



Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΘΕΚΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη της επίδρασης διαφορετικών υδατικών συνθηκών υδροπονικής καλλιέργειας σε ελαφρόπετρα λευκής ποικιλίας Μελιτζάνας στην ανάπτυξη ποιότητα και παραγωγή των φυτών και της συσσώρευσης τριτερπενοειδών και φυτικών στερολών.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΛΥΣΙΚΑΤΟΣ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2013

Τ.Ε.Ι. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΘΕΚΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη της επίδρασης διαφορετικών υδατικών συνθηκών υδροπονικής καλλιέργειας σε ελαφρόπετρα λευκής ποικιλίας Μελιτζάνας στην ανάπτυξη ποιότητα και παραγωγή των φυτών και της συσσώρευσης τριτερπενοειδών και φυτικών στερολών.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΛΥΣΙΚΑΤΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΩΤΣΙΡΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2013

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη του Αθανάσιου Κώτσιρα τον οποίο και ευχαριστώ για την καθοδήγηση και υποστήριξη του. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα επίσης να απευθύνω στους καθηγητές μου Χρήστο Μουρούτογλου και Κώστα Δελή για τη βοήθεια και τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής συμβάλλοντας έτσι στην ολοκλήρωση του συγκεκριμένου πονήματος.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	6
Εισαγωγή.....	7
Κεφάλαιο 1: Η τεχνική καλλιέργειας της μελιτζάνας	8
1.1 Γενικά στοιχεία	8
1.2 Επιρροή των περιβαλλοντικών παραγόντων	8
1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	9
1.4 Ποικιλίες.....	9
1.5 Σπορά και μεταφύτευση.....	10
1.6 Προετοιμασία του εδάφους	11
1.7 Κλάδεμα.....	11
1.8 Λίπανση.....	11
1.9 Συγκομιδή και αποθήκευση.....	12
1.10 Ζωικοί εχθροί και ασθένειες	13
1.10.1 Ασθένειες	13
1.10.2 Ζωικοί εχθροί	15
1.11 Η καλλιέργεια της μελιτζάνας υπό υδροπονικές συνθήκες.....	15
1.12 Η ελαφρόπετρα ως υπόστρωμα ανάπτυξης	17
Κεφάλαιο 2: Ποιοτικά χαρακτηριστικά της μελιτζάνας	18
2.1 Εμφάνιση και άλλες προδιαγραφές μελιτζάνας.....	18
2.2 Υφή και βιοχημικά χαρακτηριστικά της μελιτζάνας.....	19
2.3 Στοιχεία συσχέτισης ποιοτικών χαρακτηριστικών της μελιτζάνας με την υγεία του ανθρώπου.....	21
2.4 Τριτερπενοειδή/ φυτικές στερόλες.....	21
Κεφάλαιο 3: Σκοπός της πειραματικής έρευνας- Υλικά και μέθοδοι.....	23

3.1 Σκοπός της έρευνας.....	23
3.2 Πειραματικός σχεδιασμός	23
3.2.1 Φυτικό υλικό και θρεπτικά υποστρώματα	25
3.2.2 Θρεπτικά διαλύματα και στρατηγικές άρδευσης.....	26
3.2.2.3 Άλλες επεμβάσεις στην καλλιέργεια των φυτών.....	34
3.3 Μετρήσεις	35
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα - Συμπεράσματα	37
4.1 Αποτελέσματα μετρήσεων παραμέτρων ανάπτυξης των φυτών.....	37
4.1.1 Ύψος φυτών	37
4.1.2 Αριθμός φύλλων κεντρικού στελέχους	38
4.1.3 Αριθμός φύλλων δευτερεύοντος στελέχους	38
4.1.4 Μετρήσεις χλωροφύλλης - Spad.....	39
4.1.5 Αριθμός ανοικτών ανθέων	40
4.4 Συμπεράσματα.....	41
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	42
Ξένα Βιβλιογραφία	43
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	45

Περίληψη

Η μελιτζάνα (*Solanum melongena*) είναι ένα φυτό της οικογένειας των σολανωδών, ιδιαίτερα δημοφιλές στη χώρα μας και με μεγάλη διατροφική αξία. Ωστόσο, οι πληροφορίες που αφορούν την υδροπονική καλλιέργεια του φυτού αυτού είναι αρκετά περιορισμένες. Για το λόγο αυτό, η παρούσα εργασία, έχει ως σκοπό να εμπλουτίσει τις πληροφορίες για τις ευνοϊκές συνθήκες καλλιέργειάς του εκτός εδάφους. Το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ελαφρόπετρα, καθώς πρόκειται για υπόστρωμα με πολλά πλεονεκτήματα. Ο κύριος στόχος της εργασίας ήταν η ανεύρεση της καταλληλότερης διαχείρισης άρδευσης σε καλλιέργεια μελιτζάνας ποικιλίας "Λευκή Σαντορίνης".

Η αξιολόγηση της υδροπονικής καλλιέργειας μελιτζάνας έγινε μέσω της αξιολόγησης διαφόρων παραμέτρων όπως είναι η ανάπτυξη των φυτών και η παραγωγικότητά τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, προωθούν ως πιο ευεργετικές για τα φυτά τις πιο πλούσιες υδατικές συνθήκες μεταξύ των τριών που αξιολογήθηκαν. Επίσης, εκτός από τις υδατικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της υδροπονικής καλλιέργειας μελιτζάνας, μεγάλη επιρροή στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα των φυτών αποδείχτηκε να έχει και η ποικιλία του φυτού.

Εισαγωγή

Στις μέρες μας, η ολοένα αυξανόμενη ζήτηση υγιεινών τροφίμων έχει οδηγήσει σε αυξημένη κατανάλωση κηπευτικών προϊόντων. Παράλληλα, η ανάπτυξη καλλιεργειών εκτός εδάφους έχει αρχίσει να αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς λόγω των πλεονεκτημάτων που έχει έναντι άλλων μεθόδων καλλιέργειας. Στην εργασία αυτή, γίνεται προσπάθεια να εμπλουτισθούν οι ήδη υπάρχουσες πληροφορίες για τις καλλιέργειες εκτός εδάφους και συγκεκριμένα, οι πληροφορίες που αφορούν την υδροπονική καλλιέργεια μελιτζάνας, ο καρπός της οποίας ανταποκρίνεται σε ένα υγιεινό διατροφολόγιο. Επίσης μέσα από την εργασία αυτή, αξιολογείται η ελαφρόπετρα, ως υπόστρωμα ανάπτυξης της μελιτζάνας.

Στο πρώτο Κεφάλαιο της εργασίας αυτής, δίνονται βιβλιογραφικά στοιχεία σχετικά με την καλλιέργεια της μελιτζάνας, την υδροπονία ως μέθοδο καλλιέργειας και την ελαφρόπετρα ως υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών υδροπονικής καλλιέργειας. Στο δεύτερο Κεφάλαιο, δίνονται πληροφορίες σχετικά με την βιοχημική σύσταση της μελιτζάνας και τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει προκειμένου να χαρακτηριστεί ποιοτικά καλή. Επίσης αναφέρονται πληροφορίες που συνδέουν τη βιοχημική σύσταση της μελιτζάνας με τη διατροφή και την υγεία του ανθρώπου. Στο τρίτο Κεφάλαιο αναλύεται ο σκοπός της εργασίας αυτής και η μέθοδος που επιλέχθηκε για να υλοποιηθεί η υδροπονική καλλιέργεια μελιτζάνας προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός. Τέλος, στο τέταρτο Κεφάλαιο, παρατίθενται τα αποτελέσματα και η συζήτηση, προκειμένου να γίνει αξιολόγηση των διαφορετικών επιπέδων διαχείρισης της άρδευσης σε υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας μελιτζάνας σε ελαφρόπετρα.

Κεφάλαιο 1: Η τεχνική καλλιέργειας της μελιτζάνας

1.1 Γενικά στοιχεία

Η μελιτζάνα (*Solanum melongena*) ανήκει στην οικογένεια Solanaceae γνωστή και ως οικογένεια των σολανωδών. Η πλειοψηφία των καρπών μελιτζάνας που καταναλώνεται παράγεται σε υπαίθριες καλλιέργειες, αλλά η αυξημένη ζήτηση των καρπών του φυτού αυτού έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια σε αύξηση του ενδιαφέροντος για την καλλιέργειά του υπό 'προστατευτικές' συνθήκες (Ολύμπιος, 2001). Η μελιτζάνα βρίσκει χρήση κυρίως στη διατροφή του ανθρώπου αλλά διάφορα τμήματα του φυτού αυτού χρησιμοποιούνται και σε άλλους τομείς όπως είναι η ιατρική ή ακόμα και ως διακοσμητικά στοιχεία (Bukenyi-Ziaraba and Bonsu, 2004).

1.2 Επιρροή των περιβαλλοντικών παραγόντων

Γενικά, η ανάπτυξη της μελιτζάνας είναι μειωμένη σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 20 °C και ανώτερες των 40 °C. Πρόκειται για φυτό, με μεγαλύτερες θερμοκρασιακές απαιτήσεις από τα άλλα φυτά που ανήκουν στην οικογένεια αυτή και δεν αντέχει σε περιβάλλοντα με θερμοκρασίες χαμηλότερες των 12 °C. Επίσης, η μελιτζάνα είναι φωτόφιλη αν και δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι είναι σημαντικά εξαρτώμενη από το μήκος της ημέρας. Υπάρχουν όμως ενδείξεις, ότι κάτω από συνθήκες φτωχού φωτισμού σε συνδυασμό με τροφοδότηση νερού και αζώτου σε πλεόνασμα, προκαλούν ανθόπτωση και γιγαντισμό των φύλλων. Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη της μελιτζάνας είναι η ποσότητα του παρεχόμενου νερού. Όταν κατά την περίοδο της καρποφορίας, γίνεται παροχή νερού σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα τότε η τροφοδότηση του καρπού με ασβέστιο είναι επίσης ακανόνιστη, έχοντας διάφορα αρνητικά αποτελέσματα όπως είναι για παράδειγμα η ανεπιθύμητη ανθοφορία (Daunay and Chadha, 2004). Όπως γίνεται έντονα αντιληπτό, οι αρνητικές αυτές επιπλοκές είναι πιο εύκολο να συμβούν

όταν το νερό διατίθεται μέσω βροχοπτώσεων παρά όταν διατίθεται μέσω ελεγχόμενων συνθηκών όπως είναι αυτές του θερμοκηπίου.

1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η μελιτζάνα στη χώρα μας καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό. Πρόκειται για ορθόκλαδο φυτό με ύψος που κυμαίνεται μεταξύ 60 cm και 120 cm, όσο δηλαδή και το βάθος που μπορεί να φτάσει το ριζικό της σύστημα. Τα φύλλα της είναι μεγάλου μεγέθους, ελλειψοειδούς σχήματος, σαρκώδη και καλυμμένα με χνούδι και από τη βάση αυτών εξέρχεται πλευρικός βλαστός. Ο κάλυκας έχει υφή παρόμοια με αυτή των φύλλων, δηλαδή είναι σαρκώδης και καλύπτεται από χνούδι. Οι βλαστοί της μελιτζάνας είναι κυλινδρικοί, αρχικά πωύδεις, και με την πάροδο του χρόνου έχουν την τάση να ξυλοποιούνται (Ολύμπιος, 2001; MoEF, 2010).

