



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
**ΜΕΛΕΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΖΕΟΛΙΘΟΥ, ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗ,
ΥΓΡΗΣ ΚΑΙ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΩΣ ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΑ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ**

ΠΑΛΑΤΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ
Δρ. ΑΛΜΠΑΝΗΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΣ
Δρ. ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ ΖΗΖΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υπεύθυνους για την πραγματοποίηση του διατμηματικού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών «Περιβάλλον-Νέες τεχνολογίες», και ιδιαίτερα τον κ. Αλμπάνη Τριαντάφυλλο Καθηγητή του τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων καθώς και τον κ. Βοσνιάκο Φωκίωνα Καθηγητή του Γενικού τμήματος του Α.Τ.Ε.Ι.Θ.

Ευχαριστώ θερμά τους Επιβλέποντες Καθηγητές κ. Αλμπάνη Τριαντάφυλλο Καθηγητή του τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων καθώς και τον κ. Μιχαηλίδη Ζήση Καθηγητή του Γενικού τμήματος του Α.Τ.Ε.Ι.Θ.. για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν στην ανάθεση της μεταπτυχιακής διατριβής, όπως επίσης και για τις χρήσιμες υποδείξεις τους. Η συνεισφορά τους, ως δασκάλων με την ουσιαστική και προς όλες τις διαστάσεις έννοια του όρου υπήρξε ανεκτίμητη.

Ακόμη ευχαριστώ τον κ. Γκέρτση Αθανάσιο Επιστημονικό Συνεργάτη του εργαστηρίου εδαφολογίας της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Α.Τ.Ε.Ι.Θ. και Καθηγητή του Perrotis College of Agricultural Studies και Υπεύθυνο του Ερευνητικού Έργου χρηματοδοτούμενου από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) και το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) στην Ελλάδα, με τίτλο «Αξιολόγηση ζεολιθικών τόφρων, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας ως εδαφοβελτιωτικών», τον συνάδελφο κ. Τάσιο Βασίλειο Καθηγητή Εφαρμογών της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Α.Τ.Ε.Ι.Θ. και Δαμιανίδη Δαμιανό συνεργάτες του Ερευνητικού έργου για την άμεση ανταπόκρισή τους στις δυσκολίες που αντιμετώπιζα. Τον κ. Γκέρτση Αθανάσιο ευχαριστώ επίσης και για τις επισημάνσεις επί του κειμένου της μεταπτυχιακής διατριβής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τους σπουδαστές του τμήματος Φυτικής Παραγωγής Αβραμίδα Δέσποινα, Σκαραμαγκά Ευστράτιο, Δάλλα άγγελο και Αντωνίου Χρήστο, για την βοήθειά τους σε όλη την διάρκεια της έρευνας.

Τέλος εκφράζω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου που με στήριξε πολύπλευρα κατά τη διάρκεια αυτού του κύκλου της ζωής μου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
Abstract.....	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	14
Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής είναι:	15
A.1.1. Γενικά περί καλλιέργειας πιπεριάς σε θερμοκήπιο.....	16
ΚΑΤΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ	16
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	16
ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	17
ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ	17
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ	18
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	19
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	21
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ.....	25
ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗ	28
ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ	29
ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΛΑΔΕΥΜΑ	30
ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	32
ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	32
ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ	36
A.1.2. Χαρακτηριστικά ποικιλιών (Arlequin και Π-113) που χρησιμοποιήθηκαν.....	38
A.2. Γενικά περί καλλιέργειας μαρουλιού σε θερμοκήπιο	39
ΤΟ ΦΥΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ (<i>Lactuca sativa</i>)	39
ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	39
ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ	40
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	40
ΤΥΠΟΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	41
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑ	42
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ	43
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΛΙΠΑΝΣΗ	43
ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΑΡΔΕΥΣΗ.....	44
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ - ΣΠΟΡΑ - ΦΥΤΕΥΣΗ.....	44
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ - ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ.....	46
ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ - ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ	47
ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ	49
A.3.1. Γενικά περί καλλιέργειας φράουλας σε θερμοκήπιο	50
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	50
ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	51
ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	52
ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	53
ΑΡΔΕΥΣΗ.....	53
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	54

ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗ.....	55
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ.....	56
ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	58
ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	60
ΠΑΘΟΓΟΝΑ	61
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	68
ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	72
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ	72
Εδαφική έναντι υδροπονικής καλλιέργειας.....	74
A.3.2. Χαρακτηριστικά ποικιλίας (Temptation).....	80
A.4. Γενικά περί καλλιέργειας Καλαμποκιού.....	81
B. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΓΕΝΙΚΑ.....	83
ΓΕΝΙΚΑ.....	83
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	84
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	85
ΑΡΔΕΥΣΗ.....	85
ΛΙΠΑΝΣΗ.....	86
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	87
Γ. Περιγραφή των 4 υλικών του ερευνητικού έργου.....	90
1. ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ (Vermiculite).....	90
2. ΖΕΟΛΙΘΟΣ (zeolite)	91
3. ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ (Bottom Ash).....	91
4. ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ (Fly Ash).....	91
Δ. Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας.....	93
E. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	94
1. Πιπεριά	94
2. Μαρούλι	97
3. Φράουλα	101
4. Γλυκό καλαμπόκι.....	105
ΣΤ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	106
A. Αποτελέσματα φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υποστρωμάτων	106
1. Πιπεριάς	106
2. Μαρούλι	116
2.1. Μετρήσεις 31 Ιανουαρίου 2005.....	116
2.1.1. Υγρασία.....	116
2.1.2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)	116
2.1.3. Θερμοκρασία.....	117
2.2. Μετρήσεις 26 Νοεμβρίου 2004	120
2.2. Μετρήσεις 26 Νοεμβρίου 2004	121
2.2.1. Υγρασία.....	121
2.2.2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)	121

2.2.3. Θερμοκρασία.....	122
3. Φράουλα.....	126
B. Αποτελέσματα σε χαρακτηριστικά των φυτών	128
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων χλωροφύλλης.....	128
(σε μονάδες του χλωροφυλλόμετρου SPAD).....	128
1. Πιπεριά	128
2. Φράουλα	133
Γ. Αποτελέσματα Απόδοσης Φυτών	134
1. Πιπεριά.....	134
2. Μαρούλι	139
Αποτελέσματα απόδοσης στον αγρό.....	147
3. Γλυκό καλαμπόκι (απόδοση).....	147
Z. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	153
A. Έρευνα στο Θερμοκήπιο.....	153
A.1. Πιπεριά	153
A.2. Μαρούλι.....	154
A.3. Φράουλα	156
B. Έρευνα σε αγρούς.....	157
B.1.Γλυκό Καλαμπόκι.	157
H. ΣΥΓΚΡΙΣΗ «ΝΕΩΝ» ΚΑΙ «ΠΑΛΑΙΩΝ» ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	158
A.1. Αποτελέσματα από εργαστηριακές αναλύσεις pH (1:1) και Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC) στα υδροπονικά υποστρώματα (παλαιά και νέα).....	158
B. Αποτελέσματα από μετρήσεις W.E.T. (υγρασία-ηλεκτρική αγωγιμότητα-θερμοκρασία) στα υδροπονικά υποστρώματα (παλαιά και νέα)	165
1. Υγρασία υποστρωμάτων (ο/ο %).....	165
2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC-mS/cm) των υποστρωμάτων ...	168
3. Θερμοκρασία (° C) υποστρωμάτων	169
Γ. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΤΑ «ΝΕΑ» ΚΑΙ «ΠΑΛΑΙΑ» ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.	170
Δ. Αποτελέσματα από μετρήσεις χλωροφύλλης φύλλων (SPAD units) στα υδροπονικά υποστρώματα (παλαιά και νέα)	174
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΑΡΟΥΛΙΑ.....	174
Θ. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΑ	180
I. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ	182
Συνοπτικά αποτελέσματα από τους 2 αγρούς στα 3 έτη	182
1. Εδαφολογικές αναλύσεις (Μετρήσεις pH και EC).....	182
1.1. Εδαφολογικές αναλύσεις για το έτος 2004	182
1.2. Εδαφολογικές αναλύσεις για το έτος 2005	186
1.3. Εδαφολογικές αναλύσεις για το έτος 2006	190
1.4. Εδαφολογικές αναλύσεις για το έτος 2007	193
2. Πειραματικός Αγρός ΑΓΣΘ –ΘΕΡΜΗ - Ν. Θεσσαλονίκης.....	194

