι με μικρότερα ή μεγαλύτερα ανοίγματα. Το άνοιγμα των διαύλων έχει ιδιαίτερη σημασία για τις ιδιότητες των ζεόλιθων.



Σχήμα 1.1. Η δομή του ζεόλιθου

➤ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι ζεόλιθοι χαρακτηρίζονται από τις ακόλουθες ιδιότητες:

1. Ενυδάτωση υψηλού βαθμού
2. Μικρή πυκνότητα και μεγάλο όγκο κενό, κατά την ενυδάτωση
3. Σταθερότητα κρυσταλλικής δομής
4. Μεγάλη ιοντοανταλλακτική ικανότητα
5. Ομοιομορφία διαύλων, μοριακού μεγέθους
6. Ικανότητα προσρόφησης (αερίων και ατμών)
7. Ικανότητα κατάλυσης

➤ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ

Οι ζεόλιθοι βρίσκουν ευρεία εφαρμογή ως **προσροφητικά υλικά**. Τα μόρια H₂O πληρούν τα κενά του πλέγματος και σχηματίζουν υδάτινες σφαίρες γύρω από τα ανταλλάξιμα κατιόντα. Όταν το H₂O απομακρυνθεί, προσροφώνται επιλεκτικά, από τα άδεια κανάλια, μόρια μικρής διαμέτρου, ενώ τα μεγαλύτερου μεγέθους μόρια εκδιώκονται. Αυτή η ιδιότητα των ζεόλιθων, που επιτρέπει σε μια μεγάλη ποικιλία υλικών να δεσμεύονται, τους δίνει τον χαρακτηρισμό **“μοριακά κόσκινα”**.

Η ικανότητα των ζεόλιθων για **προσρόφηση**, εξαρτάται, κύρια, από το εύρος των διαύλων και είναι συνάρτηση του αριθμού των ατόμων οξυγόνου (6, 8, 10 ή 12), που οριοθετούν το εύρος αυτό. Έτσι, ζεόλιθοι, των οποίων οι δακτύλιοι αποτελούνται από 8-12 τετράεδρα, είναι δυνατό να προσροφήσουν εκτός από τα απλά κατιόντα και οργανικά μόρια. Η ικανότητά τους αυτή προσδιορίζεται από την ποσότητα του περιεχόμενου H₂O, όταν οι ζεόλιθοι είναι πλήρως ενυδατωμένοι. Σε μερικούς ζεόλιθους ο όγκος αυτών των διαύλων, ο οποίος περιέχει H₂O, μπορεί να φτάσει και 50% του συνολικού τους όγκου.

➤ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΙΟΝΤΟΑΛΛΑΓΗΣ

Τα ανταλλάξιμα κατιόντα ζεόλιθων, ως χαλαρά συνδεδεμένα στο πλέγμα τους, είναι εύκολο να ανταλλαγούν ή να απομακρυνθούν, αν εκπλυθούν με διάλυμα κάποιου άλλου ιόντος. Η ικανότητά τους αυτή ονομάζεται **ιοντοανταλλακτική** και μετριέται σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανταλλασσόμενου ιόντος ανά 100 gr προσροφητικού μέσου (meq/100gr).

Λόγω της δομής τους, οι περισσότεροι ζεόλιθοι δεν υφίστανται καμιά αξιοσημείωτη αλλαγή στις διαστάσεις τους με την ιοντοανταλλαγή, η οποία εν τούτοις, συνοδεύεται, από σημαντικές αλλαγές στη σταθερότητα, την προσροφητική συμπεριφορά και την εκλεκτικότητα των ζεόλιθων, όσον αφορά στις καταλυτικές και άλλες σημαντικές φυσικές τους ιδιότητες.

Η ιοντοανταλλακτική ικανότητα των ζεόλιθων εξαρτάται, κύρια, από :

1. Τη φύση του κατιόντος, το μέγεθος και το σθένος του άνυδρου και του ενυδατωμένου κατιόντος
2. Τη θερμοκρασία του διαλύματος
3. Το pH
4. Το βαθμό υποκατάστασης των ιόντων Si από ιόντα Al
5. Τη συγκέντρωση των διάφορων κατιόντων στο διάλυμα
6. Τα διάφορα ανιόντα που συνυπάρχουν με τα κατιόντα στο διάλυμα
7. Το διαλυτικό μέσο (συνήθως νερό, αλλά και οργανικοί διαλύτες)
8. Τα χαρακτηριστικά της δομής του κάθε ζεόλιθου

➤ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ - ΕΝΥΔΑΤΩΣΗ

Με βάση τη συμπεριφορά τους κατά την αφυδάτωση, οι ζεόλιθοι ταξινομούνται ως:

- Ζεόλιθοι, οι οποίοι δεν υφίστανται αισθητές δομικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της αφυδάτωσής τους και στους οποίους αυξανόμενη της θερμοκρασίας, η απώλεια βάρους είναι συνεχής και σταδιακή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν ο κλινοπτιλόλιθος, ο μορντενίτης, ο εριονίτης και ο χαμπαζίτης, και οι συνθετικές μορφές ζεόλιθων (ζεόλιθος-A και ζεόλιθος-X), οι οποίοι είναι χημικά σταθεροί μέχρι τους 700 0C ή τους 800 0C.
- Ζεόλιθοι, οι οποίοι υφίστανται μεγάλες δομικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της αφυδάτωσης και στους οποίους η απώλεια βάρους είναι ασυνεχής κατά την αύξηση της θερμοκρασίας.

➤ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΛΥΣΗΣ

Οι καταλυτικές ικανότητες των ζεόλιθων εξαρτώνται από το μέγεθος των επιφανειακών τους πόρων, όπως και από το μέγεθος των εσωτερικών τους κοιλοτήτων, όπου λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις. Το μέγεθος των πόρων (άνοιγμα διαύλων) προσδιορίζει ποια μόρια είναι δυνατό να εισέλθουν στις κοιλότητες και να υποστούν κατάλυση και ποια μόρια είναι δυνατό να εξέλθουν από τις κοιλότητες ως προϊόν των καταλυτικών αντιδράσεων. Έχουμε, δηλαδή, επιλεκτικότητα στο μέγεθος των εισερχόμενων μορίων, όπως επίσης και των εξερχόμενων προϊόντων μιας αντίδρασης.

Σημαντική παράμετρος στην καταλυτική ικανότητα των ζεόλιθων είναι οι ομάδες OH, οι οποίες συνδέουν τα άτομα Si και Al σχηματίζοντας γέφυρες Si-OH-Al.

➤ ΧΡΗΣΕΙΣ

- Στην οικοδομική, τόσο ως δομικοί λίθοι όσο και στην παραγωγή τσιμέντων, ως υποκαταστάτες του περλίτη και της κίσηρης
- Σαν υποκατάστατο των φωσφάτων
- Στην αποσκλήρυνση του νερού, όπου επέρχεται αντικατάσταση των ιόντων

ασβεστίου-μαγνησίου, από ιόντα νατρίου

- Ως προσθετικό στην τροφή ζώων
- Στις αγροτοκαλλιέργειες, για τη βελτίωση της απόδοσης του εδάφους
- Στην ταφή ραδιενεργών αποβλήτων
- Στις ιχθυοκαλλιέργειες και τις μυδοκαλλιέργειες
- Στην χαρτοβιομηχανία ως πληρωτικό υλικό σε αντικατάσταση των αργίλων
- Στην αποθήκευση ηλιακής ενέργειας
- Στον εμπλουτισμό της ατμόσφαιρας σε οξυγόνο λόγω της εκλεκτικής ικανότητας των ζεόλιθων να απορροφούν το άζωτο από την ατμόσφαιρα
- Στον καθαρισμό διαφόρων τύπων λυμάτων (αστικά, βιομηχ. γεωργ. ραδιεν. απόβλητα)
- Στην απορρύπανση εδαφών

➤ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΖΕΟΛΙΘΩΝ

- Οι ζεόλιθοι είναι συνηθισμένα συστατικά στα κενά και στις κοιλότητες των βασαλτών και άλλων τύπων πετρωμάτων, όπου οι ιδιόμορφοι κρύσταλλοι τους φθάνουν μέχρι μερικές δεκάδες εκατοστά στο μέγεθος.
- Οι ζεόλιθοι στα ιζηματογενή πετρώματα έχουν σχεδόν αποκλειστικά αυθιγενή προέλευση. Επιπλέον σήμερα έχει διαπιστωθεί ότι είναι τα αφθονότερα και πιο διαδεδομένα πυριτικά ορυκτά στα ιζηματογενή πετρώματα.
- Οι ζεόλιθοι σχηματίζονται σε μεγάλη έκταση από την αντίδραση ηφαιστειακών τόφφων και τοφφικών ιζηματογενών πετρωμάτων με ποτάμια, λιμναία, θαλάσσια ή υπεδάφια νερά και την εξαλλοίωση τους σε ένα πλήθος γεωλογικών περιβαλλόντων, ως αποτέλεσμα πολύ χαμηλού βαθμού μεταμόρφωσης
- Βρίσκονται κυρίως σε τοφφικούς ψαμμίτες και πηλόλιθους. Σε ελάχιστα ποσά σε αρκόζες, γραουβάκες, ανθρακικά πετρώματα, ορυκτούς άνθρακες, βωξίτες και σιδηρούχα ιζηματογενή πετρώματα.

Το όνομά του το πήρε από τα αρχαία Ελληνικά, Ζέω = βράζω και Λίθος = πέτρα. Κι αυτό γιατί όταν θερμαίνεται χάνει άμεσα όλο το νερό του υπό μορφή φυσαλίδων, δίνοντας έτσι την εντύπωση ότι βράζει. Πλούσια σε κοιτάσματα ζεόλιθου είναι η Βουλγαρία και αρκετές περιοχές της Βόρειας Ελλάδας και των Κυκλάδων. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως στο εξωτερικό αλλά και στη χώρα μας -από το ΑΠΘ- ο ζεόλιθος μπορεί να βρει αρκετές εφαρμογές, όπως:

Με την ενσωμάτωσή του στο έδαφος, δεσμεύει τα θρεπτικά συστατικά και τα διατηρεί κοντά στο ριζικό σύστημα των φυτών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Έτσι, το νερό -ακόμα και έπειτα από μεγάλες βροχοπτώσεις- δεν μπορεί να τα παρασύρει σε μεγαλύτερο βάθος. Παράλληλα, η αφομοίωση των θρεπτικών συστατικών από τα φυτά πραγματοποιείται με φυσιολογικούς ρυθμούς. Βελτιώνει τη δομή και τη χημική σύσταση του εδάφους εξουδετερώνοντας τα οξέα. Επίσης βοηθάει στη συγκράτηση της υγρασίας ιδιαίτερα στα αμμώδη εδάφη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποσότητες από 500 - 1.000 κιλά το στρέμμα στις υπαίθριες καλλιέργειες και σε ποσοστό 5% - 10% στα μείγματα της ανθοκομίας.

Ως συνεργητικό υλικό των χημικών λιπασμάτων για την βραδεία αποδέσμευσή τους.

Η χορήγησή του στα ζώα μπορεί να μειώσει τις παρενέργειες που έχει η παρουσία φυτοπροστατευτικών στοιχείων στα προϊόντα διατροφής τους.

Βοηθάει στον έλεγχο των οσμών -κυρίως αμμωνίας και υδροθείου- σε χώρους συντήρησης και αποθήκευσης τροφίμων, σε κτηνοτροφικές μονάδες και ιχθυοκαλλιέργειες. Στις κτηνοτροφικές μονάδες, εφαρμόζοντάς το στο δάπεδο σε ποσότητες 2 - 3 κιλά ανά τ.μ., αφενός απορροφά την αμμωνία μειώνοντας και τις επιβλαβείς αναθυμιάσεις και αφετέρου μετά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.

Στην ιχθυοκαλλιέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το φιλτράρισμα του νερού και για την απορρόφηση της αμμωνίας.

Στη βιομηχανία χρησιμοποιείται στα φίλτρα για την δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων βλαβερών ενώσεων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο φιλτράρισμα των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, δεσμεύοντας διάφορα τοξικά και ραδιενεργά ιόντα και στην ανακύκλωση των νερών που προέρχονται από την βιομηχανική δραστηριότητα. Το σημαντικότερο όμως είναι ότι μετά τη χρήση του και με την κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να αποκατασταθούν οι ιδιότητές του ώστε να μπορέσει να επαναχρησιμοποιηθεί.

Σαν ενισχυτικό στη διατροφή των χοίρων, των πουλερικών, των αιγοπροβάτων και των βοοειδών. Προφυλάσσει τα ζώα από τις εντερικές παθήσεις, μειώνει τη θνησιμότητα των νέων ζώων, βοηθάει στην ανάπτυξή τους και στα πουλερικά, βοηθάει την αύξηση της ωοτοκίας τους.

Σαν συμπλήρωμα της ανθρώπινης διατροφής έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία.

Αναμεμιγμένος με άμμο στα δοχεία των μικρών κατοικίδιων απορροφά τις οσμές.

Μπορεί να αντικαταστήσει με επιτυχία τα φωσφορικά άλατα από τα απορρυπαντικά, μειώνοντας το πρόβλημα της ρύπανσης και του ευτροφισμού των θαλασσών. Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες και όχι μόνο, τα έχει ήδη αντικαταστήσει σε όλων των ειδών τα απορρυπαντικά.

Με την προσθήκη του στο πλύσιμο -σε κατάλληλη μορφή- μπορεί να μειώσει την ποσότητα του απορρυπαντικού έως και 70% και να εξαλείψει την ανάγκη μαλακτικού. Αυξάνει τη διάρκεια ζωής των υφασμάτων και μειώνει τις πιθανές αλλεργίες που προκαλούν οι χημικές ουσίες των απορρυπαντικών.

Η προσθήκη ζεόλιθου σε λίμνες αλλά και σε άλλους υδάτινους όγκους μπορεί να εμπλουτίσει το νερό σε οξυγόνο και μειώνει το φαινόμενο του ευτροφισμού. Παράλληλα, βοηθάει στην ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό πολλών υδρόβιων οργανισμών.

Τελειώνοντας, το αυτονόητο ερώτημα που γεννιέται στον καθένα μας, είναι πώς ένα τέτοιο φυσικό υλικό με τόσες ιδιότητες, που υπάρχει σε επάρκεια στη χώρα μας, χρησιμοποιείται ελάχιστα, σε αντίθεση με τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Η δικαιολογία του μεγαλύτερου κόστους δεν μπορεί να καλύψει την επιβάρυνση τόσο του περιβάλλοντος όσο και της ανθρώπινης υγείας. Μάλλον αυτό που λείπει είναι η βούληση και η παρέμβαση από την πλευρά της πολιτείας.

Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

1.2 ΑΓΓΟΥΡΙΑ

➤ ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ

Ονομάζεται *Cucumis sativus* και ανήκει στην οικογένεια *Cucurbitaceae*. Είναι φυτό πολυετές βοτανικά αλλά το καλλιεργούμε σαν ετήσιο, και ανήκει στα φυτά θερμής εποχής. Είναι φυτό ποώδες, έρπον ή αναρριχώμενο, με κληματίδες που φέρουν έλικες για την στήριξη του. Τα φύλλα του είναι απλά με λοβούς γωνιώδους απολήξεως. Από άποψη αναπαραγωγικών οργάνων, το φυτό είναι μόνικο και δίκλινες, στο ίδιο φυτό δηλαδή υπάρχουν άνθη μόνο αρσενικά και άνθη μόνο θηλυκά, που βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις στις μασχάλες των φύλλων. Τα άνθη διακρίνονται εύκολα γιατί τα θηλυκά βρίσκονται πάνω στον υποτυπώδη καρπό που είναι η αγωνιμοποίητη ωοθήκη και έχουν χονδρό μίσχο, ενώ στα αρσενικά ο μίσχος είναι λεπτός και μακρύς (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Αναπτύσσεται σε πολλούς τύπους εδαφών. Για πρώιμη όμως παραγωγή το φυτό προτιμά έδαφος αμμοπηλώδες, γόνιμο, καλά στραγγιζόμενο, πλούσιο σε οργανική ουσία, με pH μεταξύ 5.5 και 7.0. Επίσης είναι ευαίσθητο στην παρουσία υψηλής συγκέντρωσης αλάτων στο εδαφικό διάλυμα. Η αγγουριά είναι φυτό θερμοαπαιτητικό και ζημιώνεται εύκολα από χαμηλές θερμοκρασίες (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΥΤΕΥΣΗ

Πολλαπλασιάζεται με σπόρους οι οποίοι φυτεύονται σε βάθος 1.5-2.0cm, σε ατομικά γλαστράκια κ.τ.λ. σε μείγμα που διατηρείται για μερικές μέρες (μέχρι να φυτρώσουν) σε θερμοκρασία 25-30°C. Η εποχή σποράς και μεταφύτευσης εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες, τον τρόπο καλλιέργειας και τον προορισμό της καλλιέργειας (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Πριν τη μεταφύτευση γίνεται η συνηθισμένη προετοιμασία του εδάφους, δηλαδή διαμόρφωση εδάφους, εγκατάσταση δικτύου, ενσωμάτωση λιπασμάτων (κυρίως P και K) και εδαφοβελτιωτικών ((βασισμένη σε ανάλυση εδάφους και προηγούμενες εμπειρίες) (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΛΙΠΑΝΣΗ

Είναι φυτό που αναπτύσσεται γρήγορα και γι' αυτό χρειάζεται μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και νερού για να διατηρηθεί σε κανονικά επίπεδα ο ρυθμός ανάπτυξής του. Η βασική λίπανση γίνεται πριν τη μεταφύτευση κυρίως με P, K και Mg και όταν υπάρχει ζωική κοπριά με προσθήκη 3-4tn / στρέμμα . Η επιφανειακή λίπανση γίνεται κυρίως με N και K(150 ppm N και 100 ppm K που παρέχονται σε μορφή KNO_3 και NH_4NO_3), που διοχετεύονται στο σύστημα αρδύσεως. Οι ποσότητες των λιπασμάτων εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως ο καιρός, η ποιότητα του νερού κ.τ.λ.(Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΕ ΤΕΧΝΗΤΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Μπορεί να καλλιεργηθεί και σε αδρανή υποστρώματα που χρησιμεύουν κυρίως για την ανάπτυξη του ριζικού τους συστήματος και τη στήριξή τους .Η καλλιέργεια αυτή είναι κατά βάση υδροπονική . Η αγγουριά μπορεί να καλλιεργηθεί σε μπάλες άχυρου. Η καλλιέργεια αυτή αρχίζει περίπου ένα μήνα πριν την φύτευση, με κατάβρεγμα της μπάλας με νερό που περιέχει διαλυμένη κάποια μορφή N(π.χ. ουρία)και διατήρηση της υγρασίας της μπάλας. Το άχυρο έτσι αποσυντίθεται, η θερμοκρασία της μπάλας ανεβαίνει σε αρκετά υψηλά επίπεδα και στην συνέχεια κατεβαίνει σιγά-σιγά. Όταν κατεβεί σε κανονικά επίπεδα, μπορεί να γίνει η φύτευση των φυταρίων και στην συνέχεια η καλλιέργεια γίνεται υδροπονικά (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΣΤΗΡΙΞΗ-ΚΛΑΔΕΜΑ

Υπάρχουν πολλά συστήματα κλαδέματος και η εφαρμογή του ενός ή του άλλου είδους εξαρτάται από το πότε θέλουμε να πάρουμε τον κύριο όγκο της παραγωγής, από το κλίμα και από τις συνθήκες της περιοχής. Φαίνεται πως το μονοστέλεχο σύστημα δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα για της δικές μας συνθήκες γιατί η παραγωγή είναι βελτιωμένη και η καταπολέμηση των ασθενειών πιο εύκολη. Η στήριξη των φυτών γίνεται με δέσιμο ενός σπάγκου σε ένα οριζόντιο σύρμα 2 μέτρα πάνω από κάθε φυτό και τύλιγμα του βλαστού γύρω από τον σπάγκο

Ένας τρόπος εφαρμογής του μονοστέλεχου συστήματος είναι ο εξής: Μέχρι το ύψος των 60-70cm αφαιρούμε όλους τους πλάγιους βλαστούς και τα άνθη. Μετά κλαδεύουμε όλους τους πλάγιους στα δύο φύλλα μέχρι να φτάσει η κορυφή στο οριζόντιο σύρμα . Τότε κορυφολογούμε τον βλαστό και επιτρέπουμε την έκπτυξη δύο κληματίδων που αναπτύσσονται προς τα κάτω. Έπειτα κορυφολογούμε τους πλάγιους αυτών των δύο κληματίδων στο ένα φύλλο και κρατάμε όλους τους καρπούς. Στις εργασίες κλαδέματος περιλαμβάνεται και αίρεση ελίκων που μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα αν τυλιχτούν γύρω από τους αναπτυσσόμενους καρπούς, καθώς και η αφαίρεση των πλάγιων και γηρασμένων φύλλων (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΕΧΘΡΟΙ-ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ - ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

Οι κυριότεροι ζωικοί εχθροί της αγγουριάς είναι: Τετράνυχος, Αφίδες, Βρωμούσα, Άλτης των κολοκυνθοειδών και Νηματώδεις.

Οι κυριότερες ασθένειες είναι: Βοτρύτης, Ωίδιο, Ψευδοπερονόσπορος, Αλτερνάρια και Μωσαϊκό N₀ 1 και 2.

➤ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

1. Τοπική διόγκωση του καρπού .
2. Εντονη κύρτωση του καρπού.
3. Πίκριση του καρπού (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ

Για να πετύχουμε κάποια αντοχή σε αρρώστιες του εδάφους, πρωίμιση της παραγωγής και αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες, μπορούμε να εμβολιάσουμε την ποικιλία που θέλουμε πάνω σε κάποιο ανθεκτικό υποκείμενο, συνήθως το *Cucurbita vicifolia*. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να θυμόμαστε πως το υποκείμενο φυτεύεται 4-5 μέρες πριν το εμβόλιο και πώς μετά τον εμβολιασμό είναι απαραίτητη η υψηλή σχετική υγρασία για μερικές μέρες για να δέση καλά η τομή (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ- ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Η συγκομιδή αρχίζει περίπου δύο μήνες μετά την μεταφύτευση (2.5-5 μήνες από την σπορά), και γίνεται με το χέρι κάθε μία-δύο μέρες ανάλογα με τις συνθήκες. Η παραγωγή είναι γύρω στους 10-12 tn/στρέμμα .Οι καρποί συλλέγονται, τοποθετούνται σε πλαστικά κιβώτια και μεταφέρονται στο συσκευαστήριο στην πόλη προσεκτικά να μη τραυματισθούν. Διατηρούνται άριστα σε θερμοκρασία 10-11⁰ C και με σχετική υγρασία 90% για 10-15 μέρες. (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).

➤ **ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ-ΥΒΡΙΔΙΑ**

Για αγγουράκια νωπής κατανάλωσης καλλιεργούμε συνήθως τις παρακάτω ποικιλίες ή υβρίδια: Καλυβιώτικα, Τήνου, Φιλιατρών, Κνωσού, Femina, Bambina, Sandra, Valore, Pepines και Diana (Πεδιαδιτάκης Γ. 2002).



Φωτογραφία 1.2. Οι ομάδες των φυτών των αγγουριάς

1.3 ΤΟΜΑΤΑ

➤ ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ

Ονομάζεται *Lycopersicon esculentum* και ανήκει στην οικογένεια Solanaceae. Είναι φυτό ετήσιο αν και μπορεί να ζήσει πολλά χρόνια. Ανήκει όπως το αγγούρι, στα φυτά θερμής εποχής. Είναι ποώδες αναρριχώμενο, χωρίς έλικες. Υπάρχουν ποικιλίες αυτοκορυφολογούμενες και μη αυτοκορυφολογούμενες. Οι πρώτες εκτός από τις ταξιανθίες που σχηματίζουν, κάποια στιγμή μετατρέπουν τον κορυφαίο βλαστικό τους οφθαλμό σε αναπαραγωγικό, παράγουν δηλαδή μία κορυφαία ταξιανθία. Τέτοιου είδους φυτά προορίζονται για βιομηχανική χρήση. Οι μη αυτοκορυφολογούμενες ποικιλίες διατηρούν βλαστικό τον κορυφαίο οφθαλμό τους, παράγοντας ταξιανθίες κατά μήκος του βλαστού τους που αποκτά αρκετό μήκος. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται εντός και εκτός θερμοκηπίου ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Τα φύλλα είναι σύνθετα, φέρουν αδενοφόρες τρίχες και εκκρίνουν μία δύσοσμη ουσία. Το ριζικό σύστημα είναι βαθύ και πλούσιο. Τα άνθη εκφύονται σε ταξιανθίες, είναι τέλεια, αυτογονιμοποιούμενα & ανεμόφιλα. Στο θερμοκήπιο όμως που δεν υπάρχει άνεμος η γονιμοποίηση γίνεται με μηχανικό δονητή. Ο καρπός της ονομάζεται ράγα (Πεδιαδιτάκης Γ. 1999).

➤ ΕΛΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Αναπτύσσεται σε έδαφος αμμοπηλώδες η το πολύ πηλοαμμώδες, το οποίο πρέπει να στραγγίζει καλά, να είναι πλούσιο σε οργανική ουσία και να έχει ΡΗ μεταξύ 6&6,5. Η σχετική υγρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 65&75%. Δεν πρέπει να αφεθεί κάτω από 60% γιατί θα έχουμε πρόβλημα ανθόρροιας και καρπόρροιας ούτε να ανέβει πάνω από 80% γιατί ευνοείται η ανάπτυξη ασθενειών και επίσης δημιουργούνται προβλήματα γονιμοποίησης. Ως προς τον φωτισμό η τομάτα χρειάζεται μεγάλη ένταση φωτός (Πεδιαδιτάκης Γ. 1999).

➤ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΥΤΕΙΑΣ

Πολλαπλασιάζεται με σπόρους υβριδίων που παράγονται από εξειδικευμένους σποροπαραγωγικούς οίκους. Η σπορά γίνεται σε ατομικά γλαστράκια σε βάθος 0,5-1 cm. Τα γλαστράκια παραμένουν στο σπορείο για 8-10 εβδομάδες, μέχρι να γίνει η μεταφύτευση, που γίνεται όταν τα φυτά φτάσουν σε ύψος 12-25 cm η όταν έχει σχηματισθεί η πρώτη ταξιανθία. Μία εβδομάδα πριν από την μεταφύτευση τα φυτά σκληραγωγούνται με ελεγχόμενη πτώση της θερμοκρασίας και περιορισμό της παροχής νερού (Πεδιαδιτάκης Γ. 1999).

➤ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Πριν την φύτευση γίνεται η βασική λίπανση με P & ένα μέρος του K. Η επιφανειακή λίπανση ξεκινά από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού. Αρχικά και για πολύ λίγο χρονικό διάστημα, το φυτάριο τρέφεται από τις κοτυληδόνες, στη συνέχεια από το μείγμα που υπάρχει στο κυπελλάκι η οποία θα συνεχιστεί σε όλη τη διάρκεια της ζωής του φυτού. Γενικά η επιφανειακή λίπανση γίνεται με N και K. Το χειμώνα απαιτείται πολύ K για να αποφύγουμε την υδαρή και αδύνατη ανάπτυξη του φυτού, ενώ το καλοκαίρι δίνουμε πιο πολύ N. Στην εφαρμογή του K χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί η έλλειψη του προκαλεί περιφερειακή λεύκανση των φύλλων, ενώ η περίσσεια του δημιουργεί βραχυγονάτωση & σε έντονες καταστάσεις κάψιμο των φύλλων.

Ένα άλλο είδος λίπανσης είναι η εφαρμογή με CO₂. Μπορεί να αυξήσει την παραγωγή πάνω από 75%. Ο εμπλουτισμός του CO₂ γίνεται α) με καύση σε ειδικούς καυστήρες β) με χρησιμοποίηση υγροποιημένου και πολύ καθαρού CO₂ από ειδικές φιάλες και τέλος γ) με εξάχνωση ξηρού πάγου. Δεν πρέπει να ανέβει σε πολύ υψηλά επίπεδα το CO₂ γιατί θα προκαλέσει κλείσιμο των στομάτων & αναστολή της αύξησης των φυτών.

Σχετικά με την άρδευση πρέπει ο παραγωγός να μην αφήσει τα φυτά να διψάσουν γιατί θα προκαλέσει επίσης κλείσιμο των στομάτων και αναστολή της ανάπτυξης. Δεν θα πρέπει όμως και να τα ποτίζει πολύ συχνά γιατί θα προκαλέσει υδαρή ανάπτυξη, απώλεια θρεπτικών στοιχείων με απόπλυση στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα και αν το έδαφος είναι κάπως βαρύ, κίνδυνο ασφυξίας των ριζών.

Η στήριξη των φυτών γίνεται με δέσιμο του σπάγκου στο οριζόντιο σύρμα. Το κλάδευμα συνίσταται στην αφαίρεση των πλάγιων βλαστών, των άρρωστων και γηρασμένων φύλλων. Μερικές φορές όταν υπάρχει πρόβλημα ανεπαρκούς αερισμού και φωτισμού μπορεί να χρειαστεί να αφαιρέσουμε και μερικά υγιή φύλλα.

Επειδή η τομάτα είναι ευπαθής σε πολλούς εχθρούς καταφεύγουμε στον εμβολιασμό, πάνω σε υποκείμενο ανθεκτικό στις ασθένειες (Πεδιαδιτάκης Γ. 1999).

➤ ΕΧΘΡΟΙ - ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ - ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

Οι κυριότεροι ζωικοί εχθροί είναι: Τετράνυχος, Νηματώδεις, Αφίδες, Αλευρώδεις, Κερατοσκώληκες, Κρεμμυδοφάγοι, και Σιδηροσκώληκες.

Οι πιο σοβαρές ασθένειες είναι: Τήξεις των σπορείων (Πύθιο, Ριζοκτόνια), Περονόσπορος, Αλτερνάρια, και Φουζάριο.

Επίσης οι ιολογικές ασθένειες Μωσαϊκή του καπνού και Μωσαϊκή του αγγουριού.

Οι σοβαρότερες φυσιολογικές ανωμαλίες είναι: α)Σήψη της άκρης του καρπού β)Σχίσμο του καρπού ακτινωτά γ)Ηλιόκαμα του καρπού δ)Επιφανειακή νέκρωση του καρπού και ε) κούφιοι καρποί (Πεδιαδιτάκης Γ. 1999).

➤ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ – ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Τρεις με τέσσερις μήνες από την σπορά μπορεί να αρχίσει η συγκομιδή και να συνεχιστεί για 3-5 μήνες. Ο καρπός συγκομίζεται όταν έχει φτάσει στο τελικό του μέγεθος, το χρώμα του εξωτερικά να είναι πρασινοκίτρινο ή πρασινόλευκο, και εσωτερικά η σάρκα να είναι πρασινοκίτρινη και να αρχίζει να ροδίζει σε μερικά σημεία.

Διατηρούνται σε θερμοκρασία που εξαρτάται από το στάδιο συγκομιδής και τον τόπο προορισμού, ποτέ όμως δεν πρέπει να βρεθούν σε θερμοκρασία κάτω από 10⁰ C (Πεδιαδιτάκης Γ. 1999).

➤ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ

Καλλιεργούνται συνήθως οι :Angella, Domdo, Dombito, Sonato, Money, Maker, Marmande(T-82) Early Pack, GC-204, Carmello, Caruso, Vermouda και Boa (Πεδιαδιτάκης Γ. 1999).



Φωτογραφία 1.3 : Οι ομάδες των φυτών της τομάτας .

1.4 ΠΙΠΕΡΙΑ

➤ ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ

Ονομάζεται *Capsicum annuum* της οικογένειας Solanaceae. Τρώμε τον άγουρο καρπό (μερικές φορές τον ώριμο). Είναι πολυετές αλλά καλλιεργείται σαν ετήσιο. Είναι θερμής εποχής φυτό και οι καρποί του μια πλούσια πηγή βιταμινών C, PP, B2 και E. Είναι επίσης τροφή διουρητική και διεργετική. Είναι φυτό θαμνώδες ύψους 60-75cm (μέχρι 1.5m), με φύλλα μάλλον μικρά, απλά, λεία, λογχοειδή, βαθυπράσινα και άνθη λευκά μονήρη ή σε ομάδες (των 2-3), αυτό-, ή σταυρογονιμοποιούμενα από έντομα. Ο καρπός είναι ράγα με πολλά καρπόφυλλα και πολλά σπέρματα, με σαρκώδες μεσοκάρπιο και ενδοκάρπιο, χρώματος πράσινου, κιτρινοπράσινου ή κόκκινου όταν είναι ανώριμος, που γίνεται κόκκινο ή κίτρινο αντίστοιχα όταν είναι ώριμος. Το σχήμα του μπορεί να είναι το επίμηκες-κωνικό έως σφαιρικό, και το μήκος από 2 έως 30cm. Το

κόκκινο χρώμα είναι μείγμα λυκοπίνης, ξανθοφύλλης και καροτίνης, ενώ το κίτρινο, μόνο καροτίνης. Η καυτερή γεύση οφείλεται στην καψικίνη, που όταν ωριμάσουν οι καρποί εντοπίζεται κυρίως στα σπέρματα. Τα σπέρματα είναι μικρά, δισκοειδή με μια μικρή μύτη και χρώμα λευκοκίτρινο. Το ριζικό σύστημα είναι πλούσιο. Χαρακτηριστικό του φυτού αυτού είναι πως οι βλαστοί του διακλαδίζονται μετά από ορισμένη ανάπτυξη και στην διακλάδωση παράγουν τα άνθη των οποίων ο μίσχος κάμπτεται προς τα κάτω, ώστε όταν απελευθερωθεί η γύρη από τους ανθήρες, πέφτει στο στίγμα που βρίσκεται έτσι πιο χαμηλά.