Τα άνθη πρώιμων ποικιλιών μελιτζάνας εμφανίζονται είτε ως μονήρη είτε 2-3 μαζί σε ταξιανθίες μετά την δημιουργία του 6^{ου} πραγματικού φύλλου. Στις όψιμες ποικιλίες, αυτό συμβαίνει μετά την εμφάνιση του 14^{ου} πραγματικού φύλλου. Ανάλογα με το μήκος του στύλου των ανθέων, τα τελευταία διακρίνονται σε μακρόστυλα, μεσαία-μακρόστυλα, ψευδοκοντόστυλα και πραγματικά κοντόστυλα άνθη. Ο δε καρπός της είναι ράγα, με λεία και γυαλιστερή επιφάνεια και ανάλογα με την καλλιεργούμενη ποικιλία, το χρώμα και το σχήμα τους ποικίλει. Οι σπόροι της, είναι λείοι και έχουν δισκοειδές σχήμα (Ολύμπιος, 2001; Daupay and Chadha, 2004; MoEF, 2010).

1.4 Ποικιλίες

Η πιο δημοφιλής ποικιλία μελιτζάνας που καλλιεργείται στην Ελλάδα, είναι η ποικιλία 'Λαγκαδά'. Πρόκειται για ποικιλία μελιτζάνας που χαρακτηρίζεται από μεγάλη παραγωγικότητα. Οι παραγόμενοι καρποί είναι μεγάλοι σε μέγεθος, έχουν μελανόμαυρο χρώμα, σχήμα επίμηκες και κυλινδρικό και θεωρούνται άριστης ποιότητας. Η ποικιλία 'Λαγκαδά' είναι εύρωστη και μεσοπρώιμη σε αντίθεση με μια άλλη πολύ δημοφιλή ποικιλία μελιτζάνας την 'Τσακωνική', η οποία είναι πρώιμη. Οι δε καρποί της ποικιλίας 'Τσακωνική', έχουν το ίδιο σχήμα με τους καρπούς της

ποικιλίας 'Λαγκαδά' αλλά το χρώμα τους είναι ιώδες με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους, την ύπαρξη λευκών λωρίδων. Η ποικιλία αυτή είναι υψηλής παραγωγικότητας και ποιότητας (Τσιβελίκας και Μπλέτσος, 2012). Μια άλλη πρώιμη ποικιλία μελιτζάνας που καλλιεργείται ευρέως στην Ελλάδα, είναι η μελιτζάνα Σύρου, που παράγει καρπούς παρόμοιου χρώματος με αυτούς της ποικιλίας 'Λαγκαδά' αλλά είναι πολύ μεγαλύτεροι (Δεληόγλου, 2010).

Άλλες κοινές ποικιλίες μελιτζάνας που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα είναι η Black beauty (καλής ποιότητας, πρώιμη ποικιλία), η Long purple, η Black magic, η Άργους αλλά και διάφορα υβρίδια με υψηλές αποδόσεις (Ολύμπιος, 2001).

Η δε ποικιλία μελιτζάνας «Λευκή Σαντορίνης», σύμφωνα με τον Τσιβελίκα και Μπλέτσο (2012), δεν αποτελεί ακόμα εμπορεύσιμη ποικιλία, καθώς δεν είναι εγγεγραμμένη στον Εθνικό Κατάλογο Ποικιλιών Κηπευτικών. Για την εγγραφή της «Λευκής Σαντορίνης» στον κατάλογο αυτό δραστηριοποιείται το Εθνικό Ινστιτούτο Αγροτικής Έρευνας έτσι ώστε να διασφαλιστεί η επίσημη εμπορία της. Η ποικιλία αυτή ξεχωρίζει για την πολύ καλή γεύση των καρπών της, το μεγάλο μήκος τους και το λευκό χρωματισμό τους (Θανόπουλος, 2010).

1.5 Σπορά και μεταφύτευση

Συνήθως, η σπορά της μελιτζάνας λαμβάνει χώρα μέσα σε δίσκους σε βάθος περίπου 1,5 cm μέχρι να βλαστήσει το φυτό, το οποίο έπειτα μεταφυτεύεται σε ατομικές γλάστρες ή στο έδαφος. Στην άριστη θερμοκρασία σποράς (25 °C), οι σπόροι φυτρώνουν σε οκτώ περίπου ημέρες, και αφού ολοκληρωθεί η περίοδος βλάστησης, η θερμοκρασία στο σπορείο δεν πρέπει να ξεπερνά τους 25 °C. Κατά το στάδιο αυτό, η άρδευση θα πρέπει να επιτρέπει στα υποστρώματα να μην είναι ούτε ξηρά αλλά ούτε και πολύ υγρά και η ενδεχόμενη εφαρμογή λίπανσης να εστιάζει κυρίως στην τροφοδοσία αζώτου. Στην Ελλάδα, η σπορά λαμβάνει χώρα συνήθως περί τα μέσα Αυγούστου έως και τα μέσα Σεπτεμβρίου (Ολύμπιος, 2001).

Η δε μεταφύτευση πραγματοποιείται περίπου 4-8 εβδομάδες μετά τη σπορά τους, ανάλογα με το πότε το φυτό θα αποκτήσει 4 πραγματικά φύλλα. Η ανάπτυξη των 4 πρώτων πραγματικών φύλλων, συμβαίνει όταν το νεαρό φυτάριο μελιτζάνας

έχει ύψος περίπου 15 cm. Οι αποστάσεις φύτευσης, συνιστώνται ως εξής: 1-1,2 m μεταξύ των γραμμών και 0,6-0,75 m μεταξύ των φυτών (Ολύμπιος, 2001).

1.6 Προετοιμασία του εδάφους

Όταν τα φυτά της μελιτζάνας καλλιεργούνται στο θερμοκήπιο, όπως συνέβη και στο πείραμα της παρούσας εργασίας, γίνεται προετοιμασία του εδάφους στο οποίο θα καλλιεργηθούν τα φυτά. Καθώς όμως στη συγκεκριμένη εργασία, πραγματοποιήθηκε υδροπονική καλλιέργεια και όχι καλλιέργεια στο έδαφος, αναφέρεται εν συντομία, μόνο ότι τα κατάλληλα εδάφη του θερμοκηπίου για καλλιέργεια μελιτζάνας θεωρούνται αυτά τα οποία είναι βαθιά, γόνιμα, από ελαφριάς έως μεσαίας σύστασης και με pH περίπου 5,5 έως 7,2 (Ολύμπιος, 2001). Άλλες μελέτες αναφέρουν ότι η μελιτζάνα ευδοκίμει σε εδάφη καλά στραγγιζόμενα με pH 5,5 έως 6 (MoEF, 2010).

1.7 Κλάδεμα

Ο αριθμός των βλαστών ο οποίος πρέπει να αφήνεται ανά φυτό μελιτζάνας εξαρτάται κυρίως από την επιθυμητή πυκνότητα φύτευσης και από την εποχή φύτευσης. Όταν η φύτευση γίνεται φθινόπωρο πρέπει να αφήνονται λιγότεροι βλαστοί στο φυτό σε σύγκριση με την εαρινή φύτευση. Αν και οι βλαστοί της μελιτζάνας μετά τα αρχικά στάδια της ανάπτυξης τους ξυλοποιούνται είναι αρκετά εύθραυστοι για να μπορέσουν να σηκώσουν το βάρος των καρπών του φυτού, καθιστώντας ευεργετική τη στήριξη/υποστήλωση του (Ολύμπιος, 2001).

1.8 Λίπανση

Η εφαρμογή λίπανσης πρέπει να εξαρτάται από τις καλλιεργητικές τεχνικές του παραγωγού, τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους και την διαθέσιμη ποσότητα νερού στα φυτά (Daunay and Chadha, 2004). Καθώς η εργασία αυτή αφορά την υδροπονική καλλιέργεια της μελιτζάνας και επομένως είναι εκτός εδάφους

καλλιέργεια, οι πληροφορίες σχετικά με τις εφαρμογές λίπανσης εδάφους θα δοθούν εν συντομία.

Η τροφοδοσία του φυτού με άζωτο θα πρέπει να μη δημιουργεί συνθήκες πλεονάσματος του αζώτου, διότι τότε προωθείται η ανάπτυξη των βλαστικών τμημάτων των φυτών εις βάρος των καρπών τους. Για καλύτερα αποτελέσματα το άζωτο θα πρέπει να εφαρμόζεται σε τρεις δόσεις (6, 10 και 15 εβδομάδες μετά την μεταφύτευση) (Daunay and Chadha, 2004). Ο Ολύμπιος συνιστά να γίνονται δυο εφαρμογές λίπανσης, η βασική (κατά την προετοιμασία του εδάφους) και η επιφανειακή (3-4 εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση), αλλά αναφέρει ότι η επιφανειακή λίπανση μπορεί να δοθεί σε δόσεις. Η βασική λίπανση πρέπει να περιλαμβάνει ενσωμάτωση κοπριάς (3-4 τόνους/στρέμμα) και χημικών λιπασμάτων (80 kg/στρέμμα υπερφωσφορικού και 60 kg/στρέμμα θειικού καλίου). Η επιφανειακή λίπανση πρέπει να συμπεριλαμβάνει άζωτο και κάλιο στην εξής αναλογία: N:K₂O-1:1 (ή αλλιώς 120 g KNO₃ και 110 g NH₄NO₃/lt το οποίο θα πρέπει να αραιώνεται σε 200 lt νερό).

1.9 Συγκομιδή και αποθήκευση

Η έναρξη της συγκομιδής πρέπει να τοποθετείται χρονικά περίπου 3,5 έως 5 μήνες μετά τη σπορά, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στην καλλιέργεια και την ποικιλία που χρησιμοποιείται. Η συγκομιδή των καρπών μελιτζάνας που έχουν σχεδόν πλήρες μέγεθος και των οποίων οι σπόροι δεν είναι ώριμοι, θα πρέπει να συγκομίζονται περίπου 1-3 φορές εβδομαδιαίως έτσι ώστε τα προϊόντα να προετοιμάζονται για τον καταναλωτή. Το σωστό στάδιο ωρίμανσης του καρπού για αποκοπή από το φυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό μέσω του αποχρωματισμού της 'μύτης' του καρπού, δηλαδή το σημείο έναντι του μίσχου. Από τη στιγμή που θα εμφανισθεί αυτός ο αποχρωματισμός, η συγκομιδή πρέπει να γίνει εντός μιας εβδομάδας έτσι ώστε να μην υποβαθμισθεί η ποιότητα του καρπού. Ένα άλλο κριτήριο ωριμότητας του καρπού είναι το αποτύπωμα που μπορεί να αφήσει ο αντίχειρας του ανθρώπου έπειτα από άσκηση πίεσης στον καρπό (Ολύμπιος, 2001).

Παράλληλα, με αυτή τη στρατηγική συγκομιδής, οι καρποί αποκόπτονται από το φυτό στο σωστό στάδιο ωρίμανσής τους ενώ ταυτόχρονα αποφεύγεται και η

εξάντληση των φυτών και επομένως ευνοείται η ανάπτυξη και η παραγωγικότητα τους. Επίσης, η κατάλληλη χρονική στιγμή της ημέρας για συγκομιδή τοποθετείται στις πρώτες πρωινές ώρες (Ολύμπιος, 2001; Daunay and Chadha, 2004).

Οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί των καρπών της μελιτζάνας είναι επίσης πολύ σημαντικοί για τη καλή διατήρηση των προϊόντων, διότι μετά τη συγκομιδή η ποιότητά τους μειώνεται με γρήγορους ρυθμούς. Συγκεκριμένα, μετά τη συγκομιδή, οι μελιτζάνες αφυδατώνονται, αποχρωματίζονται και χάνουν και τη λεία υφή τους. Για το λόγο αυτό, οι καρποί μετά τη συγκομιδή θα πρέπει να αποθηκεύονται άμεσα υπό συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών και σκιάς και να πωλούνται εντός λίγων ημερών. Υπό ελεγχόμενες συνθήκες αποθήκευσης, οι μελιτζάνες μπορούν να αποθηκευτούν έως και για 10 ημέρες και η θερμοκρασία αποθήκευσης τους θα πρέπει να είναι ανώτερη των 15 °C για να αποφεύγονται 'τραύματα' λόγω ψύξης (Daunay and Chadha, 2004). Σε αντίθεση με την προαναφερθείσα αναφορά, ο Ολύμπιος (2001) προτείνει ότι η αποθήκευση των καρπών μπορεί να διαρκεί 2 έως τρεις εβδομάδες σε θερμοκρασία 10-15 °C και σχετική υγρασία 80-95%. Επιπρόσθετα, αναφέρει ότι μπορούν να αποθηκευτούν και σε μικρότερες θερμοκρασίες (7-10 °C και σχετική υγρασία 90-95%) αλλά για μικρότερο χρονικό διάστημα (7-10 ημέρες). Έτσι, ο Ολύμπιος ορίζει ως θερμοκρασία αποθήκευσης που μπορεί να προκαλέσει σημάδι/τραύματα ψύχους στους καρπούς μελιτζάνας αυτή που είναι κατώτερη των 10°C και όχι των 15°C.

1.10 Ζωικοί εχθροί και ασθένειες

1.10.1 Ασθένειες

Μια από τις πιο καταστροφικές ασθένειες για τη μελιτζάνα είναι η βερτισιλλίωση, η οποία προκαλείται κυρίως από το παθογόνο *Verticillium dahliae*. Η ασθένεια αυτή προκαλεί μεταχρωματισμό των αγγείων, ξήρανση των φύλλων και μαρασμό του φυτού. Για την αντιμετώπισή της συστήνεται η απολύμανση του εδάφους, η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών, ο εμβολιασμός με ανθεκτικά υποκείμενα, η αμειψισπορά, η χρήση μέτρων φυτοϋγιεινής και η καλλιέργεια σε οργανικά και ανόργανα υποστρώματα (Μαλαθράκης, 1998).

Μια άλλη ασθένεια που κάνει συχνά την εμφάνισή της στην καλλιέργεια της μελιτζάνας είναι η αλτερναρίωση (*Alternaria solani*), η οποία σε 1^η φάση προκαλεί σήψεις στο λαιμό του φυτού και σε 2^η φάση όταν τα φυτά είναι εξαντλημένα λόγω του αυξημένου φορτίου σε καρπούς, έχει ως σύμπτωμα την κηλίδωση των φύλλων, των βλαστών ή ακόμα και των καρπών. Η καταπολέμηση της αλτερναρίωσης μπορεί να γίνει μέσω ψεκασμών με κατάλληλα μυκητοκτόνα όπως είναι για παράδειγμα το maneb, το mancozeb και το chlorothalonil (Βακαλουνάκης, 1998).

Το ωίδιο επίσης συναντάται συχνά στην καλλιέργεια μελιτζάνας και προκαλεί κηλίδες στην άνω επιφάνεια των φύλλων και εξανθήματα λευκού χρώματος στην κάτω. Η αντιμετώπιση του ωιδίου πρέπει να γίνεται με την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων μέσω ψεκασμών με τις κατάλληλες δραστικές ουσίες όπως είναι το fenarimol, το triadimefon και το pyrazophos (Μαλαθράκης, 1998).

Το παθογόνο *Phytophthora* spp. μπορεί να προκαλέσει σήψη των καρπών της μελιτζάνας. Η αντιμετώπιση της ασθένειας μπορεί να γίνει μέσω τριετούς αμειψισποράς, αποφυγή εδαφών που μπορούν να συγκρατήσουν πολύ υγρασία, υποσύλωση των φυτών και εφαρμογή κατάλληλων σκευασμάτων όπως είναι για παράδειγμα τα χαλκούχα σκευάσματα (Βακαλουνάκης, 1998). Εκτός από τη σήψη των καρπών, στη μελιτζάνα μπορούν να εμφανισθούν και σήψεις του λαιμού και των ριζών οι οποίες προέρχονται από άλλα είδη του γένους *Phytophthora* και τα οποία ευνοούνται από υψηλές υγρασίες και συνεκτικά εδάφη. Επομένως, η καταπολέμηση τους περιλαμβάνει μεθόδους ανατροπής των παραπάνω παραμέτρων, όπως είναι για παράδειγμα ο περιορισμένος αριθμός εφαρμογών άρδευσης (Μαλαθράκης, 1998).

Άλλη ασθένεια που προσβάλλει τη μελιτζάνα είναι η φαιά σήψη που προκαλείται από το παθογόνο *Botrytis cinerea* και προσβάλλει τους καρπούς, τη βάση και την κορυφή της μελιτζάνας. Για την καταπολέμησή της, προτείνεται να περιορίζεται κατά το δυνατόν περισσότερο η υγρασία στα θερμοκήπια, οι χειρισμοί να γίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία πληγών και να γίνονται εφαρμογές κατάλληλων μυκητοκτόνων (Βακαλουνάκης, 1998).

Πολύ επιζήμια ασθένεια για τη μελιτζάνα θεωρείται και η φελλώδης σηψιρριζία η οποία αν και δεν ξηραίνει τα φυτά, συμβάλλει τόσο στην μειωμένη ανάπτυξη των φυτών έτσι ώστε να μειώνεται και η παραγωγικότητά τους. Η ασθένεια αυτή μπορεί να αντιμετωπισθεί μέσω ριζοποτισμάτων με μυκητοκτόνα, εμβολιασμού με ανθεκτικά

υποκείμενα, επιλογή ανθεκτικών ποικιλιών και απολύμανση του εδάφους. Όσον αφορά τον περονόσπορο σε αντίθεση με άλλα σολανώδη φυτά, σπάνια προσβάλλει την μελιτζάνα (Μαλαθράκης, 1998).

Από βακτηριολογικής άποψης, τα παθογόνα *Burkholderia solanacearum* και *Pseudomonas solanacearum* προκαλούν μαρασμό και εν τέλει νέκρωση των φυτών. Για τις παθήσεις αυτές δεν υπάρχουν χημικά μέσα αντιμετώπισής τους. Συνιστώνται προληπτικά μέτρα αντιμετώπισής τους, όπως είναι για παράδειγμα η χρήση πιστοποιημένων πολλαπλασιαστικών υλικών (Ψαλλιδάς, 1998).

1.10.2 Ζωικοί εχθροί

Από τους ζωικούς εχθρούς της μελιτζάνας, με μεγαλύτερη συχνότητα, την ζημιώνουν οι τετράνυχοι και οι δορυφόροι. Ο τετράνυχος προσβάλλει τα φύλλα, στα οποία δημιουργεί κηλίδες θαμπού χρώματος. Ξεκινάει την προσβολή του από τα κατώτερα τμήματα ανεβαίνοντας προς τα πάνω, στα οποία όταν η προσβολή είναι σημαντική εμφανίζεται ένας ιστός όμοιος με αυτού των αραχνών. Η καταπολέμηση του τετράνυχου όταν η προσβολή δεν είναι σημαντική μπορεί να γίνει με θειάφισμα των φύλλων το οποίο καλό θα είναι να γίνεται απογευματινές ώρες. Σε αντίθετη περίπτωση (που η προσβολή είναι μεγάλη), κρίνεται απαραίτητος ο ψεκασμός των φύλλων με ένα κατάλληλο ακαρεοκτόνο Κούτρου-Αυγουλά και Τραυλός, 2012).

Σε αντίθεση με τον τετράνυχο, ο δορυφόρος προσβάλλει πρώτα τα κορυφαία φύλλα της μελιτζάνας και σταδιακά μεταφέρεται στα κατώτερα. Για να είναι αποτελεσματική η καταπολέμησή του, πρέπει να γίνεται άμεση εφαρμογή βακίλου Θουριγγίας προτού να αυξηθεί σημαντικά ο πληθυσμός του (Κούτρου-Αυγουλά και Τραυλός, 2012).

1.11 Η καλλιέργεια της μελιτζάνας υπό υδροπονικές συνθήκες

Η υδροπονία αφορά την καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους υπό συνθήκες τροφοδότησής τους με κατάλληλα είδη θρεπτικών διαλυμάτων, η σύσταση των οποίων εξαρτάται από το είδος του καλλιεργούμενου φυτού. Οι ρίζες των φυτών αποκτούν το απαραίτητο για αυτά νερό και θρεπτικές ουσίες, είτε απευθείας από το

εν λόγω θρεπτικό διάλυμα, είτε από κατάλληλα υποστρώματα τα οποία είναι εμποτισμένα με το θρεπτικό διάλυμα. Τα στερεά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία είναι συνήθως πορώδη και αδρανή από χημικής απόψεως υλικά. Στην Ελλάδα, τα δημοφιλέστερα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό, είναι η ελαφρόπετρα, η διογκωμένη άργιλος, ο βερμικουλίτης και ο περλίτης. Τα δε συστήματα υδροπονίας διακρίνονται σε ανοιχτά (όταν το θρεπτικό διάλυμα το οποίο δεν προσλαμβάνεται από τα φυτά, χάνεται στο περιβάλλον) ενώ όταν το θρεπτικό διάλυμα το οποίο δεν προσλαμβάνεται από τα φυτά, συλλέγεται και αποδίδεται έπειτα από συμπλήρωση νερού και θρεπτικών στοιχείων ξανά σε αυτά, το σύστημα υδροπονίας ονομάζεται κλειστό σύστημα (Νικολετάκης, 2008).



Εικόνα 1: Υδροπονική καλλιέργεια μελιτζάνας (προσωπικό αρχείο)

Στις υδροπονικές καλλιέργειες, τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία προστίθενται στο νερό άρδευσης. Για μια επιτυχημένη υδροπονική καλλιέργεια η ποιότητα του διαθέσιμου νερού είναι σημαντικό να είναι καλή και επομένως δε θα πρέπει να έχει μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα ($EC > 1,5 \text{ mS cm}^{-1}$). Το προσφερόμενο νερό μπορεί να προέρχεται από επιφανειακές πηγές, από υπόγειες πηγές και από τη βροχή.

Όταν το νερό άρδευσης προέρχεται από βροχή, συλλέγεται σε ειδικές δεξαμενές και παρέχεται υπό πίεση μέσω αντλιών στα φυτά. Το βρόχινο νερό αν και έχει το πλεονέκτημα ότι έχει χαμηλή αλατότητα έχει το μειονέκτημα ότι προσφέρεται σποραδικά. Το νερό που προέρχεται από δημοτικά δίκτυα ύδρευσης, σε κάποιες περιπτώσεις – όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις ισχυρής απολύμανσης του νερού - μπορεί να περιέχει περισσότερα χλωριόντα από ότι θα έπρεπε. Η ποιότητα των επιφανειακών (λιμνοδεξαμενές, φράγματα κ.τ.λ.) και των υπόγειων υδάτων (γεωτρήσεις, πηγάδια) εξαρτάται μεταξύ άλλων από τις εδαφικές συνθήκες της περιοχής και τις βροχοπτώσεις. Η πιο δημοφιλής μέθοδος άρδευσης στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η στάγδην άρδευση. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στα κλειστά συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας, ένα μέρος του διαλύματος απορροής ανακυκλώνεται (Van Os *et al.*, 2007).