3. Πειραματικός Αγρός ΔΡΟΣΕΡΟΥ - Ν. Ημαθίας.....	194
4. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥΣ ΑΓΡΟΥΣ	199
Κ. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	201
1. Πειραματισμός στον Αγρό.....	201
2. Πειραματισμός στο Θερμοκήπιο.....	201
3. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	203
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	204
Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	204
Β. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ.....	205
Γ. Σχετικές ιστοσελίδες στο INTERNET.....	206
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	207
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....	208
1.1. Φωτογραφικό υλικό (Πιπεριά).....	208
1.2. Φωτογραφικό υλικό (Μαρούλι).....	213
1.3. Φωτογραφικό υλικό (Φράουλα).....	215
1.4. Φωτογραφικό υλικό αγρού (Γλυκό Καλαμπόκι).....	216
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. Πειραματικά σχέδια.....	218
1. Πειραματικό Σχέδιο για πιπεριές.....	218
2. Πειραματικό Σχέδιο για Μαρούλι.....	219
3. Πειραματικό σχέδιο για φράουλα.....	220
4. Πειραματικό Σχέδιο για Γλυκό Καλαμπόκι.....	222
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3. Μετεωρολογικές μετρήσεις θερμοκρασίας και Σχετικής Υγρασίας (%) αέρα εντός και εκτός του θερμοκηπίου.....	223
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4. Περιγραφή και Φωτογραφίες από εχθρούς και ασθένειες μαρουλιού.....	231
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5. Στατιστικά στοιχεία εξέλιξης καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα.....	239

**ΜΕΛΕΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΖΕΟΛΙΘΟΥ, ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗ, ΥΓΡΗΣ
ΚΑΙ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΩΣ ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ
ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΑ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αποτελεί μέρος πολυετούς έρευνας και εκπονήθηκε στα πλαίσια του Ερευνητικού έργου (2004-2007) και διενεργήθηκε σε αγρούς και στο Θερμοκήπιο του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, στο οποίο είμαι συνεργάτης με επιστημονικό υπεύθυνο τον Δρ Αθανάσιο Γκέρτση χρηματοδοτούμενου από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) στην Ελλάδα, με τίτλο «Αξιολόγηση ζεολιθικών τόφφων, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας ως εδαφοβελτιωτικών».

Τα **ειδικότερα αντικείμενα της μεταπτυχιακής διατριβής** είναι να μελετήσει και να αξιολογήσει:

A.1. την **επίδραση των εννέα υδροπονικών υποστρωμάτων**, που προέρχονται από τα τέσσερα (4) γεωλογικά υλικά, στις φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε φυσικοχημικές ιδιότητες μειγμάτων τους με άμμο και τύρφη, για χρήση ως υδροπονικών υποστρωμάτων (μέσα ανάπτυξης) στο Θερμοκήπιο

A.2. να διερευνήσει την πιθανή επίδραση των τεσσάρων εδαφοβελτιωτικών υλικών (ζεόλιθου, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας) στη **συνολική απόδοση και αριθμό σπαδικών** του γλυκού καλαμποκιού (sweet corn, ποικιλία Express F1) σε πείραμα αγρού στη περιοχή Δροσερού Γιαννιτσών, σε έκταση 0,4 ha και όξινης αντίδρασης έδαφος (pH<5,5) και

B.1 την **επίδραση δυο ημερομηνιών φύτευσης**, σε αγρονομικά χαρακτηριστικά δύο ποικιλιών πιπεριάς (*Capsicum annuum* var. Arlequin και var. Odiseo – ίδια με την P113 της

προηγούμενης χρονιάς) σε υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο και σε καλλιέργεια θερμοκηπίου.

B.2 την επίδραση των παραπάνω **υποστρωμάτων** σε αγρονομικά χαρακτηριστικά (απόδοση) ποικιλίας μαρουλιού σε υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο.

B.3. την επίδραση των τεσσάρων υλικών σε φυσικοχημικές ιδιότητες μειγμάτων τους με άμμο και τύρφη, για χρήση ως υδροπονικών υποστρωμάτων (μέσα ανάπτυξης) σε καλλιέργεια φράουλας (*Fragaria anannassas* var. Temptation) σε θερμοκήπιο.

Έρευνα στο Θερμοκήπιο.

1. Το πειραματικό μέρος (για πιπεριά) εγκαταστάθηκε στο υάλινο θερμοκήπιο του ΑΤΕΙ-Θ, χρησιμοποιώντας 720 συνολικά πλαστικές γλάστρες (φυτοδοχεία όγκου 15 l). Έγιναν μετρήσεις σε περιοδικά διαστήματα στις εννέα (9) μεταχειρίσεις που προήλθαν από συνδυασμούς του βασικού μείγματος (άμμος + τύρφη σε αναλογία όγκων 4:1 %) και των τεσσάρων παραπάνω υλικών σε δύο αναλογίες το καθένα καθώς και σε δυο ημερομηνίες μεταφύτευσης των σπορόφυτων. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων (υγρασία, ηλεκτρική αγωγιμότητα και θερμοκρασία) καθώς και αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών πιπεριάς (ποσοστό χλωροφύλλης των φύλλων και απόδοση).

Τα αποτελέσματα του τμήματος αυτού του έργου έδειξαν ότι τα διάφορα υλικά προκάλεσαν σημαντική διαφοροποίηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων. Το αγρονομικά χαρακτηριστικά του φυτού που μετρήθηκαν (ποσοστό χλωροφύλλης φύλλων και απόδοση) επηρεάστηκαν στατιστικά σημαντικά σε αρκετές περιπτώσεις.

2. Το πειραματικό μέρος (για το μαρούλι) εγκαταστάθηκε στο υάλινο θερμοκήπιο του ΑΤΕΙ-Θ, χρησιμοποιώντας 360 πλαστικές γλάστρες (φυτοδοχεία όγκου 15 liters –μαύρου χρώματος).

Έγιναν οι παρακάτω μετρήσεις σε περιοδικά διαστήματα στις εννέα (9) μεταχειρίσεις που προήλθαν από συνδυασμούς του βασικού μείγματος (άμμος + τύρφη σε αναλογία όγκων 4:1 %) και των τεσσάρων παραπάνω υλικών σε δύο αναλογίες το καθένα: φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων (υγρασία, θερμοκρασία και ηλεκτρική αγωγιμότητα), καθώς και αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών μαρουλιού (απόδοση φυτών-φρέσκο βάρος φύλλων).