➤ ΕΛΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η πιπεριά ευδοκίμει σε πολλών τύπων εδάφη, προτιμάται όμως για θερμοκηπιακή παραγωγή έδαφος αμμοπηλώδες, πλούσιο σε οργανική ουσία, καλά στραγγιζόμενο, με $\text{PH}=5.5-6.8$. Οι απαιτήσεις σε θερμοκρασίες είναι όπως περίπου της τομάτας και μελιτζάνας, αντέχει όμως λίγο παραπάνω απ' αυτά στις χαμηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία. Οι σπόροι βλαστάνουν άριστα σε θερμοκρασία $25-30^{\circ}\text{C}$, μετά όμως η θερμοκρασία πρέπει να πέσει στους 25°C τη μέρα και $16-18$ την νύχτα. Η άριστη θερμοκρασία καλλιέργειας είναι $22-24^{\circ}\text{C}$ την ημέρα και $18-20^{\circ}\text{C}$ τη νύχτα. Γενικά θεωρείται καλό να υπάρχει μια διαφορά $5-7^{\circ}\text{C}$ μεταξύ μέρας και νύχτας. Θερμοκρασίες πάνω από 24 ή κάτω από 16°C δυσκολεύουν το δέσιμο καρπών. Επίσης πρέπει να γίνεται εξαερισμός όταν η θερμοκρασία τείνει να ανεβεί πάνω από 27°C . Πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά την καρπόδεση προκαλούν παραγωγή λίγων, ολιγόσπερων, κακοσχηματισμένων, και μικρών καρπών. Τέλος όσο αφορά στον φωτισμό, ενώ το φυτό χρειάζεται αρκετό φως για κανονική παραγωγή, τα φύλλα του χάνουν το βαθύ πράσινο χρώμα τους, γίνονται πιο στενά και οι καρποί κινδυνεύουν από εγκαύματα όταν η ηλιακή ακτινοβολία είναι άμεση και έντονη.

➤ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η πιπεριά πολλαπλασιάζεται με σπόρο που σπέρνεται στο θερμοκήπιο 6-8 εβδομάδες πριν τη μεταφύτευση. Ο σπόρος σπέρνεται σε γλαστράκια ή σε σπορεία σε βάθος 5-10mm και όταν φυτρώσει και το φυτάριο ανάπτυξη 3 φύλλα, μπορούμε να χαμηλώσουμε τη θερμοκρασία για 4 εβδομάδες στους $12-13^{\circ}\text{C}$. Αυτή η μεταχείριση προκαλεί επιβράδυνση της βλάστησης, αλλά πλουσιότερο ριζικό σύστημα και παραγωγή περισσότερων βλαστών, ανθέων και καρπών, και προωμίζει την παραγωγή. Μετά το διάστημα αυτό, η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 25°C τη μέρα και $20-21^{\circ}\text{C}$ τη νύχτα, και σχ. υγρασία διατηρείται στο 75-80%. Στο στάδιο αυτό, ωφελείται περισσότερο από την τομάτα από συμπληρωματικό φωτισμό. Σε 6-8 εβδομάδες που τα φυτά έχουν αποκτήσει 6-8 φύλλα, μεταφυτεύονται στο θερμοκήπιο σε αποστάσεις 50 X 80 -100cm σε απλές γραμμές ή 30-50 X 40-50 X 90-100cm σε διπλές γραμμές.

➤ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

.....Αρχικά γίνονται οι συνηθισμένες προετοιμασίες του εδάφους και γενικά του θερμοκηπίου. Στη βασική λίπανση δίδεται όλος ο P και ένα μέρος του N και K χρησιμοποιώντας συνήθως KNO₃ και NH₄NO₃. Η συνηθισμένη λίπανση αποτελείται από 170 ppm N και 335 ppm K που μπορεί να αλλάξει ανάλογα με τις συνθήκες. Η άρδευση είναι συχνή και συνήθως συνδυασμένη με υδρολίπανση. Ιδιαίτερα όταν τα φυτά ανθοφορούν και καρποφορούν δεν πρέπει να διψάσουν. Γενικά συνίστανται να ποτίζονται συχνά και με μικρές ποσότητες νερού.

Η στήριξη των φυτών γίνεται με δέσιμο του σπάγκου στο οριζόντιο σύρμα. Για το κλάδεμα συνήθως χρησιμοποιούμε ένα από τα παρακάτω δύο συστήματα :

α) Κρατάμε 1-4 βλαστούς, δηλαδή αφαιρούμε όλους τους υπόλοιπους καθώς και όσους είναι κάτω από την πρώτη διακλάδωση (περίπου μέχρι το ύψος 40cm) , και τους δένουμε στο οριζόντιο σύρμα , με χωριστό σπάγγο τον καθένα ένα.

β) Η στήριξη γίνεται με δίχτυ που το συγκρατούν πάσσαλοι σε ύψος 50-60cm και κρατάμε όλους τους βλαστούς που θα περάσουν πάνω από το δίχτυ. Αν οι βλαστοί αποκτήσουν μεγάλο ύψος , μπορούμε να απλώσουμε και άλλο δίχτυ πάνω από το πρώτο.

➤ ΕΧΘΡΟΙ - ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ - ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

Οι κυριότεροι ζωικοί εχθροί είναι: Ανθονόμος, Σκουλήκι της πιπεριάς, Αφίδες, Αλευρώδης, Τετράνυχος, Θρίπες, Νηματώδεις. Κυριότερες ασθένειες είναι : Τήξεις σπορείων, Αδρομυκώσεις, Σηψηρριζίες, Βοτρύτης, Σκληροτίνια, Ωίδιο, Ανθράκωση, και Σήψη των Ωριμων Καρπών. Επίσης, Μωσαική της αγγουριάς, Μωσαϊκή του καπνού, και Καρούλιασμα των φύλλων. Φυσιολογικές ανωμαλίες : α) Ηλιόκαμμα που προκαλείται από έντονο και άμεσο ηλιακό φως β) Σχίσσιμο του καρπού που οφείλεται σε διαταραχές θρέψης και ακατάστατο πότισμα και γ) Σήψη της κορυφής του καρπού που οφείλεται σε ξηρασία.

➤ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ – ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

...Η συγκομιδή αρχίζει 2-3 μήνες μετά την μεταφύτευση, όταν οι καρποί αποκτήσουν το μέγιστο μέγεθος τους , αλλά πριν πάψουν να είναι τρυφεροί και πριν αρχίσουν να κοκκινίζουν ή να κιτρινίζουν, πριν δηλαδή αρχίσουν να αποκτούν το χρώμα του ώριμου καρπού. Γίνεται με το χέρι , σταδιακά , και με προσοχή να μην τραυματισθούν μια και τους κόβουμε μαζί με τμήμα του ποδίσκου. Η απόδοση είναι συνήθως 1-2 tn/στρέμμα από χωράφι, και 4-5 tn/στρέμμα από θερμοκήπιο. Μετά τη συλλογή τους οι καρποί διαλογίζονται κατά ποικιλία, ποιότητα και μέγεθος, συσκευάζονται σε τελάρα ή σε σάκους ανάλογα με τον προορισμό τους, και αποθηκεύονται σε

θερμοκρασία 10°C, και Σχετική Υγρασία 90%. Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες, διατηρούνται μόνο για 2-3 εβδομάδες.

➤ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ

Καλλιεργούνται συνήθως οι ποικιλίες Τσούσκα, Τοματοπιπεριά, California Wonder, Yolo Wonder, Bruyo, και Cleopatra, υπάρχουν όμως πολλές και συνεχώς δημιουργούνται νέες.



Φωτογραφία : 1.3 Οι ομάδες των φυτών της πιπεριάς.

1.5. ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

- **Τα χαρακτηριστικά της περιοχής**

Τα χαρακτηριστικά της περιοχής έχουν τον κύριο λόγο για την επιλογή της περιοχής, για άρδευση φυτών και ιδιαίτερα για καλλιέργεια οπωροκηπευτικών. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά είναι τα εξής :

1. Η τοπογραφία της περιοχής
2. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους
3. Οι γεωλογικές συνθήκες της περιοχής
4. Το κλίμα της περιοχής (Στάμου, 1995).

- **Η τοπογραφία της περιοχής**

Οι τοπογραφικές παράμετροι είναι πολύ σημαντικές στην επιλογή άρδευσης, είναι κυρίως η κλίση του εδάφους και το ανάγλυφο της περιοχής. Οι επιφάνειες με μεγάλη κλίση αποτελούν πρόβλημα, κατά κύριο λόγο αυξάνουν την απορροή με αποτέλεσμα το έδαφος να γίνεται κορεσμένο και να δημιουργούνται ασταθής εδαφικές συνθήκες. Άρα για να είναι εύκολη η εφαρμογή ενός σωστού προγράμματος συντηρήσεως, η μεταβολή των κλίσεων δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν το 25%. Οι απότομες κλίσεις επίσης ευνοούν την διάβρωση του εδάφους με αποτέλεσμα να προκαλούν μεγάλες δυσκολίες στην καλλιέργεια και καθιστούν αντοικονομική την άρδευση. Οι μέγιστες επιτρεπτές κλίσεις είναι 1-2% (Στάμου, 1995).

- **Τα χαρακτηριστικά του εδάφους**

Το έδαφος είναι σπουδαίος και αποφασιστικός παράγοντας εγκατάστασης, ανάπτυξης και διαβίωσης ενός φυτού διότι με τις φυσικές και χημικές του ιδιότητες επηρεάζει άμεσα αλλά και προσδιορίζει τον βιολογικό του κύκλο. Τα πιο σημαντικά φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους είναι η μηχανική του σύσταση, το πορώδες και η δομή του (Στάμου, 1995).

- **Επίδραση στα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους**

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους συσχετίζονται με την μηχανική του σύσταση και μπορούμε να πούμε ότι είναι το πορώδες η δομή και οι υδατικές ιδιότητες του (Μανιός, Β.Ι, 1999).

Όπως είναι γνωστό πορώδες ενός εδάφους λέμε το ποσοστό της % του όγκου του το οποίο, στη φυσική του κατάσταση καταλαμβάνεται από τους πόρους που σχηματίζονται μεταξύ των στερεών συστατικών του. Είναι ακόμη γνωστό ότι μεγάλη πρακτική σημασία για την ανάπτυξη των φυτών έχει όχι τόσο το συνολικό πορώδες του εδάφους όσο η κατανομή του μεγέθους των πόρων (Μανιός, Β.Ι, 1999).

Οι μακροπόροι επιτρέπουν την κίνηση του νερού και του αέρα περισσότερο από τους μικροπόρους οι οποίοι παρεμβάλουν εμπόδια. Δομή ενός εδάφους λέμε, όπως είναι γνωστό, την κατανομή των συσσωματωμάτων του από πλευράς μεγέθους. Είναι επομένως φανερό ότι η κατανομή των πόρων που αναφέρθηκε στο πορώδες είναι άμεσος συνάρτησης και της δομής του εδάφους (Μανιός, Β.Ι, 1999).

Εάν τώρα παράλληλα με τα πιο πάνω στοιχεία λάβουμε υπόψη μας ότι η οργανική ουσία ή το οργανικό κολλοειδές κλάσμα του εδάφους διαδραματίζει σπουδαιότερο ρόλο στην συσσωμάτωση των κόκκων του εδάφους, είναι εύκολο να γίνει αντιληπτή η επίδραση της οργανικής ουσίας πάνω στην βελτίωση του πορώδους και της δομής του εδάφους, και επομένως στην αύξηση του διαθέσιμου χώρου μέσα στο έδαφος για την κυκλοφορία του νερού και του αέρα (Μανιός, Β.Ι, 1999).

Πέραν όμως από την ιδιότητα της οργανικής ουσίας να ενεργεί σαν συνδετικός ή κολλητικός παράγων των εδαφικών κόκκων με την παρουσία της στο έδαφος και την συμβολή της στην ανάπτυξη της μικροχλωρίδας συμβάλλει και έμμεσα στη συσσωμάτωση και τη δημιουργία επιθυμητής δομής δεδομένου ότι οι μικροοργανισμοί ευνοούν τη συσσωμάτωση των εδαφικών κόκκων.

Ο όρος υδατικές ιδιότητες του εδάφους περιλαμβάνει όλες τις σχέσεις του νερού με το συγκεκριμένο έδαφος και τη συμπεριφορά του νερού μέσα σ' αυτό. Είναι γνωστό πως το νερό το οποίο συγκρατείται μέσα σ' ένα έδαφος, μετά τον κορεσμό του και την στράγγισή του μόνο με τη βοήθεια της βαρύτητας, συγκρατείται με διαφορετικές δυνάμεις μέσα στους διαφόρου μεγέθους πόρους του. Έτσι αν σ' ένα κορεσμένο έδαφος εφαρμόσουμε διαδοχικά διαφορετικές πιέσεις ή μζήσεις θα έχουμε διαδοχική ελευθέρωση νερού αδειάζοντας διαδοχικά οι πόροι κατά σειρά από τους μεγαλύτερους προς τους μικρότερους (Μανιός, Β.Ι, 1999).

Όσο προχωρούμε προς το άδειασμα μικρότερων πόρων τόσο και περισσότερο η πίεση ή η μζήση που πρέπει να εφαρμόσουμε γίνεται μεγαλύτερη κι έτσι φθάνουμε στις 15 ατμόσφαιρες περίπου (σημείο μαράνσεως) όπου από εκεί και πέρα το νερό που περιέχεται στο έδαφος είναι άχρηστο για το φυτό γιατί δεν μπορεί να το παραλάβει (Μανιός, Β.Ι, 1999).

Με την διαδικασία αυτή της εφαρμογής διαδοχικών πιέσεων ή μζήσεων στο κορεσμένο δείγμα εδάφους ή άλλου υλικού είναι δυνατή η συσχέτιση της περιεχόμενης ποσότητας νερού προς της δυνάμεις που το συγκρατούν κι ακόμη προς την κατανομή του μεγέθους των πόρων του. Η καμπύλη αυτή που προκύπτει από το συσχετισμό αυτό είναι γνωστή σαν "χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας". Αφού δε, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, η οργανική ουσία βελτιώνει τη δομή και το πορώδες του εδάφους, φυσικό είναι να βελτιώνει και τη χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας. Η βελτίωση δε πάνω στη

χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας συνίσταται στο ότι αυξάνει την ποσότητα του νερού που το έδαφος μπορεί να συγκρατήσει στον κορεσμό και στην υδατοχωρητικότητα του και ταυτόχρονα με την βελτίωση της κατανομής του μεγέθους των πόρων του. Έτσι το φυτό έχει στην διάθεσή του περισσότερο νερό που δεν συγκρατείται με εξαιρετικά μεγάλες δυνάμεις. Χαρακτηριστικές είναι οι ακραίες περιπτώσεις της χοντλής άμμου και του αργιλώδους εδάφους ως προς την ποσότητα του νερού που συγκρατούν και με τις δυνάμεις που το συγκρατούν. Η χοντρή άμμος συγκρατεί λίγο νερό και με πολύ μικρές δυνάμεις (μεγάλοι πόροι), ενώ το αργιλώδες έδαφος συγκρατεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού αλλά με μεγάλες δυνάμεις (μικροί πόροι) που δύσκολα ελευθερώνονται (Μανιός, Β.Ι, 1999).

- **Επίδραση στα χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους**

Η οργανική ουσία του εδάφους επηρεάζει ποικιλότροπα τα χημικά χαρακτηριστικά του και το κάνει καλύτερο περιβάλλον για την ανάπτυξη των φυτών. Οι χημικές ιδιότητες που υφίστανται την ευνοϊκή επίδραση της οργανικής ουσίας είναι κυρίως του ΡΗ, η κατιονική εναλλακτική ικανότητα, η συγκέντρωση και αφομοιωσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και οι μεταβολές του αζώτου στο έδαφος (αμμωνιοποίηση-νιτροποίηση) (Μανιός, Β.Ι, 1999).

Η επίδραση της οργανικής ουσίας πάνω στο ΡΗ του εδάφους συνίσταται στην αύξηση της οξύτητας (πτώση του ΡΗ) εξαιτίας των διαφόρων οργανικών και ανόργανων οξέων που παράγονται κατά τη διάρκεια της βιολογικής αποδομήσεως των οργανικών υλικών, αλλά και της νιτροποίησης του ελευθερούμενου σταδιακά μετά την αποδόμηση αμμωνιακού αζώτου. Η επίδραση αυτής της οργανικής ουσίας έχει ιδιαίτερη σημασία για τις λαχανοκομικές καλλιέργειες για τις οποίες συνήθως το άριστο ΡΗ κυμαίνεται μεταξύ 6 και 7. δεδομένου ότι τα εδάφη μας είναι στο μεγαλύτερό τους ποσοστό αλκαλικά, η προσθήκη οργανικών υλικών στα εδάφη των λαχανόκηπων έχει ιδιαίτερη βαρύτητα ως προς αυτό το σημείο (Μανιός, Β.Ι, 1999).