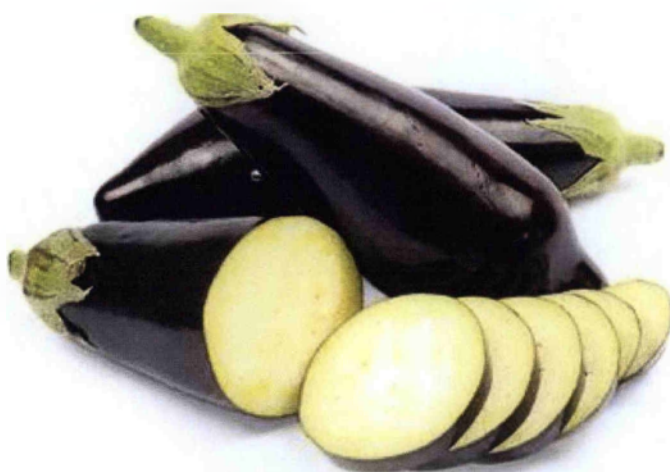
1.12 Η ελαφρόπετρα ως υπόστρωμα ανάπτυξης

Η ελαφρόπετρα ή κιζερίτης είναι ένα ελαφρύ, ηφαιστειογενές, πορώδες ορυκτό το οποίο μεταξύ άλλων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην καλλιέργεια φυτών αφού θρυμματισθεί σε κόκκους μεγέθους περίπου 0-4 και 0-8mm. Στη χώρα μας, η προσφορά σε ελαφρόπετρα για υδροπονικές καλλιέργειες, είναι μεγαλύτερη της ζήτησής της. Για αυτού του είδους τις καλλιέργειες θεωρείται ότι το επιθυμητό μέγεθος κόκκων ελαφρόπετρας πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0-4 mm και 0-5 mm. Εκτός από το πλεονέκτημα της ελαφρόπετρας όσον αφορά την διαθέσιμη ποσότητα της, ως υπόστρωμα υδροπονικής καλλιέργειας έχει και το πλεονέκτημα του χαμηλού κόστους έναντι αντίστοιχων υλικών όπως είναι για παράδειγμα ο περλίτης, ενώ ταυτόχρονα έχει κριθεί και άριστο υλικό για το σκοπό αυτό, για αρκετά είδη φυτών. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα στους καλλιεργητές να την επαναχρησιμοποιήσουν, αλλά συστήνεται να απολυμαίνεται προτού επαναχρησιμοποιηθεί (Νικολετάκης, 2008).

Κεφάλαιο 2: Ποιοτικά χαρακτηριστικά της μελιτζάνας

2.1 Εμφάνιση και άλλες προδιαγραφές μελιτζάνας

Σύμφωνα με τον Κανονισμό 1292/81 της ΕΟΚ, τα ποιοτικά κριτήρια της μελιτζάνας μπορεί να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες. Στην 1^η κατηγορία ανήκουν οι καρποί μελιτζάνας οι οποίοι διαθέτουν τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας τους, δεν έχουν ηλιακά εγκαύματα και είναι καλής ποιότητας. Ωστόσο υπάρχει η δυνατότητα κάποιοι καρποί με ελαττώματα να ανήκουν στην κατηγορία αυτή, εφόσον τα ελαττώματα αυτά δεν επηρεάζουν την εμφάνιση του προϊόντος αλλά ούτε και τη διατηρησιμότητα και την ποιότητά του. Τα επιτρεπόμενα ελαττώματα αφορούν μικρές ατέλειες στο σχήμα, ελαφρούς μώλωπες ή τραύματα μεγέθους μικρότερου των 3 cm² και ελαφρούς αποχρωματισμούς στη βάση τους. Επιπρόσθετα, όταν το σχήμα των καρπών που υπάγονται στην κατηγορία είναι επίμηκες, το μήκος τους θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 80 mm χωρίς να έχει συμπεριληφθεί ο μίσχος.



Εικόνα 2: Καρποί μελιτζάνας

(Πηγή: <http://www.agelioforos.gr/default.asp?pid=7&ct=41&artid=146564>)

Στη 2^η κατηγορία, υπάγονται εκείνοι οι καρποί οι οποίοι αν και δεν μπορούν να υπαχθούν στην 1^η κατηγορία, διαθέτουν τα ελάχιστα χαρακτηριστικά της. Έτσι μπορούν να έχουν ατέλειες στο σχήμα και το χρώμα τους αλλά και ηλιακά εγκαύματα και αποκατεστημένες ατέλειες του φλοιού, αρκεί η επιφάνεια των ελαττωμάτων

αυτών να μην είναι μεγαλύτερη των 4 cm². Το μέγεθος της επιφάνειας αυτής στους καρπούς της μελιτζάνας που κατατάσσονται στην 3^η κατηγορία είναι 6 cm². Παράλληλα αυτοί οι καρποί δύνανται να είναι και ινώδεις με σημαντική ανάπτυξη σπόρων, αρκεί να ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά της 2^{ης} κατηγορίας.

Ένα άλλο στοιχείο που αφορά στην εμφάνιση του καρπού της μελιτζάνας είναι το μέγεθός του, το οποίο σύμφωνα με τον προαναφερθέντα Κανονισμό μπορεί να ταξινομηθεί με βάση το βάρος του καρπού (3 κατηγορίες: 100-300 g, 300-500 g και >500 g) ή τη 'μέγιστη διάμετρο διατομής κατά τον επιμήκη άξονα' (40mm ή 70 mm για καρπούς επιμήκους ή σφαιρικού σχήματος αντίστοιχα).

Αξιοσημείωτο είναι ότι σύμφωνα με τους Daunay *et al.* (2001), γίνονται πειράματα για διασταυρώσεις φυτών που θα επιδώσουν καρπούς λείους, σφιχτούς, ανθεκτικούς στα παράσιτα της μελιτζάνας, με μεγάλη διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής και με σχήμα, μέγεθος και γεύση τα οποία θα ανταποκρίνονται στις επιθυμίες των καταναλωτών.

2.2 Υφή και βιοχημικά χαρακτηριστικά της μελιτζάνας

Σύμφωνα με τον Ολύμπιο (2001), τα εδώδιμα μέρη της μελιτζάνας, δηλαδή οι καρποί της, αποτελούνται κυρίως από νερό (περίπου 92,5%), υδατάνθρακες σε ποσοστό 5,6%, και πρωτεΐνες και λίπη σε ποσοστά 1,2% και 0,2% αντιστοίχως. Στη πλούσια γεύση της μελιτζάνας συμβάλλει κυρίως η παρουσία σαπωνίνων και συγκεκριμένα τα γλυκοσαλκαλοειδή σολανίνη και σολαμαργίνη και μελοντζοσίδες που προσδίδουν στο καρπό της την πικρή της γεύση (Daunay and Chadha, 2004).

Η κατά μέσον όρο βιοχημική σύσταση της μελιτζάνας, διαφέρει αρκετά μεταξύ των βιβλιογραφικών αναφορών. Σύμφωνα πάντως με τους Byoung-Cheonl και Chittaranjan (2013), η USDA (2011) ανέφερε ότι η μελιτζάνα θεωρείται φτωχή πηγή πρωτεϊνών (1g/100g φρέσκιας ουσίας), προβιταμίνης A (27 IU/100g) και βιταμίνης E (0,30 mg/100g). Αντιθέτως, αποτελεί πλούσια πηγή μετάλλων και βιταμινών (MoEF, 2010).

Επίσης, έχει ειπωθεί ότι 100 g φρέσκιας μελιτζάνας, παρέχουν περίπου 5% της ημερήσιας προτεινόμενης πρόσληψης φωσφόρου, καλίου και σιδήρου και περίπου το 10% των φαινολών (Raigón *et al.*, 2008). Σε άλλη βιβλιογραφική

αναφορά για τη μελιτζάνα, λέγεται ότι ανά 100 g εδώδιμου τεμαχίου μελιτζάνας περιέχονται: 92,9% νερό, 0,9% πρωτεΐνες, 0,4% λίπη, 2,2 g υδατάνθρακες, 2,3 g ίνες, 10 mg ασβέστιο, 16 mg φώσφορο, 0,3 mg σίδηρο, 70 μg καροτένιο, 0,02 mg θειαμίνη, 0,01 mg ριβοφλαβίνη, 0,1 mg νιασίνη 18μg φολικό οξύ και 4 mg ασκορβικό οξύ. Μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της χημικής σύστασης της μελιτζάνας δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1: Χημική σύσταση 100 g μελιτζάνας (*Solanum melongena*)

Πηγή: National Institute of Nutrition, 2007, όπως δίνεται μέσα από αναφορά του MoEF, 2010.

Χημικά συστατικά μελιτζάνας /100 g εδώδιμου μέρους της			
Θερμίδες	24	Νάτριο (mg)	3
Ποσοστό Υγρασίας (%)	92,7	Χαλκός (mg)	0,12
Υδατάνθρακες (%)	4,0	Κάλιο (mg)	2,0
Πρωτεΐνες	1,4	Θείο (mg)	44,0
Λίπη	0,3	Χλώριο (mg)	52,0
Ίνες	1,3	Βιταμίνη A (I. U.)	124,0
Οξαλικό οξύ (mg)	18,0	Φολικό οξύ (μg)	34,0
Ασβέστιο (mg)	18,0	Θειαμίνη (mg)	0,04
Μαγνήσιο (mg)	15,0	Ριβοφλαβίνη (mg)	0,11
Φώσφορος (mg)	47,0	B-καροτένιο (μg)	0,74
Σίδηρος (mg)	0,38	Βιταμίνη C (mg)	12,0
Ψευδάργυρος (mg)	0,22	Αμινοξέα	0,22

Τέλος, από βιοχημικής άποψης, καρποί μελιτζάνας οι οποίοι θα υποστούν επεξεργασία και δε θα καταναλωθούν φρέσκοι, είναι προτιμότερο να έχουν μεγαλύτερο ποσοστό ξηράς ουσίας και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινόλες. Επίσης, θα πρέπει να μην είναι επιρρεπής σε αποχρωματισμούς που συμβαίνουν λόγω υψηλής δραστηριότητας της πολυφαινολικής οξειδάσης (MoEF, 2010).

2.3 Στοιχεία συσχέτισης ποιοτικών χαρακτηριστικών της μελιτζάνας με την υγεία του ανθρώπου

Τα λαχανικά, συμπεριλαμβανομένης και της μελιτζάνας παρέχουν στον άνθρωπο διάφορα στοιχεία απαραίτητα για ένα σωστό διατροφολόγιο, όπως είναι οι φυτικές ίνες, διάφορες αντιοξειδωτικές ουσίες, οι βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία (Τσιβελίκας και Μπλέτσος, 2012). Κάποιες ενδεχόμενες αντιοξειδωτικές δράσεις της μελιτζάνας προέρχονται από τα φλαβονοειδή συστατικά της. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε ποντίκια, τα φλαβονοειδή αυτά έχουν βρεθεί να έχουν ισχυρή υπολιπιδαιμική δράση. Επίσης, στους ανθρώπους η δελφινιδίνη (ουσία η οποία επίσης έχει βρεθεί στη μελιτζάνα), έχει ανασταλτική δράση στα ινοσαρκώματα. Επιπλέον, η ανθοκυανίνη νασουνίνη η οποία βρίσκεται στο φλοιό του καρπού της μελιτζάνας προσφέρει προστασία κατά της υπεροξειδωσης λιπιδίων. Πάντως, κάποια συστατικά της μελιτζάνας όπως για παράδειγμα οι ουσίες που της προσδίδουν πικρή γεύση (όπως αναφέρονται στο Κεφάλαιο 2.2), σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξικές (Daunay and Chadha, 2004).