Τα αποτελέσματα του τμήματος αυτού του έργου έδειξαν ότι τα διάφορα υλικά επέδρασαν σημαντικά στις ιδιότητες των υποστρωμάτων και σε αγρονομικά χαρακτηριστικά του φυτού. Τα υλικά δημιούργησαν πιο βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης και αύξησαν την απόδοση του μαρουλιού.

3. Το πειραματικό μέρος (για την φράουλα) εγκαταστάθηκε στο υάλινο θερμοκήπιο του ΑΤΕΙ-Θ, χρησιμοποιώντας 720 πλαστικές γλάστρες (φυτοδοχεία όγκου 15 l). Έγιναν μετρήσεις σε περιοδικά διαστήματα στις εννέα (9) μεταχειρίσεις που προήλθαν από συνδυασμούς του βασικού μείγματος (άμμος + τύρφη σε αναλογία όγκων 4:1 ο/ο) και των τεσσάρων παραπάνω υλικών σε δύο αναλογίες το καθένα. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων καθώς και αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών φράουλας (ποσοστό χλωροφύλλης των φύλλων).

Τα αποτελέσματα του τμήματος αυτού του έργου έδειξαν ότι τα διάφορα υλικά προκάλεσαν σε ορισμένες περιπτώσεις σημαντική διαφοροποίηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των υποστρωμάτων και αγρονομικών χαρακτηριστικών του φυτού.

Έρευνα σε αγρούς.

4. Στα πλαίσια Ευρωπαϊκού Ερευνητικού Έργου, με σκοπό την αξιολόγηση τεσσάρων υλικών (ζεόλιθου, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας) ως εδαφοβελτιωτικών και ως υδροπονικών υποστρωμάτων, διενεργήθηκαν πειράματα αγρού στην ΑΓΣΘ – Θέρμη και την περιοχή Δροσερού Γιαννιτσών, σε έκταση 0,4 ha, με

σκοπό την αξιολόγηση των ανωτέρω υλικών ως προς την απόδοση καλλιέργειας γλυκού καλαμποκιού (sweet corn, ποικιλία Express F1). Το έδαφος είχε ισχυρά όξινη αντίδραση ($\text{pH} < 5,5$) και τα υλικά προστέθηκαν σε πειραματικά τεμάχια, σε δύο δόσεις: 45 και 90 λίτρα/πειραματικό τεμάχιο.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η δυο μορφές και δόσεις της τέφρας είχαν την μεγαλύτερη απόδοση, και σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά από τον βερμικουλίτη. Το γεγονός αυτό εικάζεται ότι οφείλεται στην ανύψωση του pH σε τιμές που αυξάνεται η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους στο φυτό. Τα αποτελέσματα της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου έδειξαν παρόμοια τάση. Το πείραμα θα συνεχισθεί και την επόμενη περίοδο, για την περαιτέρω αξιολόγηση της συμπεριφοράς των υλικών στο σύστημα «έδαφος-φυτό».

Λέξεις κλειδιά: ζεόλιθος, βερμικουλίτης, ιπτάμενη τέφρα, υγρή τέφρα, υδροπονία, πιπεριά, μαρούλι, φράουλα, γλυκό καλαμπόκι, υποστρώματα, χλωροφύλλη, ηλεκτρική αγωγιμότητα, υγρασία, θερμοκρασία, απόδοση.

Study of utilisation zeolite, vermiculite, bottom and fly ash as soil amendment materials for the growth and the agronomic characteristics of cultivated plants

Abstract

The present postgraduate thesis constitutes part of multiannual research and it was worked out in the frames of Inquiring work (2004-2007) and was held in fields and in the Greenhouse of Alexander Technological Education Institute of Thessaloniki, in which I am collaborator with scientific person in charge Dr Athanassios Gkertsis financed from the European Union (EE) and the Institute of Geological and Mineralogical Exploration (IGME) in Greece, entitled "*Evaluation zeolite tuffs, vermiculite, fly and bottom ash as soil improving materials*".

The more **specific objectives of postgraduate thesis** it is it studies and it evaluates:

A.1. the **effect of nine hydroponics substrates**, that emanates from the four (4) geological materials, in the physical and chemical properties attributes of substrates in physical and chemical properties their attributes of mixtures based on sand, peat and the four materials, for use as hydroponics substrates of (in growth) in the Greenhouse

A.2. it investigates the likely effect of four soil amendment materials (zeolite, vermiculite, fly and bottom ash) in **the total yield and number of spikes** sweet maize (sweet corn, variety Express F 1) in experiments of fields in the Agricultural Studies American Farm School of Thessaloniki the region Thermi and the region Drosero of Giannitsa, in extent 0,4 ha and acidic reaction soil (pH < 5,5) and

B.1. the **effect of two dates of planting**, in agronomic characteristics of two varieties pepper (*Capsicum annuum* var. Arlequin and var. Odiseo – the same as P113 of previous year) for

use as hydroponic substrates (growth media) in pepper production under greenhouse conditions.

B.2 the effect of the above four materials in physical and chemical properties of mixtures based on sand, peat and the four materials, in agronomic characteristics (yield) variety of lettuce, for use as hydroponic substrates (growth media), and in lettuce yield under greenhouse conditions.

B.3. the effect of the above four materials in physical and chemical properties of mixtures based on sand, peat and the four materials, for use as hydroponic substrates (growth media) in strawberry (*Fragaria ananassas* var. Temptation) production under greenhouse conditions.

Research in the Greenhouse.

1. The experimental part (for pepper) was established at the glasshouse of Alexander Technological Education Institute of Thessaloniki, using 720 globally plastic flowerpots of (plant pots volume of 15 l). Became measurements in periodical intervals in the nine (9) treatments that emanated from combinations of mixtures based (sand + peat in proportion of volumes 4:1 %) and the above four materials in two proportions each one as well as in two dates of transplantation of seedlings. The measurements included physico-chemical properties of mixtures based on sand, peat and the four materials, for use as hydroponic substrates (*moisture*, electrical conductivity and temperature) as well as agronomic characteristics of plants of pepper (leaf chlorophyll of leaves and yield).

The results of this department of work showed that the various materials caused important differentiation of physico-chemical properties of mixtures based on sand, peat and the four materials, attributes of substrates. Agronomic characteristics of plant that were measured (rate of chlorophyll of leaves and yield) were influenced statistically considerably in enough cases.

2. The experimental part (for the lettuce) was established at the glasshouse of Alexander Technological Education Institute of Thessaloniki, using 360 plastic pots (volume of 15 l and black color). Various measurements were taken periodically in the nine (9) treatments resulted from the combinations of sand+peat (4:1 v/v ratio) and two levels of each of the four materials. The measurements included physico-chemical properties of mixtures based on sand, peat and the four materials, for use as hydroponic substrates (volumetric water content, electrical conductivity and medium temperature at root zone depth) as well as agronomic characteristic lettuce (fresh leaf weight)

The results of this department of work showed that the various materials affected considerably the attributes of hydroponics substrates and in agronomic characteristics of plant. The materials provided more optimum environment for crop growth and increased the yield of lettuce.

3. The experimental part (for the strawberry) was established at the glasshouse of Alexander Technological Education Institute of Thessaloniki, using 720 plastic pots (volume of 15 l). Various measurements were taken periodically in the nine (9) treatments resulted from combinations of sand+peat (4:1 v/v ratio) and two levels of each of the four materials. The measurements included physico-chemical properties of the substrates as well as agronomic characteristic of the strawberry plants (leaf chlorophyll level).

The results of this part of the project showed that the various materials caused, in some cases, significant changes in the properties of the substrates and the agronomic characteristic of the plant.

Research in fields.