Η θετική επίδραση της οργανικής ουσίας πάνω στην κατιονική εναλλακτική ικανότητα του εδάφους είναι αυτονόητη δεδομένου ότι ο χούμος έχει τη μεγαλύτερη εναλλακτική ικανότητα απ' όλα τα οργανικά και ανόργανα υλικά όπως φαίνονται παρακάτω (πίνακα 1.5.2.2).

• Εφοδιασμός των φυτών με θρεπτικά συστατικά

Οι τροφές που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο και τα ζώα, είναι γενικά ουσίες που δίνουν ενέργεια, όπως οι υδατάνθρακες και τα λίπη, καθώς επίσης και ουσίες που οικοδομούν το σώμα, όπως οι πρωτεΐνες και οι βιταμίνες. Με τον όρο τροφές για τα φυτά, εννοούμε τα 16 χημικά στοιχεία, που απαιτούνται για την ανάπτυξή τους. Καθένα από τα 16 αυτά στοιχεία είναι τόσο απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, όσο και όλα τα άλλα. Και αυτό γιατί κάθε στοιχείο είναι υπεύθυνο για διαφορετική λειτουργία μέσα στο φυτό και για κανονική ανάπτυξη του φυτού απαιτούνται διάφορες ποσότητες (Τσιτσιάς, 1997).

Μετά από την απλή αντίδραση της παραγωγής των σακχάρων με τη φωτοσύνθεση, το φυτό συνεχίζει να παράγει πολλές εκατοντάδες και ίσως χιλιάδες σύνθετες οργανικές ουσίες. Το 94% του ξηρού βάρους του φυτού αποτελείται από άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο, το δε υπόλοιπο 6%, περιέχει τα καλούμενα ανόργανα στοιχεία που είναι επίσης απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Η έλλειψη κάποιου στοιχείου από τα 16 θα σταματούσε την ανάπτυξη των φυτών. Τα 16 αυτά στοιχεία είναι τα παρακάτω:

1. Ο άνθρακας (C), είναι το πιο άφθονο στοιχείο και αποτελεί το 45% του ξηρού βάρους των φυτών.
2. Το υδρογόνο (H), αποτελεί το 6% περίπου του ξηρού βάρους των φυτών.
3. Το οξυγόνο (O), αποτελεί το 43% περίπου του ξηρού βάρους των φυτών.
4. Το άζωτο (N), σχηματίζει περίπου το 1-3% του ξηρού βάρους των φυτών και βρίσκεται σε όλες τις φυτικές πρωτεΐνες και σε μερικές άλλες οργανικές ουσίες.
5. Ο φώσφορος (P), αποτελεί το 0,1-1% του ξηρού βάρους των φυτών, είναι δε συστατικό των πρωτεϊνών και μερικών λιποειδών, καθώς και άλλων συστατικών των φυτών.
6. Το κάλιο (K), αποτελεί το 0,3-6% του ξηρού βάρους των φυτών, αλλά δεν έχουν βρεθεί μέσα στο φυτό σταθερές οργανικές ενώσεις καλίου.
7. Το θείο (S), αποτελεί το 0,05-1,5% του ξηρού βάρους των φυτών, είναι συστατικό των αμινοξέων και πολλών άλλων οργανικών ουσιών, ιδίως εκείνων που δίνουν άρωμα στα φυτά της οικογένειας σταυρανθών.
8. Το ασβέστιο (Ca), αποτελεί το 0,1-4% του ξηρού βάρους των φυτών, βρίσκεται στα οργανικά και ανόργανα άλατα, καθώς και ως συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων.
9. Το μαγνήσιο (Mg), αποτελεί το 0,05-1,5% του ξηρού βάρους των φυτών. Είναι συστατικό της χλωροφύλλης, βρίσκεται σε μερικά λιποειδή και μπορεί να ενεργεί σαν φορέας του φωσφόρου μέσα στο φυτό
10. Ο σίδηρος (Fe), βρίσκεται σε περιεκτικότητα 10 έως 1.000 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
11. Το μαγγάνιο (Mn), σε 5-500 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.

12. Ο ψευδάργυρος (Zn), σε 5-100 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
13. Ο χαλκός (Cu), σε 2-50 p.p.m στο ξηρό βάρος των φυτών.
14. Το βόριο (B), σε 3-60 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
15. Το μολυβδαίνιο (Mo), σε 0,1-10 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
16. Το χλώριο (Cl), βρίσκεται στα φυτά σε πολύ μικρές ποσότητες (Τσιτσιάς, 1997).

Οι ποσότητες των τελευταίων 7 στοιχείων εκφράζονται σε p.p.m. (μέρη στο εκατομμύριο), γιατί οι ποσότητες τους που βρίσκονται μέσα στο φυτό είναι πολύ μικρές. Εν τούτοις, τα στοιχεία αυτά, έχουν ζωτική σημασία για την ανάπτυξη των φυτών, όπως και τα άλλα στοιχεία που βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες (Τσιτσιάς, 1997).

- **Ανάλυση λιπάσματος**

Για την εκτίμηση της αξίας ενός λιπάσματος, μόνο το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο, θεωρούνται χρήσιμα και οι ποσότητές τους δίνονται επί της εκατό.

Το άζωτο εκφράζεται ως N (στοιχείο).

Ο φώσφορος εκφράζεται ως P_2O_5 .

Το κάλιο εκφράζεται ως K_2O .

π.χ. ο τύπος του λιπάσματος 20-20-20 σημαίνει ότι περιέχει 20% N, 20% P_2O_5 και 20% K_2O (Τσιτσιάς, 1997).

- **Εφαρμογή λιπασμάτων**

Για να είναι περισσότερο αποδοτική η χρήση των λιπασμάτων, θα πρέπει να εφαρμόζονται κατά τέτοιο τρόπο και χρόνο, ώστε να βρίσκονται στη διάθεση των ριζών, όταν ακριβώς χρειάζονται από τα φυτά (Τσιτσιάς, 1997).

Τα ανόργανα αζωτούχα λιπάσματα είναι διαλυτά στο νερό, διακινούνται στο έδαφος με την εδαφική υγρασία και συνήθως, αρκεί να διασκορπιστούν στην επιφάνεια του εδάφους και να διαλυθούν μέσα στο έδαφος με τα νερά της βροχής ή των αρδεύσεων. Αυτό όμως δεν είναι αρκετό για όλες τις εφαρμογές λιπασμάτων (Τσιτσιάς, 1997).

Τα φωσφορικά και καλιούχα λιπάσματα δεσμεύονται από το έδαφος και δεν διακινούνται εύκολα μέσα σε αυτό. Γι' αυτό τα λιπάσματα αυτά θα πρέπει να τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους έτσι, ώστε να βρίσκονται στην διάθεση των ριζών όταν η καλλιέργεια θα αρχίσει να αναπτύσσεται. Τα φωσφορικά και καλιούχα λιπάσματα, πρέπει να ενσωματώνονται πάντοτε στο

έδαφος, για να ενεργήσουν γρήγορα, γιατί η επιφανειακή διασπορά τους, συντελεί στο να είναι τα λιπάσματα αυτά αδρανή (Τσιτσιάς, 1997).

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος εφαρμογής των φωσφορικών και καλιούχων λιπασμάτων είναι συνήθως η τοποθέτησή τους κατά τη σπορά, δίπλα στο σπόρο (λίγο κάτω και πλάγια από αυτόν). Ο τρόπος αυτός που τοποθετείται το λίπασμα, δίνει καμιά φορά καλά αποτελέσματα και στην περίπτωση των αζωτούχων λιπασμάτων (Τσιτσιάς, 1997).

Η αξία της τοποθέτησης του λιπάσματος, κατά τον άλφα ή βήτα τρόπο, εξαρτάται πολύ από τον εφοδιασμό του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία. Η τοποθέτηση των λιπασμάτων κοντά στον σπόρο ή στις ρίζες είναι συνήθως ωφέλιμη στα φτωχότερα εδάφη (Τσιτσιάς, 1997).

Επειδή τα αζωτούχα λιπάσματα εκπλύνονται από την επιφάνεια του εδάφους με τις πολλές βροχοπτώσεις, που πέφτουν κυρίως των χειμώνα, ο χρόνος εφαρμογής τους θα πρέπει να υπολογιστεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η καλλιέργεια να έχει στη διάθεσή της άζωτο, όταν το χρειάζεται και να αποφεύγονται οι μεγάλες απώλειες του λιπάσματος με τις εκπλήσεις (Τσιτσιάς, 1997).

- **Λίπανση κηπευτικών**

Τα κηπευτικά παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους, ως προς τις απαιτήσεις τους σε λίπασμα (πίνακας 1.5.2.6). Έτσι, το ριζικό σύστημα π.χ. του σπανακιού παίρνει μόνο 1 έως 6% του φωσφορικού λιπάσματος, που προσθέτεται, ενώ της πατάτας το 12 έως 18%. Η αζωτούχος λίπανση είναι περισσότερο κρίσιμη για τις φυλλώδεις καλλιέργειες, παρά για τις μη φυλλώδεις. Στις πρώτες, υπάρχει μικρή πιθανότητα ζημιάς από πλούσια αζωτούχο λίπανση, ενώ στις δεύτερες το άζωτο θα επιβραδύνει το σχηματισμό του καρπού (Τσιτσιάς, 1997).

Στα ψυχανθή, οι απαιτήσεις σε άζωτο είναι περιορισμένες. Τα μπιζέλια παρουσιάζουν πολύ καλή συμβίωση με τα ριζόβια βακτήρια και γι' αυτό, οι απαιτήσεις τους σε αζωτούχο λίπανση είναι περιορισμένες (2χλγρ. N ανά στρέμμα). Το αντίθετο συμβαίνει σε κουκιά, που οι απαιτήσεις τους ανέρχονται σε 4-7 χλγρ. N. Η μηδική αντιδρά μόνο στην φωσφορική λίπανση των 8-12 μονάδων κατά τα δεδομένα των Γεωργικών Σταθμών. Στη Μεγάλη Βρετανία, δεν εφαρμόζεται αζωτούχος λίπανση για τα ψυχανθή, ενώ η φωσφορούχος ανέρχεται σε 5-8 μονάδες και η καλιούχος σε 5-20 μονάδες.

Πίνακας 1.1 Υποδείξεις για λιπάνσεις κηπευτικών (Lorenz & Bartz, 1968).

Καλλιέργειες	Μονάδες κατά στρέμμα		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Πατάτα	25	25	25
Σαλατικά	20	12	20
Τομάτα, Αγγούρι, Πιπεριά	12	12	20
Κονδυλόρριζα (Τεύτλα, καρότα)	20	12	25
Ψυχανθή	2-6	10	6

Σχετικά πειράματα των Γεωργικών Σταθμών της χώρας μας έδειξαν την αναγκαιότητα της αζωτούχο και φωσφορικού λίπανσης της πατάτας. Στην καλιούχο λίπανση, η πατάτα δεν αντιδρά, όταν το έδαφος περιέχει 1,2 mg K₂O/100 g εδάφους κατά Dirks.

Για την καλλιέργεια της τομάτας, συνιστάται από το Σταθμό Εδαφολογίας και Λιπασματολογίας Θεσσαλονίκης η ακόλουθη λίπανση:

- α) 6 μονάδες N υπό αμμωνιακή μορφή, κατά το τελευταίο όργωμα,
- β) 3 μονάδες N υπό νιτρική μορφή, κατά το δέσιμο της 1^{ης} ταξιανθίας και
- γ) 3 μονάδες N υπό νιτρική μορφή, κατά το δέσιμο της 2^{ης} ταξιανθίας.

Θεωρείται απαραίτητη επίσης η λίπανση με 15 μονάδες P₂O₅ και 8 μονάδες K₂O κατά στρέμμα, μαζί με την πρώτη δόση της αζωτούχου λίπανσης.

Τα κηπευτικά διαφέρουν ως προς τις απαιτήσεις τους σε νερά και αυτό επηρεάζει επίσης την λίπανσή τους.

Οι διαφυλλικές λιπάνσεις, δεν έχουν πρακτικά αποτελέσματα στις κηπευτικές καλλιέργειες, γιατί προκαλούν ίσως ζημιές στο φύλλωμά τους. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις λιπασμάτων, απαιτούν επανειλημμένες δόσεις διαφυλλικής λίπανσης, γεγονός που αυξάνει το κόστος της παραγωγής (Τσιτσιάς, 1997).

- **Το κλίμα της περιοχής**

Το σύνολο των κλιματικών παραγόντων διαμορφώνει το μικροκλίμα της περιοχής. Τα στοιχεία που απαρτίζουν και διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής είναι οι κατακρημνίσεις (βροχοπτώσεις), η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια-φωτισμός, ο άνεμος, η βλάστηση και η ατμοσφαιρική υγρασία. Οι παράμετροι αυτοί επηρεάζουν το υδάτινο ισοζύγιο της καλλιέργειας, τη χρονική διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης, τη χρονική διάρκεια της περιόδου μη άρδευσης με επεξεργασμένα απόβλητα, τις ποσότητες τις αναμενόμενης απορροής και τις απαιτήσεις αποθήκευσης του αρδευτικού νερού (Σπαντιδάκης, 1999)

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Βασικό πειραματικό πρωτόκολλο

Για να διαπιστωθεί η επίδραση του ζεολίθου στην ανάπτυξη της καλλιέργειας των τριών λαχανοκομικών φυτών, δηλαδή τομάτα, αγγουριού και πιπεριάς αποφασίστηκε να υπάρξουν:

- έξι πειραματικές επεμβάσεις με διαφοροποίηση στη σύνθεση του υποστρώματος και στη διαδικασία λίπανσης, όπως αυτές δίνονται αμέσως παρακάτω,
- 15 φυτά (επαναλήψεις) για κάθε μια για κάθε ένα από τα τρία είδη φυτών, που είχε ως αποτέλεσμα να έχουμε 90 φυτά για κάθε είδος φυτού.

Οι πειραματικές επεμβάσεις / ομάδες ήταν οι ακόλουθες:

1. Σκέτο Υπόστρωμα Ανάπτυξης – G
2. Υπόστρωμα Ανάπτυξης & Εφαρμογή Πλήρους Λίπανσης - GFF
3. Υπόστρωμα Ανάπτυξης & Εφαρμογή Πλήρους Λίπανσης & 200 kg ζεόλιθου στο στρέμμα – GFF200
4. Υπόστρωμα Ανάπτυξης & 500 kg ζεόλιθου στο στρέμμα – G500
5. Υπόστρωμα Ανάπτυξης & Εφαρμογή Πλήρους Λίπανσης & 500 kg ζεόλιθου στο στρέμμα – GFF500
6. Υπόστρωμα Ανάπτυξης & Εφαρμογή Μισής Ποσότητας Πλήρους Λίπανσης & 500 kg ζεόλιθου στο στρέμμα – GF500

Για την εγκατάσταση και ανάπτυξη των φυτών χρησιμοποιήθηκαν:

- Θερμοκήπιο καλυμμένο με πλαστικό PVC για την μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η εξωτερική επιφάνεια του θερμοκηπίου ψεκάστηκε με ασβέστη αραιωμένο (πριν από την έναρξη του πειράματος), ο οποίος δημιούργησε σκιά. Η μέση θερμοκρασία ήταν στους 24⁰C με την υψηλότερη να φτάνει στους 28⁰C και την χαμηλότερη στους 15⁰C (νωρίς το πρωί). Το ηλιακό φως κυμαινόταν μεταξύ 25,000 και 65,000 Lux μέσα στο θερμοκήπιο.
- 270 γλάστρες χωρητικότητας 8 L η κάθε μία, κυλινδρικής διατομής.
- Αγοράστηκαν 90 νεαρά φυτά τομάτας, πιπεριάς και άλλα τόσα φυτά αγγουριάς .
- α) Κοσκινισμένο χώμα από το αγρόκτημα του Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης
- β) Ξεπλυμένη άμμο
- γ) Ζεόλιθος
- δ) Ελαφρόπετρα
- Λιπάσματα, με το εμπορικό όνομα Νουτρολίν
Οι λιπαντικές τους μονάδες αντιστοιχούν σε 15-30-15.20-20-20.20-05-30.
- Πλαστικά δοχεία για την τοποθέτηση των υγρών θρεπ.στοιχείων.
- Μέτρο
- Ζυγαριά
- Σπάγγους
- Λαμαρίνα κάτω από τις γλάστρες.
- Καυστήρας θέρμανσης θερμοκηπίου

2.2. Εγκαταστάσεις – Εξοπλισμός

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις του Αγροκτήματος της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Κρήτης, και συγκεκριμένα σε θερμοκήπιο με κάλυψη πλαστικού, που διαθέτει ρυθμιζόμενο σύστημα κεντρικής θέρμανσης και πλευρικούς ανεμιστήρες για δροσισμό.