Ανάμεσα στα στοιχεία που υποστηρίζουν τις θετικές επιδράσεις ουσιών της μελιτζάνας στην υγεία του ανθρώπου, είναι διάφορα μέρη του φυτού συνήθως σε μορφή σκόνης κατά ενοχλημάτων διαφόρων ασθενειών όπως του διαβήτη, βρογχίτιδας, δυσεντερίας, αιμορροΐδων, δυσουρίας και προβλημάτων που σχετίζονται με το ήπαρ (Daunay and Chadha, 2004).

2.4 Τριτερπενοειδή/ φυτικές στερόλες

Τα τερπένια γνωστά και ως τερπενοειδή ανήκουν στην κατηγορία των λιπιδίων, προσδίδουν στα τρόφιμα μέρος του αρώματός τους και η ταξινόμησή τους βασίζεται στον αριθμό των ισοπρενικών μονάδων που περιέχουν, όπου ισοπρένιο θεωρείται το 2- μεθυλο-1,3- βουταδιένιο. Τα τριτερπενοειδή έχουν 30 άτομα άνθρακα και 6 μονάδες ισοπρενίου (Ντάλλη, 2010). Τα τερπένια προσδίδουν επίσης στα φυτά –και επομένως και στην μελιτζάνα- διάφορες αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές ή ακόμα και αντικαρκινικές ιδιότητες (Kaefler and Milner, 2008), ενώ όπως άλλωστε προσδίδει και το όνομά τους προσφέρουν τέρψη.

Επίσης, η μελιτζάνα περιέχει και φυτικές στερόλες. Ως φυτικές στερόλες ορίζονται εκείνα τα συστατικά των φυτών, των οποίων η δομή ομοιάζει πολύ με τη δομή της χοληστερόλης (Σεφερίδη, 2011). Οι κατηγορίες των στερολών οι οποίες απαντώνται στην μελιτζάνα είναι οι: απομεθυλοστερόλες οι οποίες είναι γνωστές και ως κοινές στερόλες, οι 4α-μέθυλοστερόλες, οι τριτερπενικές αλκοόλες γνωστές και ως 4,4-διμέθυλοστερόλες και οι τριτερπενικές διαλκοόλες (Καφεντζής και Ιατρόπουλος, 2012). Οι φυτικές στερόλες ανήκουν στην ευρύτερη ομάδα των τριτερπενίων. Δύο κύρια είδη στερολών που έχουν βρεθεί ως συστατικά της μελιτζάνας είναι η β-σιτοστερόλη και η σιγμαστερόλη. Έχει δε ειπωθεί, ότι η ημερήσια πρόσληψη 2-3 g ημερησίως μπορεί να μειώσει δραστικά την LDL χοληστερόλη, της ολικής χοληστερόλης αλλά και των τριγλυκεριδίων (Christie, 2010; Pennington 2002; Σεφερίδη, 2011).

Στα άνθη της μελιτζάνας υπάρχει υπολογίσιμη ποσότητα δευτερογενών μεταβολητών. Οι μεταβολήτες αυτοί ονομάζονται τριτερπενοειδή και δοκιμάστηκαν σε ότι αφορά στην παρεμπόδιση ανάπτυξης των μυκήτων αγροτικού ενδιαφέροντος με φυτοπαθογόνα δράση.

Κεφάλαιο 3: Σκοπός της πειραματικής έρευνας- Υλικά και μέθοδοι

3.1 Σκοπός της έρευνας

Η μελιτζάνα αποτελεί ένα κηπευτικό με σημαντική διατροφική αξία. Οι βιβλιογραφικές όμως αναφορές για την υδροπονική καλλιέργεια του φυτού αυτού είναι ελάχιστες και έτσι χρειάζονται περισσότερες πληροφορίες για την απόδοση αυτών των φυτών όταν καλλιεργούνται εκτός εδάφους. Στην Ελλάδα, για τις καλλιέργειες εκτός εδάφους χρησιμοποιούνται διάφορα υποστρώματα ένα εκ των οποίων είναι και η ελαφρόπετρα. Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι να εμπλουτισθούν οι πληροφορίες που υπάρχουν για τα προαναφερθέντα θέματα μέσω αξιολόγησης της υδροπονικής καλλιέργειας της λευκής ποικιλίας μελιτζάνας σε υπόστρωμα ελαφρόπετρας. Γνωρίζοντας, ότι η άρδευση είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών, για το πειραματικό μέρος της εργασίας αυτής, χρησιμοποιήθηκαν διάφορες υδατικές συνθήκες. Έτσι η αλληλεπίδραση της ποικιλίας του φυτού και οι υδατικές συνθήκες κατά την περίοδο της καλλιέργειας στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, αποτελούν επίσης αντικείμενα προς διερεύνηση.

3.2 Πειραματικός σχεδιασμός

Χρησιμοποιήθηκαν δυο τοπικές ποικιλίες μελιτζάνας από τη Σαντορίνη, οι οποίες στο εξής θα αναφέρονται ως 'λευκή ποικιλία' και 'πράσινη ποικιλία'. Για το πειραματικό μέρος της εργασίας χρησιμοποιήθηκε ανοιχτό σύστημα υδροπονικής καλλιέργειας. Το θερμοκήπιο στο οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα ανήκει στη Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου, είναι υαλόφρακτο και έχει αμφικλινή χαμηλή οροφή τύπου Venlo. Ο εξαερισμός του θερμοκηπίου γινόταν με φυσικό τρόπο, καθώς διέθετε παράθυρα οροφής και πλευρικά. Παράλληλα, για την σκίαση των φυτών υπήρχε κουρτίνα σκίασης για τις περιόδους υψηλών θερμοκρασιών. Το σχεδιάγραμμα φύτευσης παρατίθεται στην Εικόνα 3, όπου το γράμμα «Α» στο σάκο αντιστοιχεί σε σάκους ελαφρόπετρας όπου αναπτύχθηκαν φυτά μελιτζάνας της λευκής ποικιλίας και το γράμμα «Π» για τα φυτά της πράσινης ποικιλίας.

Είσοδος



Εικόνα 3: Σχεδιάγραμμα φύτευσης για τους σκοπούς του παρόντος πειράματος

Όπως φαίνεται και στη Εικόνα 1, οι σάκοι μέσα στους οποίους αναπτύχθηκαν τα φυτά ήταν τοποθετημένοι πάνω σε μεταλλικά στηρίγματα.

3.2.1 Φυτικό υλικό και θρεπτικά υποστρώματα

Για το πειραματικό μέρος της εργασίας αυτής και συγκεκριμένα για την ανάπτυξη φυτών μελιτζάνας, χρησιμοποιήθηκαν σπόροι μελιτζάνας οι οποίοι σπάρθηκαν στις 7 Φεβρουαρίου του 2011. Η σπορά έγινε μέσα σε πλαστικούς δίσκους και το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό ήταν τύρφη. Όταν τα φυτά αυτά απέκτησαν το 2^ο πραγματικό τους φύλλο μεταφυτεύθηκαν σε σακουλάκια που επίσης περιείχαν τύρφη (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Στάδιο μεταφύτευσης σε σακουλάκια (προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 5: Φυτάρια μελιτζάνας σε υπόστρωμα ελαφρόπετρας (προσωπικό αρχείο).

Έπειτα όταν τα νεαρά φυτάρια μελιτζάνας απέκτησαν 4-5 πραγματικά φύλλα τοποθετήθηκαν μέσα σε σάκους που περιείχαν ελαφρόπετρα στις 12 Απριλίου 2011 οι οποίοι προσφέρθηκαν από την εταιρεία Hydrolava. Στην Εικόνα 5, φαίνονται τα νεαρά φυτά μελιτζάνας στην τελική τους θέση (σάκοι ελαφρόπετρας), 68 ημέρες μετά τη σπορά τους.

3.2.2 Θρεπτικά διαλύματα και στρατηγικές άρδευσης

3.2.2.1 Σύσταση θρεπτικού διαλύματος

Σε όλα τα φυτά εφαρμόστηκε θρεπτικό διάλυμα με την ίδια σύσταση η οποία προσαρμόστηκε ανάλογα στην ποιότητα του νερού αρδεύσεως (πίνακας 2). Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα δεδομένα αυτά αντλήθηκαν από προηγούμενα πειραματικά δεδομένα υδροπονικής καλλιέργειας μελιτζάνας σε θερμοκήπια του ΤΕΙ Καλαμάτας, καθώς και από βιβλιογραφικά δεδομένα (Sonneveld και Straver, 1994). Οι συγκεντρώσεις δίνονται σε mg/L για τα μακροστοιχεία και μmol/L για τα μικροστοιχεία. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος εφαρμογής ήταν από 2,4-2,6 mS/ cm και το pH από 5,5-6,0 με την ανάλογη προσθήκη νιτρικού οξέος.

Πίνακας 2: Σύσταση νερού άρδευσης και θρεπτικού διαλύματος.

	Σύσταση νερού αρδύσεως	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος
NO ₃ meq/L	0,00	15,50
H ₂ OP ₄ ⁻	-	1,25
SO ₄ ²⁻	2,25	2,99
NH ₄ ⁺	-	1,50
Ca ²⁺	5,11	8,00
K ⁺	0,07	6,75
Mg ²⁺	2,63	4,60
Na ⁺	1,09	1,09
Fe μmol/l	-	20,0
Mn	-	10,0
Zn	1,07	5,0
B	5,56	30,0
Cu	-	0,75
Mo	-	0,5
HCO ₃ meq/L	4,85	0,65
Αγωγιμότητα	0,67 dS/m	2,4-2,6
pH	7,78	5,5-6,0

*Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας

Αρχικά γινόταν παρασκευή πυκνού θρεπτικού διαλύματος, από το οποίο κατόπιν αραιώσης παρασκευαζόταν το τελικό θρεπτικό διάλυμα. Ο όγκος του νερού στον οποίο αραιωνόταν το πυκνό διάλυμα ήταν πάντα ο ίδιος για να διατηρείται η ομοιογένεια του πειράματος. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα τελευταία δυο χαρακτηριστικά του θρεπτικού διαλύματος παρέμεναν στα επιθυμητά επίπεδα, πραγματοποιούνταν περιοδικά έλεγχοι που περιλάμβαναν μετρήσεις τους με αγωγιμόμετρο και pHμετρο, αντιστοίχως.

Χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα λιπάσματα: νιτρικό ασβέστιο, θειικό μαγνήσιο, θειικό κάλιο, νιτρικό κάλιο, φωσφορικό μονοκάλιο, νιτρική αμμωνία, χηλικός σίδηρος, θειικό μαγγάνιο, θειικός χαλκός, βόρακας, μολυβδαινικό αμμώνιο.

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων των μακροστοιχείων πραγματοποιήθηκε μέσω της μετατροπής των συγκεντρώσεων (mg/l) σε συγκεκριμένες ποσότητες λιπασμάτων, σε kg για τα στερεά και σε l για τα υγρά. Τα θρεπτικά διαλύματα παρασκευάστηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο των Savvas and Adamidis (1999).

Για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

α) Προσδιορισμός των επιθυμητών συγκεντρώσεων του κάθε στοιχείου στο θρεπτικό διάλυμα.

β) Υπολογισμός των ποσοτήτων που θα προστεθούν στο νερό από κάθε λίπασμα για την επίτευξη των επιθυμητών συγκεντρώσεων.

γ) Παρασκευή μητρικών διαλυμάτων.

δ) Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος.

ε) Έλεγχος χαρακτηριστικών θρεπτικού διαλύματος (αγωγιμότητα, pH).