4. In the frames of European Inquiring Work, aiming at evaluation four material (*zeolite, vermiculite, fly and bottom ash*) as soil amendments materials and as hydroponics substrates, was the experiments of fields in the Agricultural Studies American Farm

School of Thessaloniki the region Thermi and the region Drosero of Giannitsa, in extent 0,4 ha, aiming at the evaluation of above materials as for the attribution of culture of sweet maize (sweet corn, variety Express F 1).

The soil had powerfully acidic reaction ($\text{pH} < 5,5$) and the materials was added in experimental items, in two doses: 45 and 90 litres/experimental item.

The results showed that two forms and doses of ash had the bigger output, and in certain cases existed statistically important difference from vermiculite. This make gusseting that it is owed in the elevation of pH in prices that are increased the availability of nutritious elements of ground in the plant. The results of previous farming period showed similar tendency. The experiment will be continued also the next period, for the further evaluation of behaviour of materials in the system "soil-plant".

Key words: *zeolite, vermiculite, fly ash, bottom ash, hydroponics, pepper, lettuce, strawberry, sweet maize, substrate, chlorophyll, electrical conductivity, moisture, temperature, yield.*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τέσσερα υλικά που αξιολογήθηκαν στην έρευνα αυτή προέρχονται από διάφορες περιοχές της Ελλάδος (**ζεόλιθος** – από Σκάλλωμα και Πετρωτά, Θράκη, **βερμικουλίτης**- από Ασκό, Κ. Μακεδονία, και **υγρή και ιπτάμενη τέφρα** –από Πτολεμαΐδα, Δ. Μακεδονία) και έχουν μελετηθεί από το ΙΓΜΕ για τις ορυκτολογικές τους ιδιότητες και διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Μελέτες με εφαρμογές των 4 υλικών για αποκατάσταση και βελτίωση εδαφών έχουν γίνει στο παρελθόν και συνεχίζονται με έντονο ρυθμό, γεγονός που υποδηλώνει το ενδιαφέρον για εφαρμογές τους σε διάφορα νέα πεδία στο άμεσο μέλλον. Τα υλικά αυτά έχουν αξιολογηθεί μερικώς σε διάφορες χώρες και για χρήση σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες με υδροπονικά συστήματα .

Η παρούσα μελέτη **διαφοροποιείται** από την Διεθνή και Ελληνική βιβλιογραφία και έρευνα κυρίως στα παρακάτω σημεία:

1. Τα 4 υλικά διαφέρουν σημαντικά (το καθένα) στις ιδιότητές τους ανάλογα από την περιοχή προέλευσης και συνεπώς, αποτελέσματα άλλων ερευνών (άλλων χωρών ή περιοχών) δεν είναι εφαρμόσιμα και άμεσα συγκρίσιμα με την παρούσα μελέτη
2. Δεν υπάρχει μελέτη αξιολόγησης και των 4 υλικών ταυτόχρονα και σε διάρκεια χρόνου 4 ετών σε πειράματα αγρού και σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες σε υδροπονικά συστήματα.
3. Δεν υπάρχουν επαρκείς μελέτες που να συνεξετάζουν ταυτόχρονα παράγοντες και ιδιότητες που επηρεάζουν τα υλικά αυτά στο συνεχές σύστημα «έδαφος-φυτό-ατμόσφαιρα».

Σκοπός της μεταπτυχιακής διατριβής είναι:

Σκοπός της παρούσης έρευνας είναι να αξιολογηθούν τα 4 υλικά που προέρχονται από τον Ελληνικό χώρο (ζεόλιθος, βερμικουλίτης, υγρή και ιπτάμενη τέφρα) ως εδαφοβελτιωτικά (επίδραση σε φυσικοχημικές ιδιότητες εδαφών και αγρονομικά χαρακτηριστικά φυτών) και ταυτόχρονα ως συστατικά υδροπονικών υποστρωμάτων για θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

- Η διάρκεια της έρευνας στους δυο αγρούς ήταν 3ετής (2004-2006) και
- η αξιολόγηση των υποστρωμάτων στο θερμοκήπιο ήταν 4ετής (2004-2007). Ενώ έγινε νέα αξιολόγηση το 2008 με νέα υποστρώματα (ανάμειξη των παλαιών)

A.1.1. Γενικά περί καλλιέργειας πιπεριάς σε θερμοκήπιο

ΚΑΤΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ (*Capsicum annum var annum*).

Περιοχή καταγωγής της θεωρείται η λατινική Αμερική και πιο συγκεκριμένα το Μεξικό και το Περού. Η καλλιέργεια χρονολογείται ακόμα και άνω των 5.000 ετών στις προαναφερθείσες περιοχές.

Πρώτη αναφορά στην Ευρώπη έγινε το 1493(μετά την ανακάλυψη της Αμερικής) οπου έγινε σύντομα αποδεκτή. Διαδόθηκε σχετικά εύκολα σε όλο τον υπόλοιπο κόσμο, εξαιτίας της μεγάλης διάρκειας συντήρησης του καρπού της και της μεγάλης διατήρησης του σπόρου της.

Η πιπεριά σήμερα καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό της, που χρησιμοποιείται ως λαχανικό, ως καρύκευμα και πιο παλιά ως συμβολικό φυτό όπου έπαιζε σημαντικό ρολό σε διάφορες θρησκευτικές τελετές για τους Ινδιάνους της Ν. Αμερικής. Καλλιεργούνται αρκετά είδη και ποικιλίες με μεγάλη παραλλακτικότητα ως προς το σχήμα, το μέγεθος, το χρώμα, το βαθμό δριμύτητας και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του καρπού της. Μερικές ποικιλίες με μεγάλο βαθμό δριμύτητας χρησιμοποιούνται ακόμα και στην Φαρμακευτική. Τέλος έχουν διαπιστωθεί και εφαρμογές της στην ανθοκομία.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στη χώρα μας η καλλιέργεια της πιπεριάς υπό κάλυψη έχει μεγάλη σημασία ενώ υπάρχουν και περιθώρια αύξησης των εκτάσεων (=αύξηση σε απόδοση) και δημιουργίας προϋποθέσεων εξαγωγών.

Σε αυτό συνηγορούν κάποιοι παράγοντες όπως:

1. η σημαντική ζήτηση του προϊόντος στην εγχωρία αλλά και την διεθνή αγορά, ιδίως τους χειμερινούς μήνες.
2. η υψηλή βιολογική αξία του καρπού της πιπεριάς
3. η υψηλή πρόσοδος της καλλιέργειας αυτής

4. οι ευνοϊκές εδαφοκλιματικές συνθήκες πολλών περιοχών της χώρας μας
5. η ευρεία διάδοση των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων.

ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

Το εδώδιμο μέρος της πιπεριάς, ο καρπός είναι πλούσιος σε βιταμίνες Α και C αλλά και σε μικρότερες ποσότητες Νιασίνη και Ριβοφλαβίνη. Είναι πλούσιο σε ανόργανα άλατα ασβεστίου(Ca), Φωσφόρου(P), σιδήρου(Fe), νατρίου(Na) και Καλίου(K). Επίσης περιέχει γλυκίδια και οργανικές ουσίες.