Τα υπόστρωμα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές γλάστρες διαμέτρου 24 cm και ύψους 22 cm, συνολικού όγκου περίπου 9,0 Lt και ωφέλιμου όγκου 8 Lt. Ως ωφέλιμος όγκος ορίζεται ο όγκος που τελικά καταλαμβάνει το υπόστρωμα. Σε κάθε γλάστρα εγκαταστάθηκε ένα φυτό, ενώ το υπόστρωμα τοποθετήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε μετά την πρώτη άρδευση να φτάσει στον ωφέλιμο όγκο. Τα φυτά καθώς αναπτύσσονταν αναρτήθηκαν με πλαστικό σπάγκο σε συρμάτινο δίκτυο που υπήρχε στο θερμοκήπιο πάνω από το χώρο καλλιέργειας. Η Φωτογραφία 2.1 παρουσιάζει μια γενική εικόνα της καλλιέργειας σε πρώιμα στάδια και στην οποία φαίνονται τόσο το σύστημα στήριξης όσο και τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης (εγκαταστάσεις στο βάθος της εικόνας).



Φωτογραφία 2.1. Γενική εικόνα του χώρου εγκατάστασης των φυτών.

Παρασκευή υποστρώματος

Τα υλικά για την Παρασκευή του υποστρώματος (μείγματος) μεταφέρθηκαν στο χώρο του υπόστεγου του εργαστηρίου και πριν την ανάμειξή τους επεξεργάστηκαν ως ακολούθως :

- Το έδαφος που συγκεντρώθηκε από ακαλλιέργητο σημείο του αγροκτήματος, κοσκινίστηκε με ηλεκτροκίνητο περιστρεφόμενο κόσκινο με οπές 1 cm για την απομάκρυνση χαλικιών και μεγάλων συσσωματωμάτων.
- Η άμμος αγοράστηκε ξεπλυμένη για να είναι μειωμένη η αγωγιμότητά της

Μετά από τις παραπάνω εργασίες πραγματοποιήθηκε η παρασκευή του μείγματος στην αναλογία: χώμα 17,6%: άμμο 22,4% : ελαφρόπευρα 60%. Η μίξη των υλικών έγινε με τη βοήθεια μικρής ηλεκτρικής μπετονιέρας

2.3. Σποριόφυτα

Από εγγυημένο προμηθευτή σποριόφυτων στην περιοχή της Ιεράπετρας (περιοχή με περισσότερα από 12.000 στρέμματα θερμοκηπίων) αγοράστηκαν 110 φυτά τομάτας της πλέον διαδεδομένης ποικιλίας *Capsicum annuum L.*, Drago, 110 φυτά αγγουριάς της ποικιλίας *Cucumis sativus L.*, Burgos, και 110 φυτά πιπεριάς της ποικιλίας *Lycopersicon lycopersicum L.*, Petula. Το μέσο ύψος των φυτών δεν ξεπερνούσε τα 10 cm ενώ η ηλικία τους ήταν περίπου 10 με 12 ημερών.

Τα σποριόφυτα αφέθηκαν για μια εβδομάδα στις συνθήκες του θερμοκηπίου για να εγκλιματιστούν. Στη συνέχεια έγινε ένας διαχωρισμός ώστε να επιλεγθούν τα πλέον όμοια και υγιή 90 φυτά από κάθε είδος, που με τη σειρά τους χωρίστηκαν σε έξι ομάδες. Κάθε δυνατή προσοχή δόθηκε ώστε να είναι ομοιόμορφη η κατανομή των φυτών τουλάχιστον μακροσκοπικά. Για μια εβδομάδα τα φυτά ποτίστηκαν μόνο με νερό για να μηδενιστεί κάθε διαφοροποίηση μεταξύ των φυτών από πιθανές προηγούμενες λιπάνσεις.

Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε και τις δύο φορές που έγινε φύτευση, λόγω αλλαγής του υποστρώματος (βλέπε παράγραφο 2.4). Μετά τη φύτευση τους τα 15 φυτά της κάθε ομάδας τοποθετήθηκαν σε μια σειρά ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση, η άρδευση και η παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών. Η πρώτη λίπανση που ουσιαστικά σηματοδοτεί και την έναρξη της πειραματικής περιόδου έγινε στις 5 Δεκεμβρίου 2006 και η τελευταία στις 15 Μαρτίου 2007, λίγες μέρες πριν το κόψιμο των φυτών.

2.4. Υπόστρωμα

Για τη δημιουργία των υποστρωμάτων χρησιμοποιήθηκε επιφανειακό χώμα από το Αγρόκτημα του ΤΕΙ που δεν είχε όμως καλλιεργηθεί. Το χώμα αυτό μεταφέρθηκε στο θερμοκήπιο όπου και κοσκινίστηκε σε κόσκινο με διαστάσεις πόρων 1 x 1 cm. Το κοσκινισμένο χώμα αναμίχθηκε με ξεπλυμένη ποταμίσια άμμο σε αναλογία κατά όγκο 1:1,5 για να βελτιωθούν τα μηχανικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος. Στη συνέχεια στο μίγμα που παράχθηκε προστέθηκαν οι ανάλογες ποσότητες ζεόλιθου. Η ανάμιξη τόσο του χώματος με την άμμο όσο και του μίγματος με το ζεόλιθο πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μιας ηλεκτρονικής μπετονιέρας, όπως δείχνει και η Φωτογραφία 2.2.

Λίγες εβδομάδες μετά την τοποθέτηση των φυτών αλλά και την έναρξη των λιπάνσεων διαπιστώθηκε πρόβλημα στράγγισης στο υπόστρωμα (βλέπε παράγραφο 3.1). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την επανέναρξη όλης της διαδικασίας και τη δημιουργία ενός νέου μίγματος στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν κοσκινισμένο χώμα, ποταμίσια άμμο και ελαφρόπετρα σε αναλογία κατά όγκο 2:3:7. Στη συνέχεια προστέθηκε νέα ποσότητα ζεόλιθου ώστε να δημιουργηθούν οι έξι πειραματικές ομάδες / επεμβάσεις που περιγράφονται στην 2.1.



Φωτογραφία 2.2. Η μπετονιέρα που χρησιμοποιήθηκε στη μίξη των συστατικών των υποστρώματων

Τόσο στο κάθε συστατικό όσο και στα μίγματα που προέκυψαν πραγματοποιήθηκαν μια σειρά από αναλύσεις τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο. Οι αναλύσεις αυτές επαναλήφθηκαν στα υποστρώματα και μετά τη λήξη των πειραμάτων.

2.5. Λίπανση

Για τη λίπανση των φυτών χρησιμοποιήθηκαν σύνθετα λιπάσματα της εταιρείας ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΗ. Με εξαίρεση τη βασική λίπανση όλες οι υπόλοιπες εφαρμογές λίπανσης ακολούθησαν την πρακτική που ακολουθείται σε εμπορικές συμβατικές καλλιέργειες. Στην πράξη η μορφή της λίπανσης εξελίσσεται καθώς εξελίσσεται και η καλλιέργεια. Στην προκειμένη περίπτωση η ακολουθία αυτή ήταν η παρακάτω:

- Αρχική Λίπανση (από 5 Δεκεμβρίου μέχρι 11 Δεκεμβρίου): Σύνθετο Λίπασμα 12 : 48 : 0 (N : P : K).
- Μέση Λίπανση (από 22 Δεκεμβρίου μέχρι και 8 Φεβρουαρίου): Σύνθετο Λίπασμα 20 : 20 : 20 (N : P : K).
- Λίπανση Καρποφορίας (από 9 Φεβρουαρίου μέχρι και 15 Μαρτίου): Σύνθετο Λίπασμα 13 : 0 : 46 (N : P : K). Στην περίοδο αυτή προστέθηκαν και Θεϊκό Μαγγάνιο (10 %) και Νιτρικό Ασβέστιο (15 %) για να ενισχυθεί η καρποφορία.

Η λίπανσης γινόταν με υδατικά διαλύματα σύμφωνα με τις οδηγίες του παρασκευαστή των λιπασμάτων. Η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιούταν σε όλες τις επεμβάσεις ήταν η ίδια, απλώς στις επεμβάσεις με λίπανση το νερό περιείχε διαλυμένα τα θρεπτικά συστατικά. Η άρδευση γινόταν τρεις με τέσσερις φορές την εβδομάδα (ανάλογα τις καιρικές συνθήκες) και σε κάθε άρδευση προσθέτονταν 500 ml νερού ή θρεπτικού διαλύματος. Υπενθυμίζουμε ότι για την επέμβαση GF500 η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος ήταν η μισή.

2.6. Καλλιεργητικές παρεμβάσεις

Μια πειραματική καλλιέργεια όπως και μια συμβατική απαιτεί μια σειρά από παρεμβάσεις ώστε να προστατευθούν τα φυτά και να μεγιστοποιηθούν οι αποδόσεις τους. Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου έγιναν οι παρακάτω επεμβάσεις:

- **Ψεκασμοί.** Οι ψεκασμοί που έγιναν στις καλλιέργειες μπορούν να χωριστούν στους προστατευτικούς, αυτούς δηλαδή που έγιναν προληπτικά, και στους θεραπευτικούς, αυτούς που έγιναν για να αντιμετωπίσουν μια ασθένεια. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν ψεκασμοί με Daconil 500 SC (περονόσπορος, αλτενάρια, βοτρυτή κα), Karate Zeon

10 cc (πράσινο / κόκκινο σκουλήκι, θρίπες κα), Systhane 24 EC (ωίδιο). Οι προληπτικοί αυτοί ψεκασμοί έγιναν στις 4/1/2007 και 19/1/2007. Στους θεραπευτικούς ψεκασμούς ανήκουν οι ψεκασμοί με Plenum 50 WG για την αντιμετώπιση αφίδων που έγιναν στις 2 / 2 / 2007 και Pronicur N και Rougal 50 SC για την αντιμετώπιση της φυτόφθορας στις 29 / 12 / 2006 και 5 / 1 / 2007.

- **Καθαρισμοί.** Σε εβδομαδιαία βάση και με το χέρι γινόταν καθαρισμός των γλαστρών από τα ζιζάνια με το χέρι.
- **Κλαδέματα - Κορφολόγημα.** Σε τακτά χρονικά διαστήματα γινόταν απομάκρυνση των νεκρών ιστών ή μαραμμένων φύλων καθώς και κάποιον πλευρικών βλαστών, πάντα λαμβάνοντας υπόψη τις καθιερωμένες γεωργικές πρακτικές.

2.7. Παρακολούθηση και καταγραφή παραμέτρων

Για την παρακολούθηση της εξέλιξης των καλλιεργειών αλλά και την καταγραφή των πιθανών διαφοροποιήσεων πραγματοποιήθηκαν μια σειρά από μετρήσεις και συγκεκριμένα οι παρακάτω:

- Ύψος κεντρικού βλαστού σε cm.
- Αριθμός φύλλων / πλάγιων βλαστών.
- Βάρος καρπών σε gr
- Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος στο τέλος της καλλιέργειας σε gr.
- Ξηρό βάρος ρίζας στο τέλος της καλλιέργειας σε gr.

Η καταγραφή των δύο πρώτων παραμέτρων πραγματοποιούταν σε τακτά χρονικά διαστήματα, η συλλογή των καρπών μόλις έφταναν σε πρώτο στάδιο ωρίμανσης ενώ τα ξηρά βάρη των φυτών στο τέλος του πειράματος όπως άλλωστε περιγράφεται και στην επόμενη παράγραφο.

2.8. Κοπή φυτών

Με την ολοκλήρωση και της 15^{ης} εβδομάδας αποφασίστηκε η κοπή των φυτών. Όλα τα φυτά κόπηκαν μέσα σε 48 ώρες. Το υπέργειο μέρος του κάθε φυτού τοποθετήθηκε μέσα σε χάρτινες σακούλες και στη συνέχεια σε φούρνους ξήρανσης στους 75 °C, μέχρι σταθεροποίησης του βάρους (πλήρης ξήρανση). Αυτή η διαδικασία ολοκληρώθηκε μέσα σε περίπου πέντε ημέρες. Παράλληλα οι ρίζες διαχωρίστηκαν από το υπόστρωμα πολύ προσεκτικά, μέσα σε δεξαμενές με νερό. Όπως το υπέργειο τμήμα έτσι και το υπόγειο τοποθετήθηκε σε χάρτινες σακούλες και στη συνέχεια ξεράθηκε στους ειδικούς φούρνους. Αφού αφαιρέθηκε από το μικτό βάρος της σακούλας που περιείχε το βλαστό ή τη ρίζα, το βάρος της ξηρής χάρτινης σακούλας υπολογίστηκε το ξηρό βάρος του κάθε δείγματος.

2.9. Μεθοδολογία πραγματοποίησης φυσικοχημικών και στατιστικών αναλύσεων

Για τις φυσικοχημικές αναλύσεις που απαιτήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν για μεν τα υγρά δείγματα οι Standard Methods for the Analysis of Water and Wastewater ενώ για τα δείγματα χώματος οι Standard Methods for the Analysis of Soil. Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η Two Way ANOVA ανάλυση σε συνδυασμό με την Post Hoc Tukey ($p < 0.05$) για επιβεβαίωση.

Μετρήσεις-Αναλύσεις

Μετρήσεις.

Σε τακτά χρονικά διαστήματα γινόταν μετρήσεις στο ύψος (με χρήση υποδεκάμετρου με υποδιαρέσεις 0,01m), και ο αριθμός των φύλλων σε όλα τα φυτά του πειράματος. Ζυγίστηκαν επίσης οι καρποί που παρήγαγε το κάθε φυτό με ζυγαριά ακριβείας.

Επίσης στο τέλος του πειράματος μετρήθηκε το ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους και του υπόγειου μέρους όλων των φυτών και των δύο κατηγοριών. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώθηκε αφού τα στελέχη των φυτών (υπέργειο μέρος), κόπηκαν από την βάση τους και τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες. Στην συνέχεια ζυγίστηκε η κάθε σακούλα ξεχωριστά με αφαίρεση του απόβαρου υπολογίστηκε το νωπό βάρος. Τέλος τα δείγματα αφέθηκαν σε θάλαμο με θερμοκρασία 75⁰C για 72 ώρες. Οι ρίζες αφού ξεπλύθηκαν με καθαρό νερό τοποθετήθηκαν επίσης σε χάρτινες σακούλες και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν στον ίδιο θάλαμο με τα παραπάνω δείγματα. Τέλος τα φυτά ζυγίστηκαν για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους.

Αναλύσεις.

Αναλύσεις έγιναν στα υποστρώματα (σε κάθε ένα ξεχωριστά και στο τελικό μείγμα πριν από την εγκατάσταση των φυτών). Επίσης και στο τέλος του πειράματος πάρθηκε δείγμα εδάφους μέσα από τις γλάστρες για ανάλυση. Οι παραπάνω αναλύσεις περιελάμβαναν : pH, E.C (ηλεκτρική αγωγιμότητα).

Πραγματοποιήθηκαν επίσης και στο θρεπτικό διάλυμα που πάρθηκε μετά από διηθήσει του διαλύματος μέσω των γλαστρών. Οι αναλύσεις που έγιναν είναι οι εξής : pH, E.C, C.O.D, NH₄⁺, NO₃⁻ T.N, K, ολικό P.

**ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΑΓΓΟΥΡΙΑΣ**

X	X+Λ	X+Z+Λ(200kg)	X+Z(500kg)	X+Z+Λ(500kg)	X+Z1/2(500kg)
A ₁	A ₁	A ₁	A ₁	A ₁	A ₁
A ₂	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂
A ₃	A ₃	A ₃	A ₃	A ₃	A ₃
A ₄	A ₄	A ₄	A ₄	A ₄	A ₄
A ₅	A ₅	A ₅	A ₅	A ₅	A ₅
A ₆	A ₆	A ₆	A ₆	A ₆	A ₆
A ₇	A ₇	A ₇	A ₇	A ₇	A ₇
A ₈	A ₈	A ₈	A ₈	A ₈	A ₈
A ₉	A ₉	A ₉	A ₉	A ₉	A ₉
A ₁₀	A ₁₀	A ₁₀	A ₁₀	A ₁₀	A ₁₀
A ₁₁	A ₁₁	A ₁₁	A ₁₁	A ₁₁	A ₁₁
A ₁₂	A ₁₂	A ₁₂	A ₁₂	A ₁₂	A ₁₂
A ₁₃	A ₁₃	A ₁₃	A ₁₃	A ₁₃	A ₁₃
A ₁₄	A ₁₄	A ₁₄	A ₁₄	A ₁₄	A ₁₄
A ₁₅	A ₁₅	A ₁₅	A ₁₅	A ₁₅	A ₁₅

**ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΠΗΠΕΡΙΑΣ**

X	X+Λ	X+Z+Λ(200kg)	X+Z(500kg)	X+Z+Λ(500kg)	X+Z+Λ1/2(500kg)
Π ₁	Π ₁	Π ₁	Π ₁	Π ₁	Π ₁
Π ₂	Π ₂	Π ₂	Π ₂	Π ₂	Π ₂
Π ₃	Π ₃	Π ₃	Π ₃	Π ₃	Π ₃
Π ₄	Π ₄	Π ₄	Π ₄	Π ₄	Π ₄
Π ₅	Π ₅	Π ₅	Π ₅	Π ₅	Π ₅
Π ₆	Π ₆	Π ₆	Π ₆	Π ₆	Π ₆
Π ₇	Π ₇	Π ₇	Π ₇	Π ₇	Π ₇
Π ₈	Π ₈	Π ₈	Π ₈	Π ₈	Π ₈
Π ₉	Π ₉	Π ₉	Π ₉	Π ₉	Π ₉
Π ₁₀	Π ₁₀	Π ₁₀	Π ₁₀	Π ₁₀	Π ₁₀
Π ₁₁	Π ₁₁	Π ₁₁	Π ₁₁	Π ₁₁	Π ₁₁
Π ₁₂	Π ₁₂	Π ₁₂	Π ₁₂	Π ₁₂	Π ₁₂
Π ₁₃	Π ₁₃	Π ₁₃	Π ₁₃	Π ₁₃	Π ₁₃
Π ₁₄	Π ₁₄	Π ₁₄	Π ₁₄	Π ₁₄	Π ₁₄
Π ₁₅	Π ₁₅	Π ₁₅	Π ₁₅	Π ₁₅	Π ₁₅

**ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΤΟΜΑΤΑΣ**

X	X+Λ	X+Z+Λ(200kg)	X+Z(500kg)	X+Z+Λ(500kg)	X+Z1/2(500kg)
T₁	T₁	T₁	T₁	T₁	T₁
T₂	T₂	T₂	T₂	T₂	T₂
T₃	T₃	T₃	T₃	T₃	T₃
T₄	T₄	T₄	T₄	T₄	T₄
T₅	T₅	T₅	T₅	T₅	T₅
T₆	T₆	T₆	T₆	T₆	T₆
T₇	T₇	T₇	T₇	T₇	T₇
T₈	T₈	T₈	T₈	T₈	T₈
T₉	T₉	T₉	T₉	T₉	T₉
T₁₀	T₁₀	T₁₀	T₁₀	T₁₀	T₁₀
T₁₁	T₁₁	T₁₁	T₁₁	T₁₁	T₁₁
T₁₂	T₁₂	T₁₂	T₁₂	T₁₂	T₁₂
T₁₃	T₁₃	T₁₃	T₁₃	T₁₃	T₁₃
T₁₄	T₁₄	T₁₄	T₁₄	T₁₄	T₁₄
T₁₅	T₁₅	T₁₅	T₁₅	T₁₅	T₁₅

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αντικείμενο του κεφαλαίου αυτού είναι η παρουσίαση, περιγραφή και ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις πειραματικές καλλιέργειες που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Όπως αναφέρθηκε και στη μεθοδολογία η καλλιεργητική περίοδος ουσιαστικά ξεκίνησε τον Δεκέμβριο του 2006 και ολοκληρώθηκε το Μάρτιο του 2007 με το κόψιμο των φυτών και τις μετρήσεις ξηρού βάρους του υπέργειου και υπόγειου τμήματος. Η Φωτογραφία 3.1 δίνει μια γενική εικόνα της καλλιέργειας λίγο πριν την ολοκλήρωση του πειράματος.



Φωτογραφία 3.1. Γενική εικόνα της πειραματικής καλλιέργειας λίγο πριν την κοπή των φυτών

3.1. Προβλήματα

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες παραγράφους υπήρχαν μια σειρά από προβλήματα που προέκυψαν στη διάρκεια των πειραμάτων και που προκάλεσαν δυσκολίες στην ερευνητική ομάδα, αλλά δεν επηρέασαν ουσιαστικά τα αποτελέσματα. Τα προβλήματα αυτά ήταν:

- **Υπόστρωμα.** Αποτέλεσε μεγάλη αιτία καθυστέρησης των πειραμάτων αφού χρειάστηκε να εκριζωθεί το σύνολο των φυτών και να γίνει νέα εγκατάσταση φυτών σε άλλο υπόστρωμα. Βασική αιτία του προβλήματος ήταν η μεγάλη συνεκτικότητα του εδάφους (υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο) που επιδεινώθηκε από το κοσκίνισμα και από τη μη χρήση οργανικής λίπανσης (πχ κοπριάς). Αντιμετωπίστηκε με επιτυχία μέσα από τη χρήση ελαφρόπετρας.

- **Καιρικές Συνθήκες.** Ο χειμώνας 2006 / 07 χαρακτηρίστηκε από πολλούς ως ασυνήθιστος και ιδιαίτερα ζεστός. Αποτέλεσμα των υψηλών ημερήσιων θερμοκρασιών ήταν η μεγάλη διαφοροποίηση των θερμοκρασιών μεταξύ ημέρας και νύχτας. Οι διαφορές αυτές, που έφταναν συχνά και τους 20 °C, επηρέασαν τις καλλιέργειες αλλά με ένα μάλλον ομοιόμορφο τρόπο. Δηλαδή μπορεί σε πιο ιδανικές συνθήκες τα ίδια φυτά να έφταναν σε μεγαλύτερες αποδόσεις συγκρινόμενα με τα φυτά των πειραματικών καλλιεργειών. Μεταξύ όμως των διαφορετικών επεμβάσεων για το ίδιο είδος φυτού η επίδραση των καιρικών συνθηκών ήταν ομοιόμορφη και επομένως δεν προκάλεσε οποιαδήποτε διαφοροποίηση. Ακόμη δεν υπήρξε καταστροφή κάποιου φυτού ως απευθείας ή άμεση επίδραση των καιρικών συνθηκών.
- **Ασθένειες.** Το μεγαλύτερο πρόβλημα υπήρξε με τη φυτόφθορα (*Phytophthora spp*). Είναι ένας μύκητας που προσβάλλει το λαιμό των φυτών τομάτας κυρίως, η προσβολή από τα οποία επιδεινώθηκε και από τις υψηλές ημερήσιες θερμοκρασίες. Αποτέλεσμα της προσβολής αυτής και παρά την άμεση αντίδραση και ψεκασμό ήταν η απώλεια φυτών τομάτας και συγκεκριμένα:
 - Τριών φυτών από την επέμβαση G
 - Πέντε φυτών από την επέμβαση GFF
 - Πέντε φυτών από την επέμβαση GFF200
 - Τεσσάρων φυτών από την επέμβαση G500
 - Πέντε φυτών από την επέμβαση GFF500
 - Έξι φυτών από την επέμβαση GF500

Παρά τις σημαντικές απώλειες η ομοιόμορφη κατανομή τους σε όλες τις επεμβάσεις δεν προκάλεσε αλλοίωση των αποτελεσμάτων. Η Φωτογραφία 3.2 δείχνει μια χαρακτηριστική εικόνα των προβλημάτων που προκάλεσε η φυτόφθορα στο λαιμό των φυτών τομάτας



Φωτογραφία 3.2. Προσβολή φυτόφθορα (*Phytophthora spp*) σε φυτό τομάτας

3.2. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος

Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν και των συστατικών τους. Από τις τιμές που παρουσιάζονται γίνεται εμφανές ότι πρόκειται για ένα καλό υπόστρωμα που προσομοιάζει με τα βελτιωμένα εδάφη στα θερμοκήπια της Κρήτης. Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι οι καλλιεργητές πολύ συχνά προσθέτουν οργανική ουσία με τη μορφή χωνεμένης κοπριάς που βελτιώνει τα φυσικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του εδάφους, αλλά και μεγάλες ποσότητες άμμου. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται τιμές για το κάθε υπόστρωμα μετά τη λήξη των πειραματικών καλλιεργειών, σε μια προσπάθεια να καταγραφεί η επίδραση της λίπανσης / άρδευσης σε αυτά.

Πίνακας 3.1. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος

Υλικό / Υπόστρωμα	pH	EC (mS/cm)
Πριν την Έναρξη του Πειράματος		
Άμμος	7,89	0,76
Χώμα	7,78	1,42
Μίγμα χωρίς ζεόλιθο	7,81	0,85
Μίγμα ζεόλιθου 500	7,88	0,79
Μίγμα ζεόλιθου 200	7,67	0,81
Λήξη του Πειράματος Αγγούρι		
G	7,75	0,32
GFF	7,31	1,92
GFF200	7,12	2,55
G500	7,51	0,54
GFF500	7,21	1,68
GF500	7,24	0,76
Λήξη του Πειράματος Τομάτα		
G	7,82	0,65
GFF	7,05	2,00
GFF200	7,32	2,01
G500	7,48	0,71
GFF500	7,02	1,82
GF500	7,44	1,09
Λήξη του Πειράματος Πιπεριά		
G	7,18	0,39
GFF	7,22	2,57
GFF200	7,25	1,88
G500	7,36	0,61
GFF500	7,13	1,96
GF500	7,24	0,67

Τα συμπεράσματα που βγαίνουν από τα στοιχεία του Πίνακα 3.1 είναι αρκετά σαφή:

- Στις επεμβάσεις όπου δεν πραγματοποιείται λίπανση, δηλαδή G και G500, η παρουσία ζεόλιθου περιορίζει το ξέπλυμα των θρεπτικών αλάτων, στα οποία οφείλεται μερικώς και η αγωγιμότητα του υποστρώματος, διατηρώντας τις τιμές πιο κοντά σε αυτές του αρχικού υποστρώματος (0,85 και 0,81 mS/cm αντίστοιχα..
- Η χρήση λιπασμάτων προκαλεί αύξηση της αγωγιμότητας και μάλιστα δραστικά, η οποία όμως δε φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από την παρουσία ή όχι ζεόλιθου. Όπως άλλωστε φαίνεται από τη σύγκριση των υποστρωμάτων GFF500, GFF200 και GFF με το GF500 ουσιαστικό ρόλο παίζει η ποσότητα της λίπανσης και όχι η ποσότητα του ζεόλιθου. Ο λόγος που αυτό συμβαίνει απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση.
- Δε φαίνεται να υπάρχει ουσιαστική επίδραση του είδους του φυτού στην αλατότητα των υποστρωμάτων μετά τη λήξη των πειραμάτων. Αυτό είναι μάλλον αναμενόμενο καθώς οι λιπάνσεις στις συμβατικές καλλιέργειες έχουν ως αποτέλεσμα την υπερπροσφορά θρεπτικών στοιχείων. Έτσι δεν ήταν δυνατόν να καταγραφεί μια μεγαλύτερη απορρόφηση από το ένα φυτό σε σχέση με το άλλο.

Πίνακας 3.2. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των θρεπτικών διαλυμάτων

	Νερό	Αρχική Λίπανση	Μέση Λίπανση	Τελική Λίπανση
pH	7,56	9,24	9,15	8,04
EC (mS/cm)	0,44	1.65	1.44	2,51
Συγκέντρωση Αζώτου σε g/L	0,00	0,12	0,20	0,13
Συγκέντρωση Φωσφόρου σε g/L	0,00	0,48	0,20	0
Συγκέντρωση Καλίου σε g/L	0,00	0,00	0,20	0,46

3.3 Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των θρεπτικών διαλυμάτων

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των θρεπτικών διαλυμάτων και του νερού που χρησιμοποιήθηκε στην καλλιέργεια των φυτών. Στον Πίνακα 3.3 γίνεται και μια εκτίμηση της συνολικής ποσότητας θρεπτικών που προστέθηκαν σε κάθε καλλιέργεια (είναι κοινή εκτίμηση και για τα τρία φυτικά είδη).

Πίνακας 3.3. Ποσότητα θρεπτικών στοιχείων που προστέθηκαν σε κάθε γλάστρα μέσα από την άρδευση

	Άζωτο σε gr	Φώσφορος σε gr	Κάλιο σε gr
G	0,00	0,00	0,00
GFF	3,75	3,12	6,54
GFF200	3,75	3,12	6,54
G500	0,00	0,00	0,00
GFF500	3,75	3,12	6,54
GF500	1,88	1,56	3,27

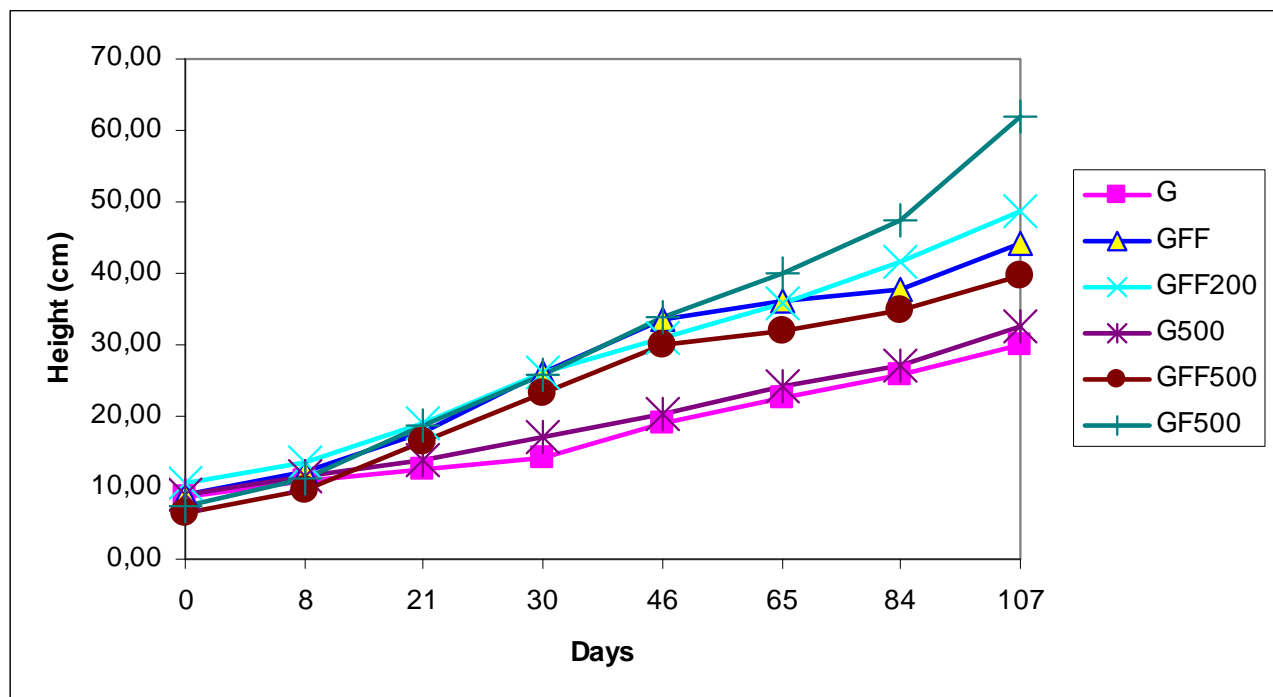
Πίνακας 3.4. Μέσες τιμές φυσικοχημικών παραμέτρων των απορροών από τις γλάστρες

	Χωρίς Λίπανση			
	pH	EC (mS / cm)	TN (mg/L)	COD (mg/L)
G	8,15	0,70	29,03	69,33
GFF	7,48	1,74	213,33	81,33
GFF200	7,97	1,43	189,67	92,00
G500	8,08	0,76	19,07	83,00
GFF500	8,14	1,86	212,33	58,33
GF500	8,46	0,89	54,00	82,33

Με Λίπανση				
	pH	EC (mS / cm)	TN (mg/L)	COD (mg/L)
G	7,85	1,21	16,33	91,00
GFF	7,47	2,56	269,67	121,33
GFF200	7,56	2,74	83,67	98,33
G500	8,00	1,56	15,67	74,33
GFF500	7,41	2,56	274,33	73,33
GF500	7,88	1,89	122,00	103,67

Είναι εμφανές ότι τα θρεπτικά διαλύματα, τουλάχιστον αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην πλήρη άρδευση έχουν και σημαντικές συγκεντρώσεις θρεπτικών, αλλά πολύ πιο σημαντικά έχουν ιδιαίτερα ψηλές τιμές αγωγιμότητας. Το γεγονός αυτό είναι ένα σημαντικό πρόβλημα της συμβατικής καλλιέργειας καθώς οδηγεί τα εδάφη σε υποβάθμιση μέσα από την αύξηση της αλατότητας τους, όπως άλλωστε φαίνεται και από τον Πίνακα 3.1..