Το θρεπτικά στοιχεία που απαιτήθηκαν για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών εισάγονταν σε δεξαμενή, από τα δοχεία πυκνών διαλυμάτων (μητρικά διαλύματα). Τα μητρικά διαλύματα παρασκευάζονταν έτσι ώστε, τα διάφορα ιόντα που απαιτούνταν για την ανάπτυξη των φυτών να βρίσκονται στην απαιτούμενη αναλογία μεταξύ τους και ακολουθούσε αραιώση μέχρι του όγκου της δεξαμενής. Το αραιωμένο θρεπτικό διάλυμα ήταν αποθηκευμένο μέσα σε 3 δοχεία, χωρητικότητας 300 lt το καθένα. Το κάθε δοχείο ήταν συνδεδεμένο με αντλία η οποία διοχέτευε το θρεπτικό διάλυμα μέσα σε σωλήνα άρδευσης. Χρησιμοποιήθηκε κεντρικό δίκτυο

σωλήνων Φ20 στους οποίους τοποθετήθηκαν κατανεμητές σταθερής παροχής. Το θρεπτικό διάλυμα κατέληγε στο κάθε φυτό μέσω σωλήνα τύπου "spaghetti" διατομής Φ6 στο άκρο του οποίου είχε εφαρμοσθεί η αντίστοιχη λόγχη με τον ανάλογο σταλάκτη. Η άρδευση άρχισε αμέσως μετά την μεταφύτευση των φυταρίων στην οριστική τους θέση. Η χορήγηση του θρεπτικού διαλύματος γινόταν μόνο κατά την διάρκεια της ημέρας μέσω προγραμματιστή (ηλεκτρικός πίνακας με relays ισχύος, ασφαλειοδιακόπτες για τις αντλίες και ασφαλειοδιακόπτη κεντρικής παροχής). Η συχνότητα των ποτισμάτων αναφέρεται στον σχετικό πίνακα 3. Η συνολική παροχή κυμαινόταν από 300-2.500 ml/φυτό/ημέρα, προσαρμοζόμενη ανάλογα με την μεταβολή των μετεωρολογικών παραμέτρων και το στάδιο αναπτύξεως των φυτών. Η συλλογή του διαλύματος απορροής γινόταν μέσα σε δοχεία, τα οποία στο εξής θα αναφέρονται ως δοχεία απορροής. Το διάλυμα δεν ανακυκλωνόταν καθώς όπως έχει ήδη ειπωθεί, χρησιμοποιήθηκε ανοιχτό σύστημα.

Χρησιμοποιήθηκαν σάκοι ελαφρόπετρας της εταιρείας "Λάβα" μήκους 100 εκ. Η εγκατάσταση των φυτών στους σάκους ελαφρόπετρας έγινε τοποθετώντας τα φυτά σε οπές που είχαν διανοιχθεί σε κατάλληλα σημεία. Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε μονές γραμμές με αποστάσεις:

- 50 εκ φυτό από φυτό πάνω στην γραμμή (2 φυτά ανά σάκο),
- 100 εκ απόσταση μεταξύ των διαδρόμων.

Οι σάκοι τοποθετήθηκαν σε ειδικά διαμορφωμένα κανάλια τα οποία είχαν τοποθετηθεί σε μεταλλικές βάσεις ύψους 30 cm. Το πειραματικό σχέδιο βασίστηκε στο εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, με παράγοντα τη στρατηγική άρδευσης με 3 επαναλήψεις των 4 φυτών ανά επανάληψη. Η ανάλυση της παραλλακτικότητας και η σύγκριση των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος Statistica (κριτήριο ΕΣΔ σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$).

3.2.2.2 Διαχείριση της άρδευσης

Η στρατηγική που εφαρμόστηκε για την διαμόρφωση των μεταχειρίσεων της άρδευσης ήταν η εξής:

- Με βάση το κλάσμα του θρεπτικού διαλύματος απορροής (περίπου 30% σύμφωνα με την βιβλιογραφία)
- Η ελαφρόπετρα κοκκομετρίας 0-8 mm έχει υδατοϊκανότητα 35%.
- Το ευκόλως διαθέσιμο νερό είναι 5%.
- Οι σάκοι που χρησιμοποιήθηκαν είχαν όγκο περίπου 30 λίτρα.
- Επομένως, στα 30 λίτρα ελαφρόπετρας η συνολική περιεκτικότητα σε νερό είναι 10,5 λίτρα εκ του οποίου το 5% είναι περίπου 0,5 λίτρο.
- Η άριστη ηλεκτρική αγωγιμότητα απορροής στην μελιτζάνα σε ανοικτό σύστημα, θα πρέπει να είναι περίπου 2,5-2,8 mS/cm. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι ο μάρτυρας με την άριστη δόση νερού (χωρίς υδατική καταπόνηση) θα πρέπει να έχει κλάσμα απορροής περίπου 30% (ή και περισσότερο) και αγωγιμότητα σταθερή γύρω στα 2,5-2,8 mS/cm.

Με βάση τα ανωτέρω, οι μεταχειρίσεις άρδευσης διαμορφώθηκαν ως εξής:

- **Μεταχείριση Α:** μεγαλύτερος αριθμός ποτισμάτων, με μεγαλύτερη συχνότητα (μικρότερο διάστημα μεταξύ τους),
- **Μεταχείριση Β:** ενδιάμεσος αριθμός ποτισμάτων, με ενδιάμεση συχνότητα και
- **Μεταχείριση C:** μικρότερος αριθμός ποτισμάτων, με μικρότερη συχνότητα (μεγαλύτερο διάστημα μεταξύ τους).

Κατά το διάστημα της πειραματικής εργασίας εφαρμόστηκαν οκτώ διαφορετικά προγράμματα άρδευσης προσαρμοζόμενα ανάλογα με την μεταβολή των μετεωρολογικών παραμέτρων και το στάδιο αναπτύξεως των φυτών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και στις τρεις μεταχειρίσεις, ο συνολικός χρόνος ημερήσιας άρδευσης παρέμενε ο ίδιος ανά πρόγραμμα άρδευσης (πίνακας 3).

Πίνακας 3: Στρατηγική άρδευσης (αριθμός εφαρμογών, διάρκεια και συχνότητα άρδευσης ανά μεταχείριση)

Πρόγραμμα άρδευσης	Ημερομηνία	Μεταχείριση άρδευσης	Αριθμός ποτισμάτων	Διάρκεια κάθε ποτίσματος (min)	Συχνότητα άρδευσης (min)	Συνολικός χρόνος ημερήσιας άρδευσης (min)
1	11/05/2011	A	6	2,60	120	15,60
	11/05/2011	B	5	3,12	144	15,58
	11/05/2011	C	4	3,90	180	15,60
2	16/05/2011	A	9	2,60	80	23,40
	16/05/2011	B	8	3,12	90	24,93
	16/05/2011	C	6	3,90	120	23,40
3	19/05/2011	A	6	3,33	120	20,00
	19/05/2011	B	4	5,00	180	20,00
	19/05/2011	C	2	10,00	360	20,00
4	24/05/2011	A	8	3,13	90	25,07
	24/05/2011	B	5	5,00	144	25,00
	24/05/2011	C	3	8,33	240	25,00
5	01/06/2011	A	9	4,08	80	36,75
	01/06/2011	B	7	5,25	103	36,75
	01/06/2011	C	5	7,35	144	36,75
6	07/06/2011	A	12	4,87	60	58,40
	07/06/2011	B	10	5,83	72	58,33
	07/06/2011	C	8	7,28	90	58,27
7	14/06/2011	A	10	4,17	75	41,67
	14/06/2011	B	8	5,22	90	41,73
	14/06/2011	C	6	6,95	120	41,70
8	28/06/2011	A	12	4,87	60	58,40
	28/06/2011	B	10	5,83	72	58,33
	28/06/2011	C	8	7,28	90	58,27

Παράλληλα, λαμβάνονταν μετρήσεις του pH και της EC των θρεπτικών διαλυμάτων απορροής περίπου 2 φορές ανά εβδομάδα (πίνακας 4)

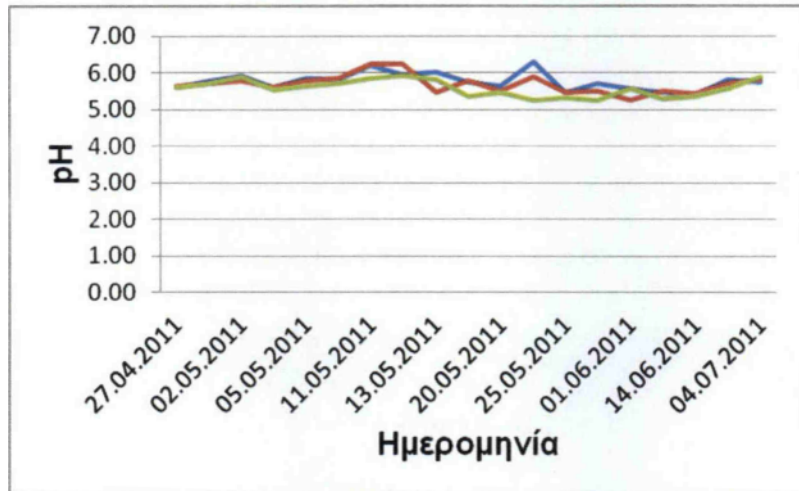
Πίνακας 4: Διακύμανση του pH και της αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) του θρεπτικού διαλύματος απορροής ανά μεταχείριση

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	pH			Γραμμή άρδευσης/ Αγωγιμότητα		
	A	B	C	A	B	C
27.04.2011	6,79	6,88	7,28	2570	2720	2570
29.04.2011	6,58	6,74	6,90	2530	2660	2670
02.05.2011	6,60	6,81	6,86	2750	2680	2720
03.05.2011	6,47	6,66	6,66	2450	2440	2540
13.05.2011	6,73	6,75	7,00	2830	3360	3150
17.05.2011	6,76	6,71	6,65	2730	2530	3030
19.05.2011	6,81	7,23	7,24	3000	2950	2840
26.05.2011	6,03	6,40	6,42	3250	3460	3370
28.05.2011	5,76	6,69	6,38	2840	3390	3310
30.05.2011	6,24	6,18	6,29	3070	3490	2150
01.06.2011	6,44	6,62	6,74	3120	3170	3170
02.06.2011	5,99	6,15	6,38	3120	3900	3160
03.06.2011	6,37	6,33	6,50	2960	3800	3530
06.06.2011	6,01	6,01	6,41	4480	4630	4200
14.06.2011	6,51	5,51	5,61	4860	6560	4180
04.07.2011	7,50	7,44	7,89	6070	13240	4840
Μέσος Όρος	6.47	6.57	6.70	3289	4061	3214

Οι μετρήσεις του pH στο διάλυμα εφαρμογής, δίνονται στο Γράφημα 1, όπου διαφαίνεται η μικρή διακύμανσή του κοντά στο επιθυμητό.

Γράφημα 1: Διακύμανση του pH θρεπτικού διαλύματος εφαρμογής

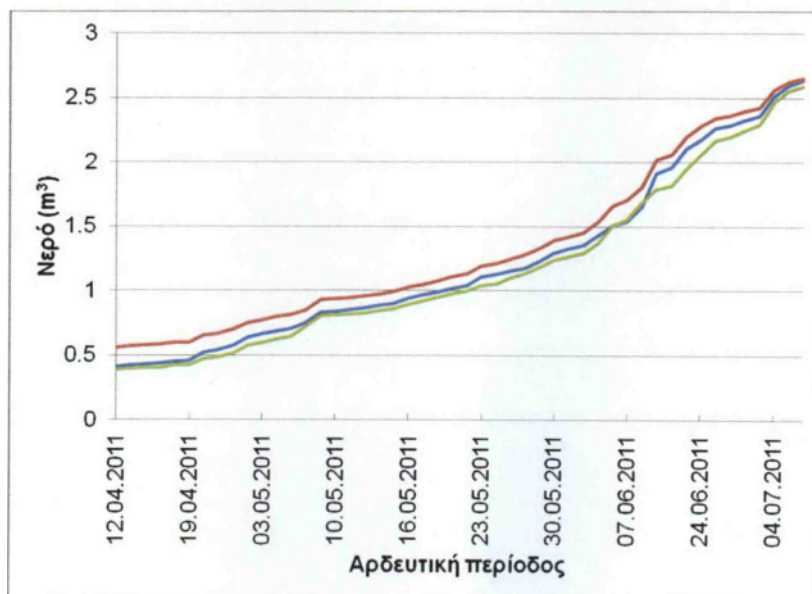
(A ■ B ■ C ■)



Ο όγκος του θρεπτικού διαλύματος εφαρμογής κατά τη διάρκεια του πειράματος ανά μεταχείριση δίνεται στο Γράφημα 2.