Πίνακας 1.1: Θρεπτική αξία ενός κιλού καρπών

Είδος	ενέργεια	Ca	P σε	Fe	Βιτ.Α	B σε	B2	C
Λαχανικού	σε	σε	mgr	σε	σε	mgr	mgr	mgr
	θερμίδες	mgr		mgr	Δ.Μ			
Πιπεριά	246	92	209	3,3	5,3	1	0,37	1005

ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Η καλλιεργουμένη πιπεριά ανήκει στο είδος *Capsicum annuum var. annuum* της βοτανικής οικογένειας *Solanaceae*. Υπάρχουν πολλά αγρία και καλλιεργούμενα είδη της. Τα καλλιεργούμενα είδη είναι τα ακολουθά:

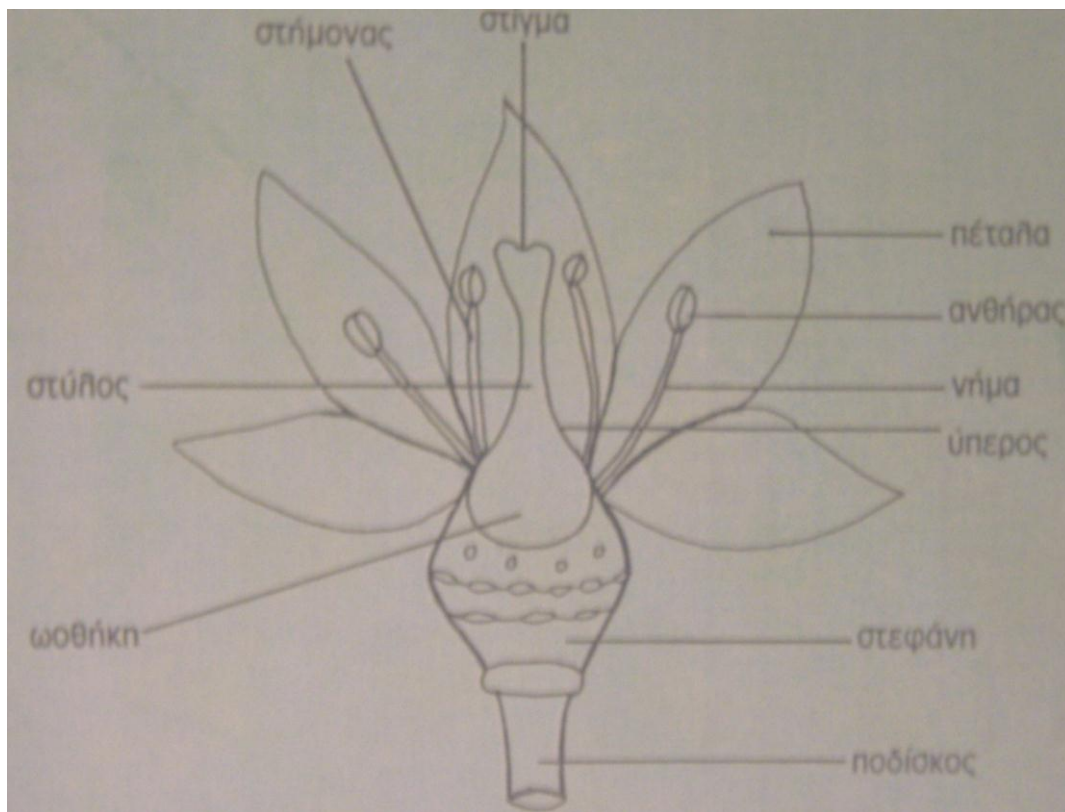
1. *Capsicum annuum*: Ετήσιο, το πιο διαδεδομένο και με μεγάλη οικονομική σημασία είδος. Σε αυτό το είδος ανήκουν οι γλυκές και αρκετές από τις καυτερές πιπεριές.
2. *Capsicum baccatum*: Καλλιεργείται κυρίως στη Ν. Αμερική
3. *Capsicum frutescens*: Συναντάται και αυτό στη Ν. Αμερική. Οι καρποί αυτού του είδους έχουν πολύ δριμεία γεύση (παράγεται το ταμπάσκο).
4. *Capsicum chinense*: Παράγει τους πιο δριμείς καρπούς. Συναντάται κυρίως στη Ν. Αμερική.

5. Capsicum pubescens: Συναντάται στην περιοχή των Άνδεων. Χαρακτηριστικό της η πολύ χοντρή σάρκα των καρπών.

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ

Η πιπεριά είναι φυτό μονοετές ή το πολύ διετές, ποώδες και ύψους 60-180 εκ. Στις τροπικές περιοχές είναι πολυετές. Ο βλαστός είναι ελαφρά ξυλώδης στη βάση, διακλαδιζόμενος και με ορθόκλαδη ανάπτυξη. Οι βλαστοί είναι εύθραυστοι και συχνά σπάζουν με το βάρος της καρποφορίας και συχνά κατά την συγκομιδή.

Δεν διαθέτει βλασάνουσα κορυφή όπως η τομάτα, γι'αυτό η ανάπτυξη της είναι μονοστέλεχη με διακλαδώσεις και βλαστούς 1^{ης} και 2^{ης} τάξης. Ανθοφόροι οφθαλμοί σχηματίζονται σε διακλαδώσεις βλαστών με βλαστούς προηγούμενης τάξης. Η ρίζα είναι βαθιά (60-120 εκατ.) και τα φύλλα απλά, λεπτά, με σχήμα ελλειπτικό και σχετικά μεγάλο μίσχο. Τα άνθη(βλέπε εικ.1) εμφανίζονται μονήρη, είναι λευκά και ερμαφρόδιτα (μερικώς σταυρεπικονιαζόμενο). Ο καρπός (μη κλιμακτηρικός) είναι ράγα, πολύχωρος και πολύσπερμος. Η δριμύτητα του οφείλεται στο αλκαλοειδές καψαϊκίνη.



Εικόνα1. Άνθος πιπεριάς.

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Οι ποικιλίες διακρίνονται με βάση την γεύση (δριμύτητα) και το σχήμα του καρπού. Οι κυριότεροι τύποι ποικιλιών είναι:

Ποικιλίες τύπου «καμπάνας»: Έχουν καρπό τετράγωνο με 3-4 λοβούς και χονδρό περικάρπιο. Είναι λίγο ή καθόλου καυτερές και αναφέρονται και σαν γλυκειές πιπεριές. Συγκομίζονται πράσινες.

Κυριότερες ποικιλίες αυτού του τύπου είναι:

1. τετράγωνος λοβός: California Wonder, Latino, Golden California κ.α.
2. ορθογώνιος λοβός: Lamuyo, Cleopatra, Majister κ.α.

Ποικιλίες επιμήκεις:

1. «Π-113»: κίτρινη μακριά, γλυκιά, με μήκος 14-20 εκατ., συγκομίζεται κιτρινοπράσινη αλλά αν παραμείνει στο φυτό γίνεται κόκκινη.
2. «Καυτερή εγχώρια»: καρποί επιμήκεις, μυτεροί, σαρκώδεις και υψηλής καυστικότητας.

3. «Φλωρίνης»: προέρχεται από την Περιοχή της Φλώρινας . Έχει καρπό κωνικού σχήματος, κόκκινου χρώματος, σαρκώδης και πολύ γλυκός.

Ποικιλίες τύπου «τοματοπιπεριάς»:

Capsicum annuum var. *Abbreviatum*.

Έχουν καρπό κόκκινο, σφαιρικό, ελαφρά πεπλατυσμένο, με πολύ γλυκιά γεύση και πολύ παχύ περικάρπιο. Χρησιμοποιούνται και για την παρασκευή πάπρικας. Γνωστή ελληνική ποικιλία είναι η «Βέροια».