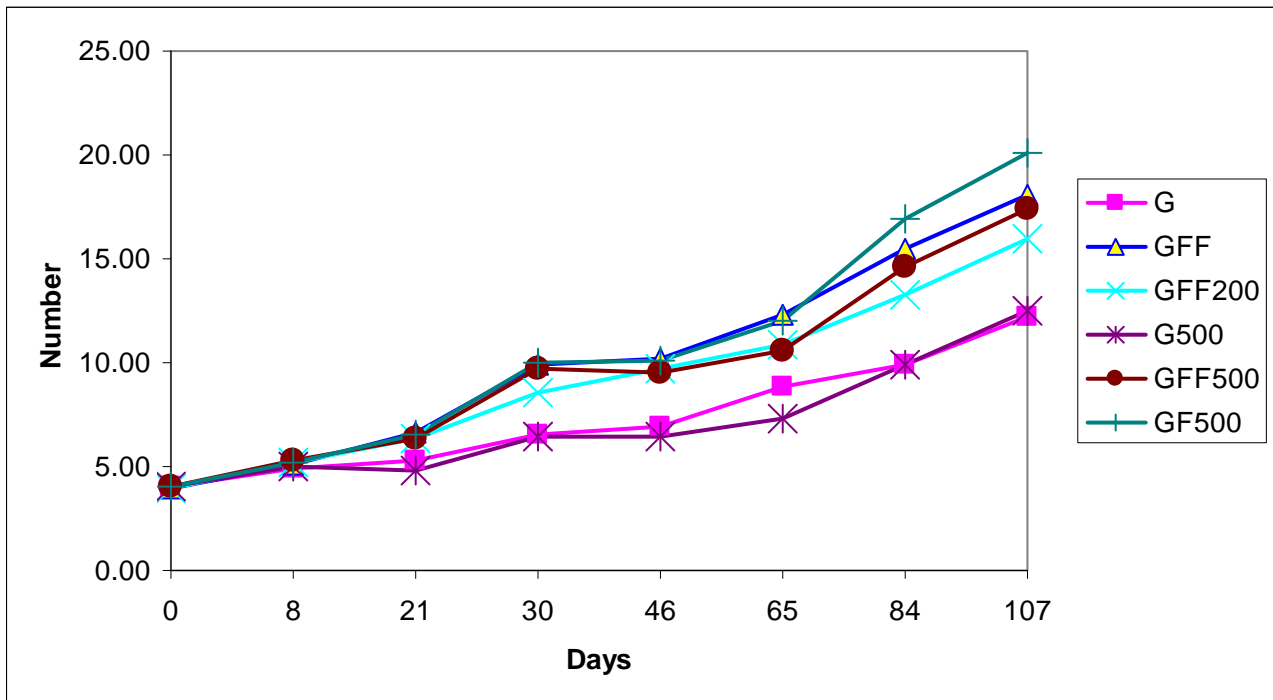
Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται μέσες τιμές των ξεπλυμάτων από τον πυθμένα των γλαστρών ως επακόλουθο της άρδευσης είτε με νερό είτε με θρεπτικό διάλυμα. Οι απορροές αζώτου είναι σημαντικές και σχετίζονται άμεσα με τη χρήση των λιπασμάτων. Γεγονός πάντως είναι ότι στα υποστρώματα GF500 ο συνδυασμός μισής λίπανσης και ζεόλιθου είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό των απορροών αζώτου. Εντυπωσιακή είναι και η μείωση της απορροής όταν γίνεται χρήση ζεόλιθου στα 200 kg / στρέμμα, αν και θα περίμενε κανείς καλύτερες αποδόσεις στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του.



Διάγραμμα 3.1. Η μεταβολή του ύψους των φυτών αγγουριάς για τα έξι υποστρώματα στη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

3.4. Αγγούρι

Στο Διάγραμμα 3.1 παρουσιάζεται η μεταβολή του ύψους των φυτών με το χρόνο. Όπως καταγράφεται και στον Πίνακα 3.5 η καλύτερη επίδοση καταγράφεται από την επέμβαση GF500 με μέσο ύψος 62,07 cm. Η επίδοση της επέμβασης αυτής στη συγκεκριμένη παράμετρο του ύψους των φυτών είναι και στατιστικά σημαντική σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Η ίδια επέμβαση υπερτερεί σε όλες τις παραμέτρους όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.2 και τον Πίνακα 3.5, αν και η απόδοση αυτή δεν καταγράφει στατιστικά σημαντικές διαφορές για τις υπόλοιπες παραμέτρους.



Διάγραμμα 3.2. Η μεταβολή του αριθμού φύλλων / πλάγιων βλαστών των φυτών αγγουριάς για τα έξι υποστρώματα στη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

Η χρήση ζεολίθου χωρίς λίπανση (G500) βελτίωσε τις επιδόσεις των φυτών σε σχέση με το σκέτο έδαφος (G) σε όλες τις παραμέτρους. Στατιστικά δεν καταγράφηκε κάποια σημαντική διαφορά, με εξαίρεση την καρποφορία. Εκεί η χρήση ζεολίθου προκάλεσε σχεδόν μια τριπλάσια παραγωγή σε σχέση με το σκέτο έδαφος (G). Η διαφοροποίηση της παραγωγής υπέρ της επέμβασης της απλής προσθήκης ζεολίθου μπορεί να αποδοθεί στη συγκράτηση των θρεπτικών στοιχείων που υπήρχαν στο επιφανειακό έδαφος που χρησιμοποιήθηκε. Στο σκέτο έδαφος τα στοιχεία αυτά αποπλύθηκαν υποβοηθούμενα και από την έντονη περατότητα που είχε το υπόστρωμα εξαιτίας της ελαφρόπετρας και της άμμου.



Φωτογραφία 3.3. Τα φυτά αγγουριάς πριν την κοπή τους

Η λίπανση λοιπόν αποδείχθηκε ουσιαστική παράμετρος ανάπτυξης των φυτών. Όλες οι ομάδες στις οποίες έγινε λίπανση παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά βελτιωμένες επιδόσεις σε όλες σχεδόν τις παραμέτρους, αλλά πάντα χαμηλότερες από εκείνες που καταγράφηκαν στο GF500. Σε ότι αφορά την παρουσία ζεόλιθου στις ομάδες που λιπάνθηκαν πλήρως (GFF200, GFF500) καταγράφεται μια αρνητική επίδραση, και μάλιστα στατιστικά τεκμηριωμένη για κάποιες παραμέτρους με αποκορύφωμα την παραγωγή (Πίνακας 3.5). Εκεί η GFF ομάδα καταγράφει στατιστικά μεγαλύτερο βάρος καρπών ανά φυτό σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες. Πιθανή εξήγηση είναι η μικρή σχετικά αντοχή της αγγουριάς στην αλατότητα. Στον Πίνακα 3.2 καταγράφεται η τιμή της αγωγιμότητας για τα θρεπτικά διαλύματα και στον Πίνακα 3.1 για τα υποστρώματα. Είναι εμφανές ότι η αυξημένη τιμή αγωγιμότητας της πλήρους λίπανσης αύξησε την αλατότητα του υποστρώματος και επηρέασε αρνητικά την παραγωγή.

Πίνακας 3.5. Μέσες τιμές ανά φυτό ύψους, αριθμού πλαγίων βλαστών, ξηρού βάρους υπέργειου και υπόγειου τμήματος φυτών αγγουριάς καθώς και μέσης συνολικής συγκομιδής, ανά υπόστρωμα στο τέλος της πειραματικής περιόδου

Μέσες τιμές / φυτό	G	GFF	GFF200	G500	GFF500	GF500
Ύψος	30,07 c	44,15 b,c	48,71 b,c	32,73 c	39,64 b,c	62,07 a
Αριθμός πλαγίων βλαστών	12,20 b	18,08 a,b	15,93 b	12,47 b	17,36 a,b	20,07 a
ΞΒ υπέργειου τμήματος	4,05 b	18,78 a	18,66 a	5,71 b	22,31 a	25,59 a
ΞΒ υπόγειου τμήματος	1,37 b	4,15 a,b	3,56 b	1,69 b	7,89 a,b	11,79 a
Βάρος καρπών	67,50 d	442,67 a	320,67 b	205,00 c	325,00 b	462,00 a

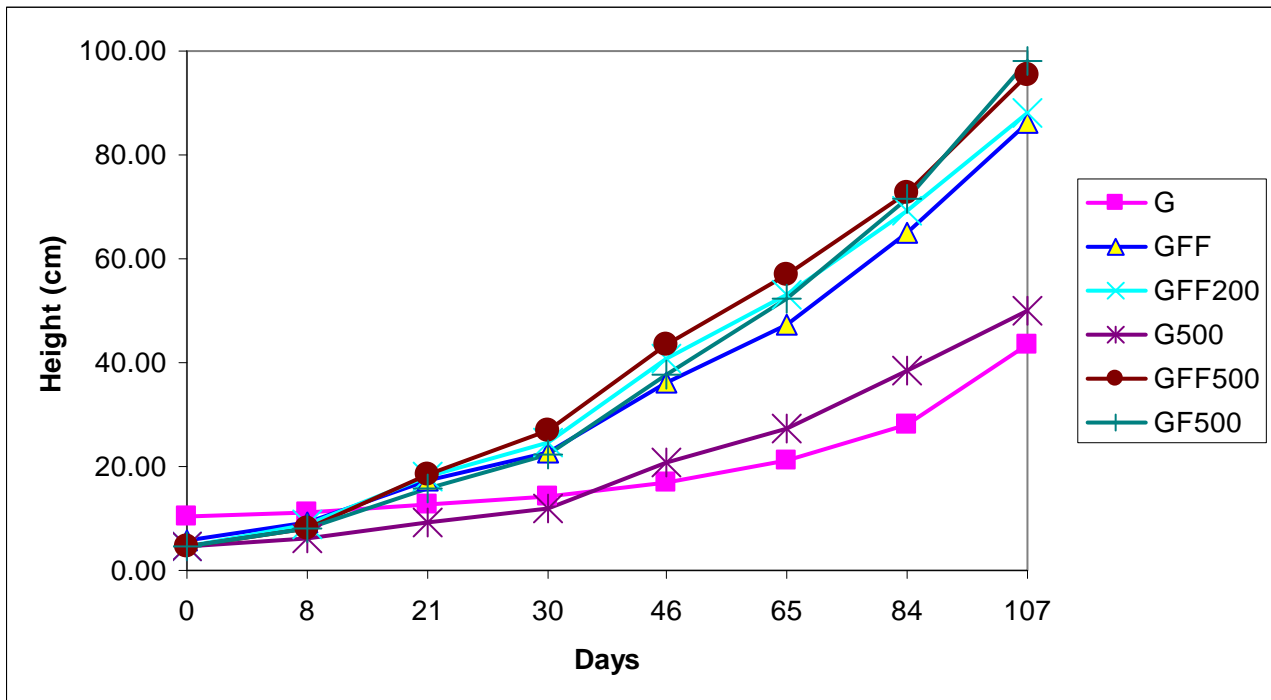
Μέσες τιμές στην ίδια σειρά ακολουθούμενες από διαφορετικό σύμβολο / γράμμα είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές

Η άποψη αυτή στηρίζεται περαιτέρω από τις παραμέτρους που καταγράφηκαν στην ομάδα GF500. Στην επέμβαση αυτή παρά τη μισή λίπανση, δεν υπάρχει στατιστική διαφορά με την ομάδα GFF, ενώ είναι ανώτερη από τις ομάδες GFF200 & GFF500 σε όλες τις παραμέτρους. Στην πλέον χαρακτηριστική παράμετρο, αυτή της παραγωγής (μέσο βάρος καρπών ανά φυτό), η συγκεκριμένη επέμβαση δίνει τις καλύτερες επιδόσεις με σημαντική διαφορά. Είναι ασφαλές λοιπόν να συμπεράνει κανείς ότι, τουλάχιστον για το αγγούρι, η χρήση ζεόλιθου μπορεί να οδηγήσει στην ίδια ή και καλύτερη παραγωγή / ανάπτυξη της καλλιέργειας με ταυτόχρονη μείωση του κόστους καλλιέργειας λόγω μειωμένη ανάγκης σε λίπανση ή καλύτερα λόγω βέλτιστης αξιοποίησης της λίπανσης.

3.5. Τομάτα

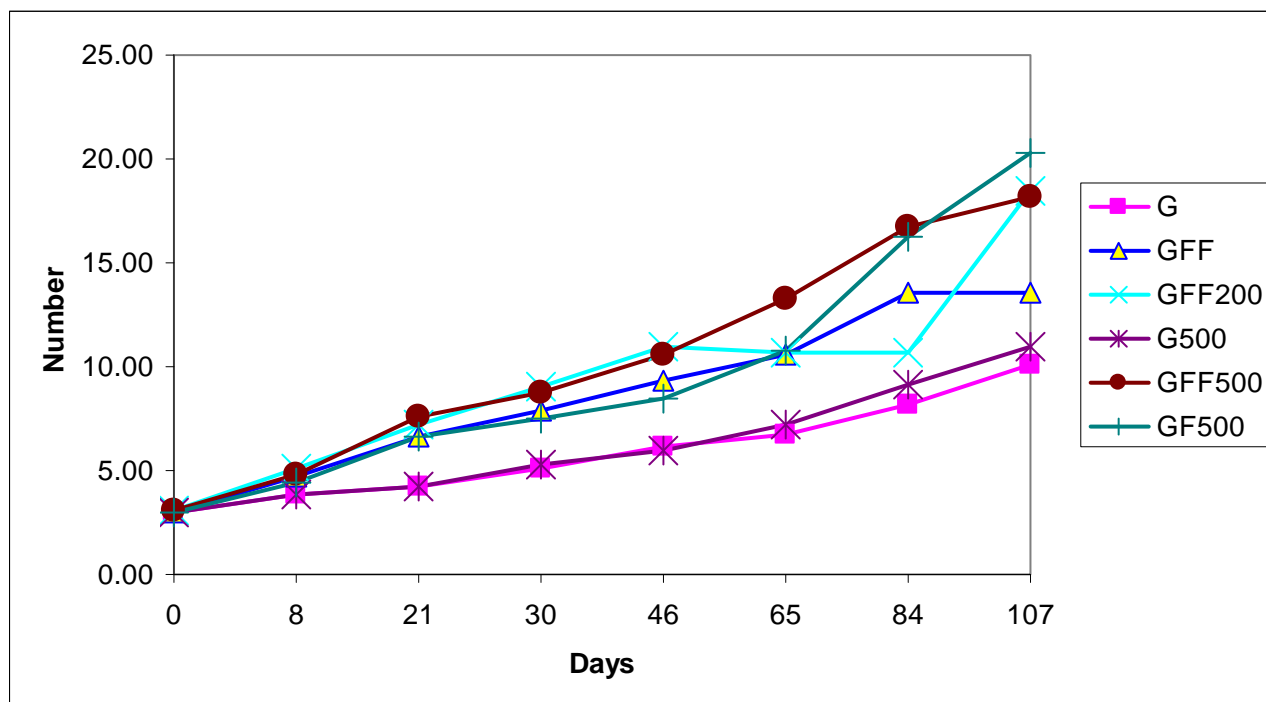
Όπως και στην περίπτωση του αγγουριού η λίπανση είναι ουσιαστική παράμετρος ανάπτυξης της καλλιέργειας. Όλες οι ομάδες στις οποίες έγινε λίπανση παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά βελτιωμένες επιδόσεις σε όλες

σχεδόν τις παραμέτρους όπως άλλωστε αποδεικνύεται από τα Διαγράμματα 3.3 & 3.4 και τον Πίνακα 3.6. Αν και η χρήση ζεόλιθου χωρίς λίπανση (G500) βελτίωσε τις επιδόσεις των φυτών σε σχέση με το σκέτο έδαφος (G) σε όλες τις παραμέτρους.



Διάγραμμα 3.3. Η μεταβολή του ύψους των φυτών τομάτας για τα έξι υποστρώματα στη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

Στατιστικά δεν καταγραφικέ κάποια σημαντική διαφορά. Η βελτιωμένη εικόνα μπορεί να οφείλεται και πάλι στην ικανότητα του ζεόλιθου να συγκρατεί ποσότητα θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στο υπόστρωμα και που με την άρδευση βρίσκονται σε υδατική φάση και αποπλύνονται. Στο σκέτος έδαφος η απουσία του ζεόλιθου μπορεί να οδηγεί στην απώλεια τους μέσα από την απορροή στη διάρκεια της άρδευσης. Αυτό υποστηρίζεται και από την ελαφριά μείωση στην αγωγιμότητα του υποστρώματος G μετά τη λήξη του πειράματος, μείωση που δεν παρατηρήθηκε στο υπόστρωμα της G500 παρέμβασης.



Διάγραμμα 3.4. Η μεταβολή του αριθμού φύλλων / πλάγιων βλαστών των φυτών τομάτας για τα έξι υποστρώματα στη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

Σε ότι αφορά την παρουσία ζεόλιθου στις ομάδες που λιπάνθηκαν είναι εμφανής η θετική επίδραση αν και πάλι στατιστικά αυτό δεν αποδεικνύεται ξεκάθαρα. Αυτό που μπορεί να συμπεράνει κανείς πάντως είναι ότι όπου γίνεται πλήρης λίπανση (GFF, GFF200, GFF500) η παρουσία του ζεόλιθου δρα ευεργετικά. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του GFF200 που παρά την παρουσία μικρότερης ποσότητας ζεόλιθου καταγράφονται οι μέγιστες αποδόσεις. Και πάλι ως βασική αιτία είναι η συγκράτηση των θρεπτικών στοιχείων και η απόδοσή τους στα φυτά τις ημέρες που γινόταν άρδευση χωρίς λίπανση. Η παρουσία των θρεπτικών στοιχείων ακόμα και όταν δε γινόταν λίπανση στο εδαφικό διάλυμα / νερό αποδεικνύεται και από τις τιμές του Πίνακα 3.4.