Γράφημα 2: Ποσότητες αρδευτικού νερού (m^3) που προστέθηκαν ανά γραμμή άρδευσης

(A ■ B ■ C ■)



3.2.2.3 Άλλες επεμβάσεις στην καλλιέργεια των φυτών

Τα φυτά υποστυλώθηκαν με δέσιμο των βλαστών με σπάγκο σε οριζόντια σύρματα άνωθεν των πάγκων και διατηρήθηκαν δυο στελέχη ανά φυτό (Εικόνα 6). Τα φυτά ήταν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος απαλλαγμένα από εχθρούς και ασθένειες. Ωστόσο, υπήρξε μια μικρή προσβολή από αλευρώδεις προς το τέλος της καλλιέργειας (Εικόνα 7) και πραγματοποιήθηκαν όλες οι απαιτούμενες φυτοπροστατευτικές παρεμβάσεις και επιπρόσθετα τοποθετήθηκαν και παγίδες κίτρινου χρώματος (Εικόνα 8).



Εικόνα 6: Διστέλεχο σύστημα (προσωπικό αρχείο)



Εικόνα 7: Προσβολή των φυτών μελιτζάνας από αλευρώδεις (προσωπικό αρχείο).



Εικόνα 8: Κίτρινη παγίδα για την καταπολέμηση αλευρωδών (προσωπικό αρχείο).

3.3 Μετρήσεις

Μετρήθηκαν διάφορες παράμετροι ανάπτυξης, ποιότητας και παραγωγής ως ακολούθως:

- ύψος φυτών ανά εβδομάδα (κεντρικό στέλεχος),
- αριθμός φύλλων ανά στέλεχος (κεντρικό και δευτερεύον),
- χλωροφύλλη (spad),
- αριθμός ανοικτών ανθέων,
- βάρος, μήκος, διάμετρος καρπών,

Η μέτρηση του βάρους των φυτών, πραγματοποιήθηκε άμεσα μετά την εκρίζωσή τους σε ζυγό ακριβείας. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε ζύγιση των επιμέρους τμημάτων των φυτών (όπως είναι για παράδειγμα οι ρίζες, τα μεριστώματα, τα άνθη και τα φύλλα).

Η μέτρηση της χλωροφύλλης των φύλλων πραγματοποιήθηκε με χρήση του φορητού οργάνου Konica Minolta Sensing, Chlorophyll meter Spad - 502. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την καταμέτρηση των φύλλων των φυτών, εξαιρέθηκαν οι κοτυληδόνες τους.

Επίσης, γινόταν καταγραφή της θερμοκρασίας του χώρου του θερμοκηπίου μέσω θερμομέτρων που είχαν τοποθετηθεί σε διάφορα σημεία. Οι μετρήσεις αυτές δίνονται στο Παράρτημα.

Επιπλέον υπολογίσθηκε η απορροή (%), στις λεκάνες απορροής. Ο υπολογισμός αυτός έγινε χρησιμοποιώντας τις σχέσεις του Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό απορροής (%) του θρεπτικού διαλύματος

Παράμετρος	Υπολογισμός
Απορροή %	100 - κατανάλωση θρεπτικού διαλύματος (%)
Κατανάλωση θρεπτικού διαλύματος (%)	Κατανάλωση διαλύματος (λίτρα) * 100/ Διαφορά υδρομετρήσεων
Κατανάλωση διαλύματος (λίτρα)	Διαφορά υδρομετρήσεων - Απορροή (λίτρα)
Διαφορά υδρομετρήσεων	Διαφορά μεταξύ 2 διαδοχικών μετρήσεων

Τα διαγράμματα στο Κεφάλαιο των αποτελεσμάτων έχουν δημιουργηθεί μέσω του προγράμματος Excel.

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Στο Κεφάλαιο αυτό, παρατίθενται τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να αξιολογηθεί η ανάπτυξη, η ποιότητα και η παραγωγή των φυτών. Στη συνέχεια, γίνεται συζήτηση των αποτελεσμάτων αυτών. Επίσης, στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται και τα εξαγόμενα συμπεράσματα.

4.1 Αποτελέσματα μετρήσεων παραμέτρων ανάπτυξης των φυτών

4.1.1 Ύψος φυτών

Πίνακας 6. Επίδραση της στρατηγικής άρδευσης στο ύψος των φυτών (cm)

Στρατηγική άρδευσης	Εβδομάδα από την μεταφύτευση								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	10,61	12,53	16,15	23,28	30,83	41,42	59,20	70,48	85,09
B	10,04	12,19	16,32	22,87	30,12	40,41	55,28	69,62	83,72
C	10,14	12,38	14,63	21,57	28,36	36,55	52,58	66,48	77,24

*Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ($p=0,05$).

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 6 η στρατηγική άρδευσης δεν επιδρά σημαντικά στο ύψος των φυτών μέχρι την 9^η εβδομάδα μετά την μεταφύτευση.

Σύμφωνα με τον Ολύμπιο (2001), το ύψος των φυτών μελιτζάνας κυμαίνεται στα 60-120 cm. Επομένως η ανάπτυξη των φυτών του παρόντος πειράματος από άποψη ύψους κρίνεται καλή, καθώς τα φυτά της πράσινης ποικιλίας έφτασαν να έχουν τελικό ύψος περίπου 70 cm και της άσπρης τα 100 cm.

4.1.2 Αριθμός φύλλων κεντρικού στελέχους

Πίνακας 7. Επίδραση της στρατηγικής άρδευσης στον αριθμό των φύλλων του κεντρικού στελέχους

Στρατηγική άρδευσης	Εβδομάδα από την μεταφύτευση								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	5,50	6,67	8,17	9,92 a	12,25	13,92	15,58	17,42	19,83
B	5,17	6,33	8,00	9,67 ab	11,67	12,92	14,42	16,25	18,58
C	5,33	6,33	7,67	9,50 b	11,25	13,25	15,25	16,75	18,42

*Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ($p=0,05$).

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 7 η στρατηγική άρδευσης επιδρά σημαντικά στον αριθμό φύλλων του κεντρικού στελέχους μόνο κατά την 4^η εβδομάδα από την μεταφύτευση όπου είναι σημαντικά μεγαλύτερος στην μεταχείριση A σε σχέση με την μεταχείριση C.

4.1.3 Αριθμός φύλλων δευτερεύοντος στελέχους

Πίνακας 8. Επίδραση της στρατηγικής άρδευσης στον αριθμό των φύλλων του δευτερεύοντος στελέχους

Στρατηγική άρδευσης	Εβδομάδα από την μεταφύτευση					
	4	5	6	7	8	9
A	4,89	5,67	6,47 ab	8,00	9,42	11,67
B	5,27	6,67	7,97 a	9,61	10,02	12,36
C	4,83	5,00	5,25 b	6,92	8,75	10,33

*Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ($p=0,05$).

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 8 ο αριθμός των φύλλων του δευτερεύοντος στελέχους είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερος μόνο κατά την 6^η εβδομάδα από την μεταφύτευση στην μεταχείριση C σε σχέση με την B.

4.1.4 Μετρήσεις χλωροφύλλης - Spad

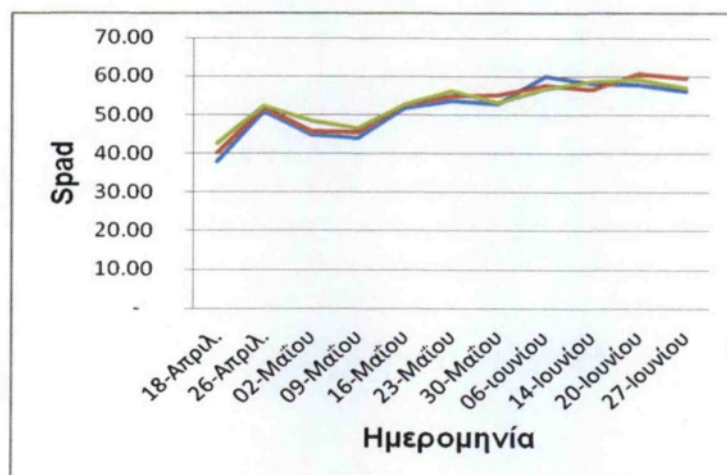
Πίνακας 9. Επίδραση της στρατηγικής άρδευσης στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης (δείκτης Spad)

Στρατηγική άρδευσης	Εβδομάδα από την μεταφύτευση								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	38,02 b	50,83	44,81	43,95	51,82	53,68	52,86	59,94	58,27
B	40,19 ab	51,90	45,64	45,38	52,52	54,92	54,99	57,69	56,49
C	42,72 a	52,29	48,53	46,55	52,50	56,10	53,17	56,87	58,70

*Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ($p=0,05$).

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης είναι σημαντικά μεγαλύτερη στην μεταχείριση άρδευσης C σε σχέση με την μεταχείριση A μόνο κατά την 1^η εβδομάδα από την μεταφύτευση.

Γράφημα 3: Εβδομαδιαία κατανομή του δείκτη spad στα φύλλα στις 3 μεταχειρίσεις



4.1.5 Αριθμός ανοικτών ανθέων

Πίνακας 10. Επίδραση της στρατηγικής άρδευσης στον αριθμό των ανθέων ανά φυτό

Στρατηγική άρδευσης	Εβδομάδα από την μεταφύτευση			
	6	7	8	9
A	1,00 b	1,00	3,89	7,92
B	1,00 b	1,42	4,17	7,42
C	1,44 a	1,92	4,28	8,67

*Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ($p=0,05$).

Ο αριθμός των ανθέων δείχνει να επηρεάζεται μόνο κατά την 6^η εβδομάδα από την μεταφύτευση και παρουσιάζεται σημαντικά μεγαλύτερος στην στρατηγική άρδευσης C σε σχέση με τις άλλες δυο μεταχειρίσεις.

Πίνακας 11. Επίδραση της στρατηγικής άρδευσης στην παραγωγή και ποιότητα

Στρατηγική άρδευσης	Αριθμός καρπών ανά φυτό	Μέσο βάρος καρπού (g)	Απόδοση ανά φυτό(g)	Διάμετρος καρπού (cm)	Μήκος καρπού (cm)
A	4,26 a	306,5 a	1227,0 a	26,97 b	12,4 a
B	3,53 b	304,1 a	1082,4 b	31,40 a	11,6 a
C	4,39 a	292,7 b	1282,0 a	29,70 ab	10,7 b

*Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ($p=0,05$).

Σε ότι αφορά τον αριθμό των καρπών και την απόδοση ανά φυτό η στρατηγική άρδευσης B υστερεί έναντι των άλλων δυο μεταχειρίσεων. Το μέσο βάρος και το μήκος του καρπού εμφανίζεται σημαντικά μεγαλύτερο στις μεταχειρίσεις A και B έναντι της C, ενώ η διάμετρος του καρπού είναι σημαντικά μικρότερη στην μεταχείριση A σε σχέση με την B.