Για την επιλογή μιας από τις παραπάνω ποικιλίες οι καλλιεργητές χρειάζεται να λάβουν υπόψη τους κάποια κριτήρια, όπως:

1. συγκεντρωμένη απόδοση(το 60-70% της απόδοσης πρώιμο)
2. πρωιμότητα
3. επιθυμητή ποιότητα καρπού (ως προς το σχήμα, χρώμα, δριμύτητα κ.α.)
4. αντοχές σε εχθρούς και ασθένειες
5. προσαρμοστικότητα στις αντιξοότητες του περιβάλλοντος (αλατότητα κ.α.)
6. καταλληλότητα για καλλιέργεια στο θερμοκήπιο.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η πιπεριά ως προς το ψύχος είναι πιο ευαίσθητη απ'την τομάτα και πιο ανθεκτική από την μελιτζάνα. Συνιστώμενες θερμοκρασίες για κάθε στάδιο είναι οι παρακάτω:

Βλάστηση σπόρου, 27-30°C. Απαιτούνται 8 ημέρες σε αυτές τις θερμοκρασίες για να εμφανιστούν τα φυτά στην επιφάνεια του εδάφους-υποστρώματος. Ελάχιστη θερμοκρασία είναι 15°C, με διάρκεια βλάστησης 25 ημέρες.

Ανάπτυξη σπορόφυτου, ημέρας 22-26°C, νύχτας 16-18°C. Στο στάδιο του 3^{ου} φύλλου εφαρμόζεται ψυχρή μεταχείριση, για διάστημα 4 εβδομάδων σε θερμοκρασία αέρα ημέρας 18°C και νύχτας 12-13°C. Αυτή η διαδικασία προκαλεί πρωίμιση της άνθησης και της παραγωγής, αυξάνει τον αριθμό των ανθέων και επιβραδύνει της βλάστησης.

Μεταφύτευση-τέλος καλλιέργειας, ημέρας 22-26°C, νύχτας 18-20°C. Θερμοκρασίες πάνω από 30°C προκαλούν ανθόπτωση. Η άριστη θερμοκρασία για μεγαλύτερη καρπόδεση είναι η θερμοκρασία νύχτας να κυμαίνεται γύρω στους 15-17°C και ημέρας 22-24°C, δηλαδή να υπάρχει διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας ημέρας και νύχτα περίπου 5-7°C. Αντιθέτως σε θερμοκρασία ημέρας 18°C και νύχτας 15°C, παράγονται μικροί μη εμπορεύσιμοι καρποί. Η ευαισθησία των διαφόρων ποικιλιών πιπεριάς σε ακραίες θερμοκρασίες διαφέρει. Σε γενικές γραμμές, οι μικρόκαρπες ποικιλίες είναι πιο ανθεκτικές στις χαμηλές θερμοκρασίες από αυτές τύπου «καμπάνας».

Θερμοκρασία εδάφους, άριστη 22-24°C, ελάχιστη 17-18°C.

ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

Η άριστη σχετική υγρασία της ατμοσφαιράς του θερμοκηπίου για την ανάπτυξη του φυτού της πιπεριάς είναι 70-75%. Υψηλή σχετική υγρασία (πάνω από 80%) ευνοεί την ανάπτυξη ασθενειών,

ενώ χαμηλή (κάτω από 65%) προκαλεί ανθόρροια και μειώνει τις αποδόσεις.



Εικόνα 2: Όργανο μέτρησης εδαφικής υγρασίας

ΦΩΣ

Η πιπεριά είναι πιο απαιτητική σε ένταση φωτός από την τομάτα.

Στη χώρα μας δεν εφαρμόζεται συμπληρωματικός φωτισμός εκτός από ορισμένες περιπτώσεις όπως στο στάδιο του σπορόφυτου ή σε σπορές μέσα στο χειμώνα, όπου μπορεί να δοθεί συμπληρωματικός φωτισμός για την επιτάχυνση της ανάπτυξης των νεαρών φυταρίων. Τέλος, σε καλλιέργειες μέσα στο χειμώνα να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

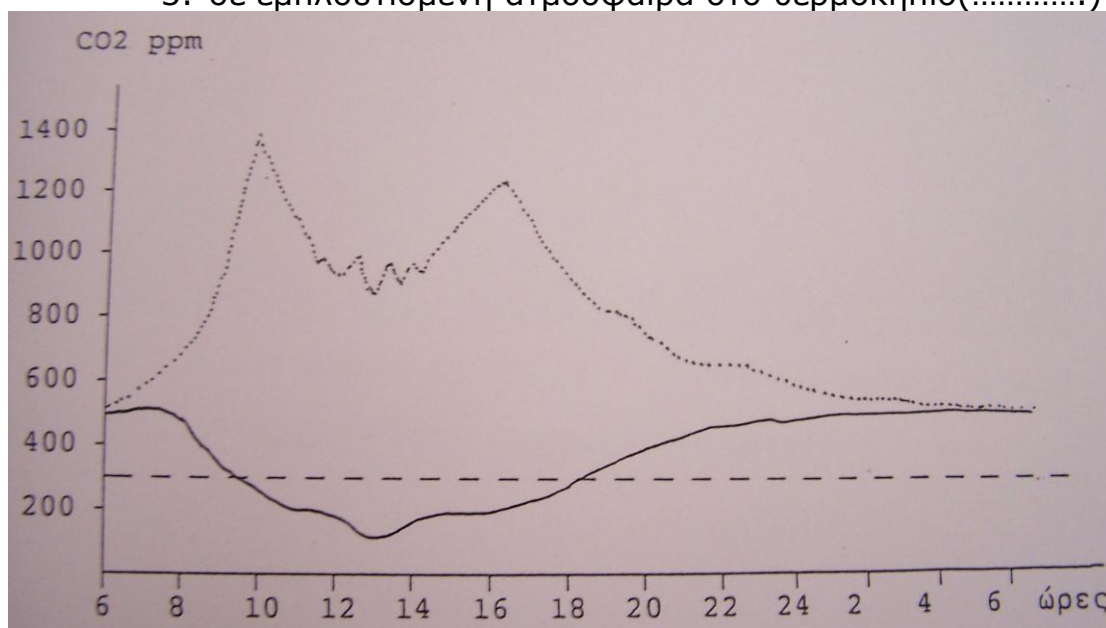
Είναι παρόμοιες με αυτές της τομάτας. Η πιπεριά αναπτύσσεται καλύτερα σε γόνιμο, πλούσιο σε οργανική ουσία, καλά στραγγιζόμενο έδαφος, με pH 5,5-6,8 και χαμηλής αλατότητας.

ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΜΕ CO₂

Το CO₂ είναι ένα από τα πιο απαραίτητα υλικά της φωτοσύνθεσης, διότι μαζί με το νερό, τα θρεπτικά συστατικά, παρουσία του φωτός και της χλωροφύλλης συμμετέχει στη σύνθεση των υδατανθράκων(ενέργεια). Η συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι περίπου 0,03% ή 300 ppm. Στο θερμοκήπιο τη νύχτα η αναλογία CO₂ αυξάνει και μπορεί να φτάσει τα 500-600ppm ενώ την ημέρα από τη φωτοσύνθεση πέφτει κάτω από τα 200 ppm(σχήμα 1) Αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στο τριπλάσιο περίπου της φυσικής (1000ppm) προκαλεί πρωιμότητα στην παραγωγή και αύξηση των αποδόσεων. Ο εμπλουτισμός συνιστάται να γίνεται λίγο μετά την ανατολή του ηλίου μέχρι το απόγευμα και όταν το θερμοκήπιο παραμένει κλειστό. Όταν οι ανάγκες για εξαερισμό είναι μεγάλες και το θερμοκήπιο πρέπει να παραμείνει ανοιχτό, διακόπτεται ο εμπλουτισμός. Στο σπορείο, ο εμπλουτισμός επιταχύνει την ανάπτυξη των σπορόφυτων. Στο σύνολο των θερμοκηπίων της χώρας μας που καλλιεργούνται με πιπεριά δεν γίνεται εμπλουτισμού με CO₂.