Το σημαντικότερο όμως θετικό στοιχείο είναι η συμπεριφορά των φυτών της ομάδας GF500 όπου παρά τη μισή λίπανση, δεν υπάρχει στατιστική διαφορά με

τις επιδόσεις των ομάδων που γινόταν κανονική λίπανση. Με εξαίρεση την παραγωγή (μέσο βάρος καρπών ανά φυτό) η συγκεκριμένη επέμβαση δίνει τις καλύτερες επιδόσεις σε όλες τις παραμέτρους. Είναι ασφαλές λοιπόν να συμπεράνει κανείς ότι και για τη τομάτα η χρήση ζεόλιθου μπορεί να οδηγήσει στην ίδια ανάπτυξη / παραγωγή της καλλιέργειας με ταυτόχρονη μείωση του κόστους καλλιέργειας λόγω μείωσης των αναγκών σε λίπανση και με ταυτόχρονη βελτίωση σειράς περιβαλλοντικών φαινομένων.

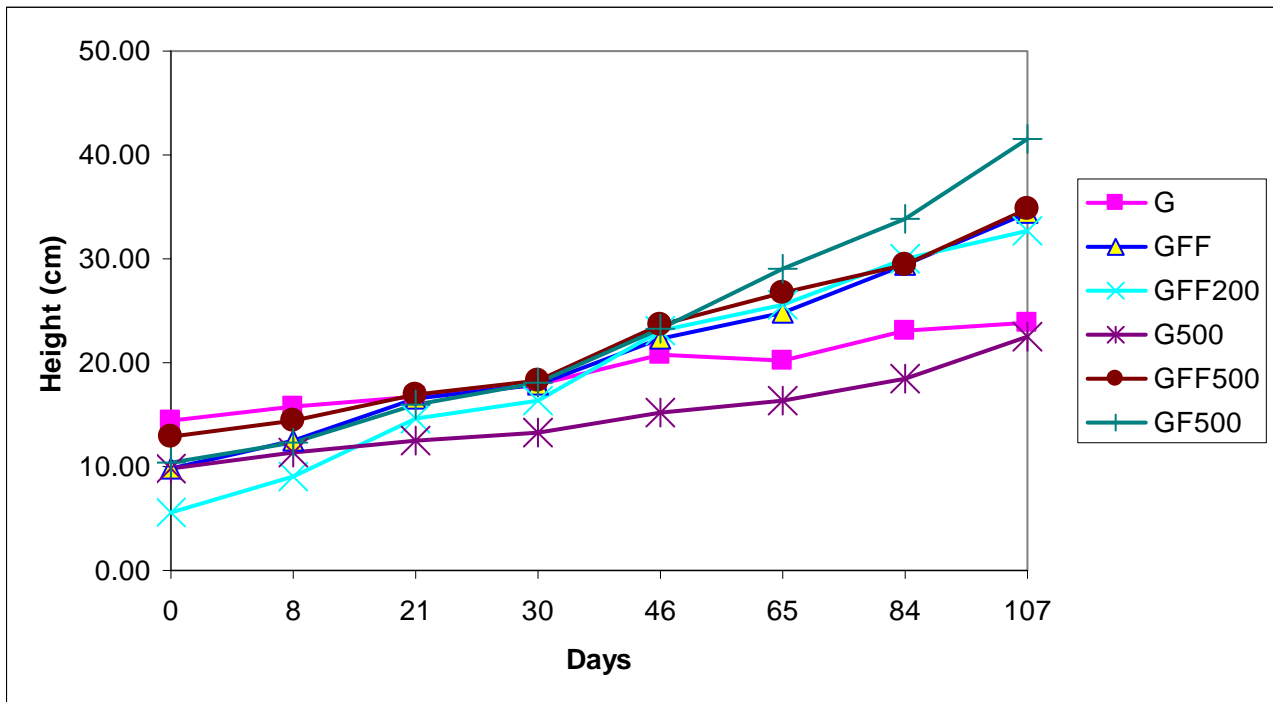
Πίνακας 3.6. Μέσες τιμές ανά φυτό ύψους, αριθμού πλαγίων βλαστών, ξηρού βάρους υπέργειου και υπόγειου τμήματος φυτών τομάτας καθώς και μέσης συνολικής συγκομιδής, ανά υπόστρωμα στο τέλος της πειραματικής περιόδου

Μέσες τιμές / φυτό	G	GFF	GFF200	G500	GFF500	GF500
Ύψος	43,31 b	86,00 a	88,00 a	50,00 b	95,30 a	98,13 a
Αριθμός πλαγίων βλαστών	10,08 b	13,60 b	18,50 a, b	11,00 b	18,20 a, b	20,25 a
ΞΒ υπέργειου τμήματος	4,21 b	18,89 a	18,20 a	5,66 b	22,93 a	26,50 a
ΞΒ υπόγειου τμήματος	1,41 b	4,03 b	3,78 b	1,61 b	8,09 a	12,44 a
Βάρος καρπών	33,33 b	243,75 a	297,50 a	47,50 b	283,00 a	214,38 a

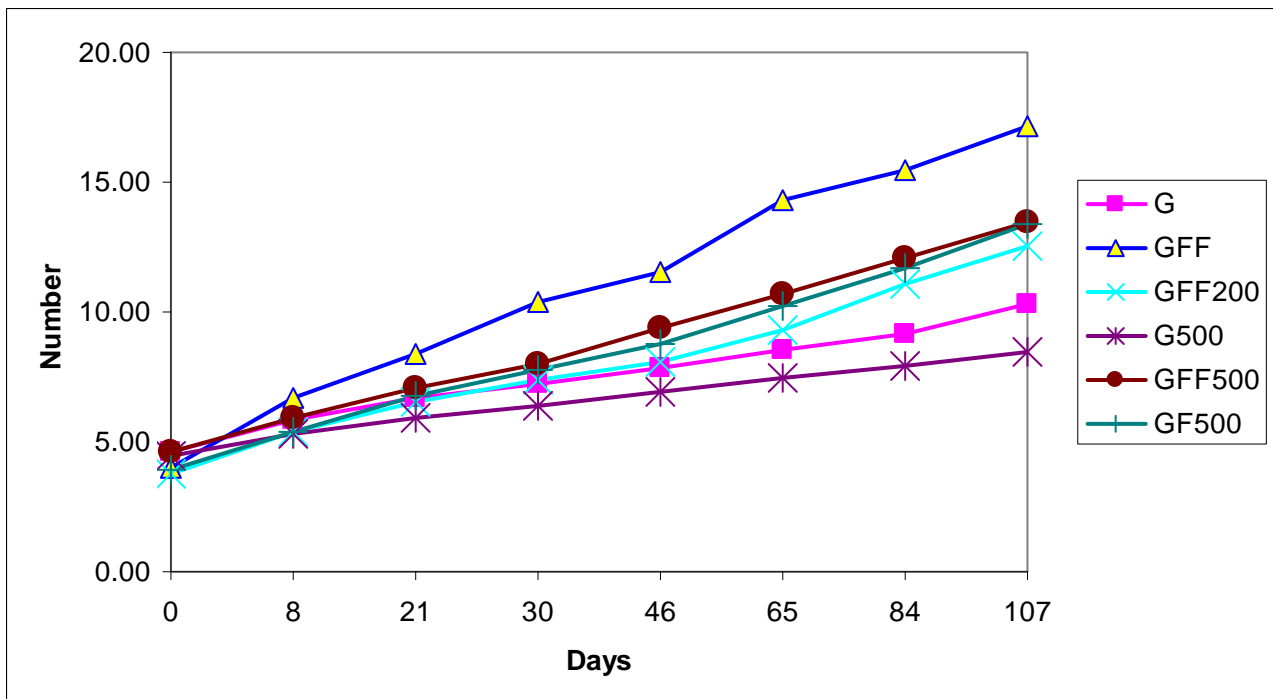
Μέσες τιμές στην ίδια σειρά ακολουθούμενες από διαφορετικό σύμβολο / γράμμα είναι διαφορετικές στατιστικά σημαντικές

3.6. Πιπεριά

Στην περίπτωση της πιπεριάς η χρήση ζεόλιθου χωρίς λίπανση (G500) δε βελτίωσε τις επιδόσεις των φυτών σε σχέση με το σκέτο έδαφος (G), χωρίς όμως να καταγραφεί κάποια σημαντική διαφορά σε όλες σχεδόν τις παραμέτρους που παρακολούθηθηκαν και συνεκτιμήθηκαν. Στη παραγωγή όμως η ομάδα G500 εμφανίζεται καλύτερη όπως συνέβη και στις άλλες δύο καλλιέργειες (Πίνακας 3.7).



Διάγραμμα 3.5. Η μεταβολή του ύψους των φυτών πιπεριάς για τα έξι υποστρώματα στη διάρκεια της πειραματικής περιόδου



Διάγραμμα 3.6. Η μεταβολή του αριθμού φύλλων / πλάγιων βλαστών των φυτών πιπεριάς για τα έξι υποστρώματα στη διάρκεια της πειραματικής περιόδου

Σε ότι αφορά την παρουσία ζεόλιθου στις ομάδες που λιπάνθηκαν είναι εμφανής η θετική επίδραση αν και πάλι στατιστικά αυτό δεν αποδεικνύεται ξεκάθαρα με εξαίρεση την παραγωγή. Χαρακτηριστική είναι και πάλι η περίπτωση του GFF200 που παρά την παρουσία μικρότερης ποσότητας ζεόλιθου καταγράφονται οι μέγιστες αποδόσεις που σε ότι αφορά την παραγωγή είναι και στατιστικά σημαντικές. Η επέμβαση GFF500 καταγράφει υψηλότερες τιμές από την ομάδα GFF γεγονός που στηρίζει την ευεργετική παρουσία του ζεόλιθου (Διαγράμματα 3.5 & 3.6).

Και πάλι όμως το πλέον θετικό μήνυμα έρχεται από την ομάδα GF500 όπου παρά τη μισή λίπανση είναι ανταγωνιστική με την ομάδα GFF200 και καλύτερη από τις GFF & GFF500. Αυτό μπορεί να αναδεικνύει τη δυνατότητα των συγκεκριμένων ποικιλιών να αντιδρούν καλύτερα σε υψηλές συγκεντρώσεις λίπανσης. Είναι ασφαλές επίσης να συμπεράνει κανείς ότι και για την πιπεριά η χρήση ζεόλιθου μπορεί να οδηγήσει στην ίδια ανάπτυξη / παραγωγή της καλλιέργειας με ταυτόχρονη μείωση του κόστους καλλιέργειας λόγω μείωσης των αναγκών σε λίπανση ή ακόμα καλύτερα να αυξήσει την παραγωγή με την ίδια ποσότητα λίπανσης.

Πίνακας 3.7. Μέσες τιμές ανά φυτό ύψους, αριθμού πλαγίων βλαστών, ξηρού βάρους υπέργειου και υπόγειου τμήματος φυτών πιπεριάς καθώς και μέσης συνολικής συγκομιδής, ανά υποστρώμα στο τέλος της πειραματικής περιόδου

Μέσες τιμές / φυτό	G	GFF	GFF200	G500	GFF500	GF500
Ύψος	23,80 b	34,50 a	32,73 a	22,53 b	34,87 a	41,50 a
Αριθμός πλαγίων βλαστών	10,33 a	17,14 a	12,53 a	8,47 a	13,47 a	13,36 a
ΞΒ υπέργειου τμήματος	0,91 c	17,29 a	24,99 a	1,91 c	11,42 b	20,56 a
ΞΒ υπόγειου τμήματος	1,28 b	3,87 a	5,14 a	1,72 b	4,58 a	5,68 a
Βάρος καρπών	30,00 c	230,00 b	480,00 a	40,00 c	340,00 b	450,00 a

Μέσες τιμές στην ίδια σειρά ακολουθούμενες από διαφορετικό σύμβολο / γράμμα είναι διαφορετικές στατιστικά σημαντικές

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τόσο για την τομάτα όσο και για την πιπεριά η χρήση του ζεόλιθου είναι ευεργετική για μια καλλιέργεια όταν είναι σε μικρή ποσότητα (200 kg / στρέμμα) και η καλλιέργεια λιπαίνεται πλήρως. Αντίθετα η χρήση ζεόλιθου φαίνεται να προκαλεί αρνητικά αποτελέσματα στην καλλιέργεια της αγγουριάς όταν αυτή δέχεται πλήρη λίπανση ανεξάρτητα από την ποσότητα του ζεολίθου (200 ή 500 kg / στρέμμα). Η αύξηση της αλατότητας του υδατικού διαλύματος και γενικότερα του υποστρώματος λόγω της αυξημένης διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων που προκαλούσε ο ζεόλιθος, σε συνδυασμό με τη μεγαλύτερη ευαισθησία της αγγουριάς, φαίνεται να είναι η αιτία για αυτό το αποτέλεσμα.

Η χρήση ζεόλιθου όταν πραγματοποιούταν μισή λίπανση (GF500) προκάλεσε θετική επίδραση στις καλλιέργειες που καταγράφηκε με τη μη στατιστική διαφοροποίηση των φυτών της ομάδας αυτής σε σχέση με τα φυτά των άλλων ομάδων (GFF, GFF200, GFF500). Στην περίπτωση μάλιστα της αγγουριάς η ομάδα αυτή καταγράφει βέλτιστες τιμές σε όλες τις παραμέτρους σε σχέση με όλες τις άλλες ομάδες. Αυτό αποτελεί μια ισχυρή ένδειξη ότι η χρήση ζεόλιθου μπορεί να μειώσει σημαντικά το κόστος καλλιέργειας μέσα από την καλύτερη αξιοποίηση μια μειωμένης λίπανσης.

Η ερευνητική αυτή προσπάθεια λόγω της μικρής της διάρκειας και των περιορισμένων επεμβάσεων αφήνει αναπάντητα μια σειρά ερωτημάτων που μελλοντικές ερευνητικές δραστηριότητες θα πρέπει να κληθούν να απαντήσουν, όπως:

- Ποια είναι η χρονική διάρκεια της θετικής επίδρασης του ζεολίθου ως συστατικό ενός εδαφικού υποστρώματος. Αυτό το ζήτημα είναι εξαιρετικά σημαντικό καθώς θα προσδιορίσει σε σημαντικό βαθμό τόσο τη βιωσιμότητα της χρήσης του υλικού αυτού όσο και την πιθανή εμπορική αξιοποίηση του.
- Ποια είναι η επίδραση του ζεόλιθου στη φυσιολογία του φυτού. Πιθανολογείται ότι η παρουσία του ζεόλιθου απλώς επιταχύνει την ανάπτυξη των φυτών χωρίς στο σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου να επιφέρει ουσιαστικές διαφορές. Το γεγονός ότι στη συγκεκριμένη πειραματική προσπάθεια η καλλιέργεια δεν έκλεισε το φυσικό βιολογικό της κύκλο δεν επιτρέπει να βγουν συμπεράσματα για αυτό το θέμα. Πιθανότατα η μεγαλύτερη συγκομιδή στην παρουσία του ζεόλιθου να είναι απλώς μια πρόιμη συγκομιδή και συνολικά να μην υπάρχουν διαφορές.
- Ποια είναι η συνολική περιβαλλοντική επίδραση της παρουσίας του ζεόλιθου σε υποστρώματα συμβατικών καλλιεργειών. Αυτό θα απαιτήσει συστηματική έρευνα σε ότι αφορά τόσο την έκλυση θρεπτικών στοιχείων από της λιπασμένες εκτάσεις, όσο, και αυτό είναι

σημαντικό μια συνολική Life Cycle Analysis στην οποία όλες οι παράμετροι (συμπεριλαμβανομένων και ενεργειακών) θα ληφθούν υπόψη.

5. ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ

Δρ Θρασύβουλος Μανιός,

Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης

Γεωπόνος – Χημικός Μηχανικός

Επιστημονικός Υπεύθυνος

Γιάννης Σαμπαθιανάκης

Τεχνολόγος Γεωπόνος

Εργαστηριακός Συνεργάτης ΤΕΙ Κρήτης

Αρτεμης Πόκκια & Αποστόλης Μιχαηλίδης

Τελειόφοιτοι Σπουδαστές Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας, ΤΕΙ Κρήτης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Πετρολογία Ιζηματογενών Πετρωμάτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Αναννίας Ε. Τσιραμπίδης, 1996
- Mineralogy and geology of natural zeolites, Mineralogical Society of America, F.A. Mumpton, 1977
- Μανιός Β. 1999. Γενική λαχανοκομία . Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- Πεδιαδιτάκης Γ. 1999. Ειδική Λαχανοκομία Ι. Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας
- Πεδιαδιτάκης Γ. 2002. Ειδική Λαχανοκομία ΙΙ. Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας.
- Τσιτσιάς, Κ.Κ., 1997. Λιπασματολογία.. Α.Τ.Ε.Ι Λάρισας , Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- Πεδιαδιτάκης Γ. 2002. Ειδική Λαχανοκομία ΙΙ. Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας.
- Τσιραμπίδης Α. 1991. Μελέτη των ζεολιθοφόρων ηφαιστειοκλαστικών ιζημάτων των Μεταξάδων Έβρου.