4.4 Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη των φυτών γενικά ήταν καλή αποδεικνύοντας ότι η ποικιλία αυτή ενδείκνυται για υδροπονική καλλιέργεια στο υπόστρωμα της ελαφρόπετρας. Η δε διαφορά στην παρεχόμενη ποσότητα θρεπτικού διαλύματος δεν φάνηκε να επηρεάζει ιδιαίτερα την αύξηση των φυτών και την συγκέντρωση της χλωροφύλλης με ελάχιστες εξαιρέσεις όπως αναφέρεται και στα αποτελέσματα.

Αντιθέτως, η επίδραση της στρατηγικής άρδευσης είναι περισσότερο σαφής στα δεδομένα της παραγωγής με υπεροχή των μεταχειρίσεων Α και C έναντι της Β. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων θα πρέπει να γίνει επανάληψη του πειράματος με αύξηση των διαφορετικών στρατηγικών άρδευσης με μεγαλύτερη διάρκεια συγκομιδής, ενώ θα πρέπει να συμπεριληφθούν και άλλες μετρούμενες παράμετροι.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βακαλουνάκης Δ. Ι., (1998). Σολανώδη (Τομάτα, Πιπεριά, Μελιτζάνα, Πατάτα), σε: Οδηγός Αντιμετώπισης Ασθενειών των Φυτών, Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρεία, Εκδόσεις Σταμούλη. Σελ. 79-86.
- Δεληόγλου Α., (2010). Βιολογική καλλιέργεια πιπεριάς και μελιτζάνας στο νομό Θεσσαλονίκης. Αλεξάνδρειο Εκπαιδευτικό τεχνολογικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης.
- Θανόπουλος Χ., (2010). Σολανώδη Λαχανικά. Μελιτζάνα. Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
<http://informatics.aua.gr:8080/scam/2/resource/578>
- Κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 1292/81 της Επιτροπής της 12ης Μαΐου 1981 περί καθορισμού των κανόνων ποιότητας για τα πράσα, τις μελιτζάνες και τα κολοκυθάκια.
- Καφεντζής Ν. και Ιατρόπουλος Π., (2012). Η επίδραση των εκχυλισμάτων του φυτού της μελιτζάνας σε μύκητες αγροτικής σημασίας. ΑΤΕΙ Καλαμάτας.
- Κούτρου Αυγουλά Α. και Τραυλός Η., (2012). Περιοδικό 'Παραγωγή'. Τεύχος 24, σελ. 2.
- Μαλαθράκης Ν. Ε., (1998). Σολανώδη (Τομάτα, Πιπεριά, Μελιτζάνα, Πατάτα), σε: Οδηγός Αντιμετώπισης Ασθενειών των Φυτών, Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρεία, Εκδόσεις Σταμούλη. Σελ. 79-86.
- Νικολετάκης Μ., (2008). Η τεχνική της υδροπονίας και η εφαρμογή της μέσα από διάφορα συστήματα. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.
- Ντάλλη Ν., (2010). Διδακτορική διατριβή: Αντιμετώπιση των ριζοκόμβων νηματοδών (*Meloidogyne incognita*) σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες με φυσικά προϊόντα και μελέτη της χημικής σύστασης αυτών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Ολύμπιος Χ., (2001). Μελιτζάνα (Κεφάλαιο 3) σε: Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλη. Σελ. 293-344.
- Σάββας, Δ. και Νικήτας Α., (1997). Αυτόματος έλεγχος ηλεκτρικής αγωγιμότητας ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος σε υδροπονικές καλλιέργειες ανθοκομικών φυτών. 18η Επιστημονική Συνεδρίαση Ελληνικής Εταιρείας

Επιστήμης Οπωρο-κηπευτικών. Θεσσαλονίκη, 5-7 Νοεμβρίου 1997. Πρακτικά Ε.Ε.Ε.Ο., τ. 7, σελ. 442-445.

Σεφερίδη Π., (2011). Οι φυτικές στερόλες και στανόλες στην υγεία και τη νόσο.

Τμήμα Επιστήμης, Διαιτολογίας και Διατροφής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Τσιβελίκας Λ. και Μπλέτσος Α., (2012). Ελληνικές Ποικιλίες λαχανικών και παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε./Εθνικό Ινστιτούτο Αγροτικής Έρευνας, Τεύχος 46, σελ. 5-8.

Διαθέσιμο online: <http://www.nagref.gr/journals/ethq/images/46/ethq46p5-8.pdf>

Ψαλλιδάς Π. Γ., (1998). Σολανώδη (Τομάτα, Πιπεριά, Μελιζάνα, Πατάτα), σε: Οδηγός Αντιμετώπισης Ασθενειών των Φυτών, Ελληνική Φυτοπαθολογική Εταιρεία, Εκδόσεις Σταμούλη. Σελ. 79-86.

Ξένη Βιβλιογραφία

Byoung-Cheorl K. and Chittaranjan K., (2013). Eggplant, In: Genetics, Genomics and Breeding of Peppers and eggplants. CRC Press.

Christie W. W., (2010). Sterols 3. Sterols and their conjugates from plants and lower organisms. Lipidlibrary.aocs.org.

Daunay M. C. and Chadha M. L., (2004). Sonanum Melongena, In: Vegetables. Plant Resources of Tropical Africa 2 (Ed. Grubben G. J. H. and Denton O. A.). PROTA Foundation/ Backhuys Publishers/CTA, Wageningen, Netherlands, 488-493.

Dauney M. C., Lester R. N. and Ano G., (2001). Eggplant. Chapter 9 in: Tropical Plant Breeding (Editors: Charrier A., Jacquot M., Hamon S. and Nicolas D.). CIRAD and Science Publishers Inc., 199-222.

Van Os E., Gieling T. H., and Lieth J. H., (2007). Chapter 5: Technical Equipment in Soilless Production Systems. In: Soilless Culture. Theory and Practice (Ed. Raviv, M. and Lieth J. H.). Elsevier Science, 157-207.

Holland B., Unwin, I. D. and Buss, D. H., (1991). Vegetables, Herbs and Spices. Fifth supplement to McCance and Widdowson's The Composition of Foods. Royal Society of Chemistry, Cambridge.

MoEF, Biology of Brinjal (Series of Crop Specific Biology Documents), Ministry of Environment and Forests, Government of India, 2010.

<http://dbtbiosafety.nic.in/guidelines/brinjal.pdf>

Kaefer C.M, Milner J.A., (2008). The role of herbs and spices in cancer prevention. *J Nutr Biochem.*;19:347–61.

Pennington J. A. T., (2002). Food composition databases for bioactive food components. *Journal of food composition and analysis*, 15, 419-434.

Raigón MD, Prohens J, Muñoz-Falcón JE, Nuez F (2008). Comparison of eggplant landraces and commercial varieties for fruit content of phenolics, minerals, dry matter and protein. *J. Food Compos. Anal.* 21(5):370-376.

Savvas, D. and K. Adamidis, 1999. Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. *Journal of Plant Nutrition* 22 (9): 1415-1432.

Sonneveld, C., Straver, N., 1994. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. Research Station for Floriculture and Glasshouse Vegetables, Aalsmeer/ Naaldwijk, The Netherlands, Series: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, no 8, 45 pp.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Καταγραφή θερμοκρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου

Ημερομηνίες	Ωρα	Γραμμή άρδευσης	Θέσεις αισθητήρων και θερμοκρασίες σε βαθμούς Κελσίου			
04.05.2011	10.00	5	1 A1	18.2	2 Π4	18.1
		6	3 A3	18.6	4 Π2	18.2
		7	5 A4	18.4	6 Π6	18.5
	15.30	5	1 A1	23.3	2 Π4	23.6
		6	3 A3	23.3	4 Π2	23.4
		7	5 A4	23.6	6 Π6	23.3
05.05.2011	09.30	5	1 A1	19.6	2 Π4	19.3
		6	3 A3	19.4	4 Π2	19.8
		7	5 A4	19.4	6 Π6	19.0
	10.20	5	1 A1	20.8	2 Π4	20.1
		6	3 A3	20.3	4 Π2	20.3
		7	5 A4	20.0	6 Π6	19.8
	11.30	5	1 A1	21.1	2 Π4	20.7
		6	3 A3	20.9	4 Π2	20.9
		7	5 A4	21.0	6 Π6	20.6
06.05.2011	9.45	5	1 A1	18.1	2 Π4	17.7
		6	3 A3	17.8	4 Π2	18.0
		7	5 A4	17.7	6 Π6	17.2
	11.30	5	1 A1	20.0	2 Π4	19.0
		6	3 A3	20.5	4 Π2	20.2
		7	5 A4	20.2	6 Π6	19.2
	13.50	5	1 A1	22.3	2 Π4	22.0
		6	3 A3	22.5	4 Π2	21.6
		7	5 A4	22.6	6 Π6	23.0
09.05.2011	11.10	5	1 A1	20.9	2 Π4	19.3
		6	3 A3	19.3	4 Π2	19.5

Ημερομηνίες	Ώρα	Γραμμή άρδευσης	Θέσεις αισθητήρων και θερμοκρασίες σε βαθμούς Κελσίου			
		7	5 A4	19.5	6 A6	19.0
	15.00	5	1 A1	23.3	2 Π4	22.1
		6	3 A3	23.0	4 Π2	23.3
		7	5 A4	23.4	6 A6	22.7
10.05.2011	10.00	5	1 A1	18.4	2 Π4	17.2
		6	3 A3	17.2	4 Π2	17.6
		7	5 A4	17.2	6 A6	16.5
	10.30	5	1 A1	19.5	2 Π4	17.8
		6	3 A3	18.4	4 Π2	18.5
		7	5 A4	17.8	6 A6	17.3
11.05.2011	09.20	5	1 A1	16.5	2 Π4	15.7
		6	3 A3	16.0	4 Π2	16.4
		7	5 A4	15.8	6 A6	15.5
	13.00	5	1 A1	23.3	2 Π4	22.0
		6	3 A3	23.6	4 Π2	22.4
		7	5 A4	22.2	6 A6	22.7
12.05.2011	09.00	5	1 A1	17.5	2 Π4	17.0
		6	3 A3	17.5	4 Π2	17.9
		7	5 A4	17.2	6 A6	17.0
	11.00	5	1 A1	21.2	2 Π4	19.3
		6	3 A3	19.7	4 Π2	19.1
		7	5 A4	18.6	6 A6	18.7
13.05.2011	09.00	5	1 A1	15.6	2 Π4	15.4
		6	3 A3	16.0	4 Π2	16.2
		7	5 A4	15.4	6 A6	15.3
	13.00	5	1 A1	22.9	2 Π4	21.6
		6	3 A3	22.4	4 Π2	21.4
		7	5 A4	22.3	6 A6	23.6
14.05.2011	10.10	5	1 A1	18.9	2 Π4	17.7
		6	3 A3	18.4	4 Π2	18.3

Ημερομηνίες	Ώρα	Γραμμή άρδευσης	Θέσεις αισθητήρων και θερμοκρασίες σε βαθμούς Κελσίου			
		7	5 A4	17.9	6 A6	17.6
16.05.2011	11.30	5	1 A1	21.9	2 Π4	21.4
		6	3 A3	21.8	4 Π2	21.5
		7	5 A4	22.0	6 A6	21.2
17.05.2011	11.30	5	1 A1	22.3	2 Π4	20.6
		6	3 A3	20.9	4 Π2	20.8
		7	5 A4	21.3	6 A6	20.8
19.05.2011	10.30	5	1 A1	17.0	2 Π4	15.9
		6	3 A3	16.3	4 Π2	17.1
		7	5 A4	16.5	6 A6	16.2