Σχήμα 1: Μεταβολές του CO₂:

1. στην ατμόσφαιρα του αέρος (_ _ _ _ _)
2. στο θερμοκήπιο χωρίς εμπλουτισμό(_____)
3. σε εμπλουτισμένη ατμόσφαιρα στο θερμοκήπιο(.....)



ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΛΙΠΑΝΣΗ

Οι απαιτήσεις της πιπεριάς θερμοκηπίου σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία είναι μεγαλύτερες από την υπαίθρια, γιατί οι αποδόσεις στο θερμοκήπιο είναι πολλαπλάσιες. Βρέθηκε ότι μια απόδοση 3 τόνων καρπών απομακρύνει από το έδαφος περίπου 16 kg N, 1,5 kg P₂O₅ και 16 kg K₂O.

Για μια καλλιέργεια στο θερμοκήπιο μπορεί να προταθεί με επιφύλαξη ένα πρόγραμμα λίπανσης εφόσον δεν υπάρχει πρόσφατη ανάλυση εδάφους. Για εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία και μέτριας γονιμότητας συστήνεται το παρακάτω πρόγραμμα:

Βασική λίπανση: κοπριά χωνεμένη 3-4 τον./στρ., P₂O₅ 30-35kg και K₂O 20-25kg.

Επιφανειακή λίπανση(3-4 εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση): υδρολίπανση με διαλύματα που περιέχουν 100ppm N και 150-300ppm K₂O. Για την ενίσχυση της βλαστικής ανάπτυξης εφαρμόζονται διαλύματα που περιέχουν N:K₂O 1:1 και για ενίσχυση της καρποφορίας διαλύματα με N:K₂O 1:2.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Το φυτό της πιπεριάς φυτρώνει πιο αργά απ' ότι η τομάτα και η μελιτζάνα ακόμα και σε ευνοϊκές συνθήκες. Ο σπόρος της χάνει πολύ γρήγορα τη φυτρωτική του ικανότητα γι' αυτό καλό είναι να αποφεύγεται παλιός σπόρος και να προτιμάται πιο πρόσφατος. Για να ενισχυθεί η ανάπτυξη των φυτών μπορεί να εφαρμοστεί ψυχρή μεταχείριση στα σπορόφυτα (σκληραγώγηση). Συγκεκριμένα, αφού πραγματοποιηθεί το φύτευμα στους 27-30°C, να μειωθεί η θερμοκρασία νύχτας στους 12-12 °C για τέσσερις περίπου εβδομάδες, όταν αρχίσει να αναπτύσσεται το τρίτο φύλλο και πάλι να αυξηθεί στο βέλτιστο(22-27 °C την ημέρα και 16-18 °C τη νύχτα).

Ο πολλαπλασιασμός της πιπεριάς γίνεται με σπόρο, ο οποίος είναι δισκοειδής, διαμέτρου 3-5 χιλιοστά και έχει ωχρό-κίτρινο χρώμα. Πρέπει να επιδιώκεται η εξασφάλιση φρέσκου σπόρου της προηγούμενης περιόδου, γιατί ο σπόρος της πιπεριάς χάνει εύκολα τη φυτρωτική του ικανότητα. Συνήθως 1g σπόρου φέρει 100-140 σπέρματα και υπολογίζεται ότι από 1g εξασφαλίζονται 80-100 φυτά. Για τη φύτευση ενός στρέμματος χρειάζονται 20-30g σπόρου.

Η σπορά γίνεται σε ειδικά σπορεία, μέσα στα οποία οι σπόροι μπορούν να σπαρθούν, είτε σε κιβώτια σποράς από τα οποία αφού βλαστήσουν, μεταφυτεύονται σε ατομικά γλαστράκια στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης των κοτυληδόνων, είτε απ' ευθείας σε ατομικά γλαστράκια τύρφης ή σακουλάκια νάιλον (πλαστικά) ή κύβους εδάφους ή Jiffy 7, οπότε στη δεύτερη περίπτωση θα γίνει μια μεταφύτευση του φυτού στη μόνιμη θέση του στο θερμοκήπιο.

Η σπορά γίνεται σε υπόστρωμα με βάση το χώμα (εδαφικά μίγματα) ή σε κομπόστα χωρίς χώμα (συνθετικά μίγματα).

Η πυκνότητα με την οποία μπορούν να διασκορπιστούν οι σπόροι μέσα στα κιβώτια σποράς είναι περίπου 100/m² ή μπορούν να σπαρθούν σε διαστήματα 2-3cm μεταξύ τους τετραγωνικά. Προτιμάται η σπορά να γίνεται σε γραμμές. στη συνέχεια ο σπόρος καλύπτεται με λεπτοκοσκινισμένο υπόστρωμα (πάντα

απολυμασμένο), πιέζεται ελαφρά και ποτίζεται με ποτιστήρι λεπτής ροής. Μετά το φύτευμα μειώνονται τα ποτίσματα. Καλά αποτελέσματα δίνει η εφαρμογή συστήματος ποτίσματος με καταιονισμό πολύ μικρών σταγονιδίων.

Θα πρέπει η θερμοκρασία του υποστρώματος να μην ανεβαίνει πάρα πολύ (>32°C) σε περιόδους ηλιοφάνειας. Για να έχουμε ομοιόμορφη και γρήγορη βλάστηση θα πρέπει η θερμοκρασία του υποστρώματος, μέρα και νύχτα, να μην πέφτει κάτω από 21°C. Ο σπόρος βλαστάνει σε 8 ημέρες όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται από 27-30°C, σε 12 ημέρες με θερμοκρασία 20°C και 25 ημέρες στους 15°C. Ο σπόρος δε βλαστάνει κάτω από τους 12°C.

Μετά από 12-20 ημέρες περίπου τα νεαρά φυτάρια της πιπεριάς είναι έτοιμα για μεταφύτευση. Τα γλαστράκια μεταφύτευσης τα οποία είναι διαφόρων τύπων (πλαστικό σακουλάκι, πλαστικό γλαστράκι, χάρτινο γλαστράκι ή από τύρφη), πρέπει να έχουν διάμετρο και βάθος τουλάχιστον 10cm.

Το μεταφυτευόμενο νεαρό φυτό εξάγεται με προσοχή από το υπόστρωμα σποράς και κρατείται από ένα από τα δυο φύλλα κοτυληδόνων και όχι από το βλαστό και στη συνέχεια εισάγεται σε τρύπα που ανοίγεται στο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυταρίων με τέτοιο τρόπο ώστε το κενό γύρω από τις ρίζες με το υπόστρωμα να έρθουν σε στενή επαφή. Αμέσως μετά εφαρμόζεται πότισμα. Τα γλαστράκια αρχικά τοποθετούνται αραιά ώστε να μην επικαλύπτονται ποτέ τα φύλλα τους. Η τελική πυκνότητα (16-25 εβδομάδες) εξαρτάται από το χρόνο που τα φυτά κρατούνται στα γλαστράκια μέχρι τη μεταφύτευσή τους στο έδαφος (6-10 εβδομάδες) και ανάλογα με τις θερμοκρασίες.

Λόγω της ευαισθησίας των σπορόφυτων στην βακτηριακή κηλίδωση στα φύλλα μπορεί να εφαρμοστεί ως προληπτικό μέτρο η απολύμανση του σπόρου σε διάλυμα χλωρίνης(συγκέντρωσης 1:4 για 40 λεπτά) πλύσιμο και καλό στέγνωμα. Παρ' όλα αυτά αν η ασθένεια εμφανιστεί θα πρέπει να γίνει επέμβαση με αντιβιοτική ουσία (π.χ streptomycin sulfate) σε συνδυασμό με χαλκώχο

σκεύασμα προκειμένου να αποκλεισθεί δευτερογενής μυκητολογική προσβολή.

Για την παραγωγή καλής ποιότητας σποροφύτων και ταυτόχρονα την ελαχιστοποίηση εισροών (φυτοφάρμακα, λιπάσματα) θα πρέπει να γίνουν οι παρακάτω εργασίες:

1. Αποφυγή της σποράς σε έδαφος που έχει παρατηρηθεί πρόβλημα στο παρελθόν με μυκητολογικές ή βακτηριακές ασθένειες(π.χ σήψεις λαιμού).
2. Αν το παραπάνω δεν είναι εφικτό θα πρέπει να προηγηθεί της σποράς απολύμανση εδάφους.
3. Να γίνεται πρόγραμμα αμειψισποράς(εναλλαγή καλλιεργειών) κατά έτος με φυτά που δεν ανήκουν στην οικογένεια των σολανωδών όπως σιτηρά, ψυχανθή, βιομηχανικά φυτά κ.α..

Η πιπεριά επειδή απαιτεί υψηλή θερμοκρασία εδάφους για φύτευμα θα πρέπει να προσεχθεί και να μειωθεί στο ελάχιστο η υγρασία του εδάφους, για την αποφυγή τυχόν ασθενειών καθώς και για την σκληραγώγηση των φυτών.

Η μεταφύτευση γίνεται περίπου σε 8 εβδομάδες από την σπορά(στο στάδιο των 4 πραγματικών φύλλων) ενώ για πολλές ποικιλίες αρκούν και μόνο 6 εβδομάδες. Σε περίπτωση καθυστέρησης αφαιρείται το 1^ο άνθος.

Η μεταφορά των σπορόφυτων στο χωράφι γίνεται αφού περάσει η περίοδος των όψιμων παγετών και αφού η θερμοκρασία έχει ξεπεράσει τους 17-18°C.

Η φύτευση, συνήθως, γίνεται σε δίδυμες γραμμές(ζεύγη), που απέχουν μεταξύ τους 1-1,5m. Οι γραμμές των ζευγών απέχουν η μία με την άλλη 60-80εκ. Και τα φυτά επί της γραμμής 50 εκ. Όταν η φύτευση εφαρμόζεται σε μονές γραμμές, οι αποστάσεις είναι 80-100εκ. και 30-40 εκ. επί της γραμμής.

Η απαιτούμενη ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα είναι 20-30 γραμμάρια, ενώ ένα γραμμάριο σπόρου περιέχει 150-200 σπόρους (αναλόγως το μέγεθος και την ποικιλία).

ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗ

Η λίπανση γίνεται σε συνδυασμό με το σύστημα άρδευσης με σταγόνες. Η υδρολίπανση γίνεται με τη χρήση ειδικών συσκευών - υδρολιπαντήρες- που διοχετεύουν στο δίκτυο άρδευσης κατάλληλο μίγμα διαλύματος λιπασμάτων και νερού. Η ιδανική συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα καθορίζεται απ' τη γονιμότητα του εδάφους, από το στάδιο αναπτύξεως του φυτού, την εποχή και τη συχνότητα λίπανσης. Οι απαιτήσεις της πιπεριάς θερμοκηπίου σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία είναι μεγαλύτερες από την υπαίθρια, γιατί και οι αποδόσεις στο θερμοκήπιο είναι μεγαλύτερες. Η πιπεριά για να δώσει καλές αποδόσεις χρειάζεται 30-40kg N/στρ. ,15-20kg P₂O₅/στρ. και 8kg MgO/στρ. Απαραίτητη είναι και η κοπριά σε αμμώδη και μαλακά εδάφη σε ποσότητα 4-5 τόνους/στρ. Η υψηλή συγκέντρωση καλίου δρα ανασταλτικά.

Προτεινόμενο πρόγραμμα λίπανσης για καλλιέργεια θερμοκηπίου για μέσης γονιμότητας εδάφη που είναι φτωχά σε οργανική ουσία :

Βασική λίπανση: κοπριά χωνεμένη 3-4 τόνους, P₂O₅ 30-35kg, K₂O 20-25kg, επίσης θα πρέπει να υπάρχει στο έδαφος ικανοποιητική περιεκτικότητα σε -NO₃ για να συμβάλλει από την αρχή στην καλή βλαστική ανάπτυξη του φυτού. Το υπόλοιπο άζωτο δίδεται επιφανειακά με το νερό ποτίσματος. Θα πρέπει να επιδιώκουμε pH γύρω στο 5,5-6,5.

Επιφανειακή λίπανση (3-4 εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση): υδρολίπανση με διαλύματα που περιέχουν 100ppm N και 150-300ppm K₂O.

Η πιπεριά είναι αρκετά ανθεκτική στην ξηρασία, όμως για να πετύχουμε υψηλή παραγωγή καρπού και πολύ καλής ποιότητας θα πρέπει τα φυτά να αρδεύονται καλά. Χορήγηση μικρής ποσότητας νερού σε τακτά χρονικά διαστήματα είναι προτιμότερο να εφαρμόζεται κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού και στη συνέχεια να εφαρμόζονται μεγαλύτερες ποσότητες καθώς αυξάνει η

φυτομάζα. Άφθονο νερό εξασφαλίζει καλή βλαστική ανάπτυξη, διατήρηση του φυλλώματος και αποφυγή ηλιοκαυμάτων στους καρπούς. Επίσης, κατά την καρποφορία, αποφεύγεται η σύνθεση πικρών ουσιών στους καρπούς και μειώνεται η καυστικότητα. Μεγάλες διακυμάνσεις της υδατοπεριεκτικότητας του εδάφους συντελούν στο σκίσιμο των καρπών και προκαλείται μελανή κηλίδωση σε αυτούς.

Οι ανάγκες σε νερό μιας καλλιέργειας πιπεριάς η οποία ποτίζεται με τη μέθοδο στάγδην ανέρχονται στα 556m³ /στρ.(Parachristodoulou et al., 1992)

Σαν καλύτερη μέθοδος άρδευσης συνιστάται η «στάγδην» και μάλιστα για καλύτερα αποτελέσματα η χρήση των λεπτών σωληνάριων (macaroni tubes) γιατί είναι οικονομική και συνδυάζεται άριστα με την υγρή λίπανση (humid fertilization).

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνουμε στο νερό, για να είναι κατάλληλο για πότισμα, πρέπει να είναι καλής ποιότητας (δηλ. να μην είναι μολυσμένο από ασθένειες),να έχει μικρή περιεκτικότητα σε άλατα ($EC_e < 750 \mu\text{mhos/cm}$), και να μην προέρχονται από περιοχές όπου χύνονται νερά υπονόμων και απόβλητα εργοστασίων. Η πιπεριά είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην αλατότητα του νερού άρδευσης, η παραγωγή μειώνεται κατά 10%, 25% και 50% όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού άρδευσης είναι 1,5, 2,2 και 3,4 mmhos/cm αντίστοιχα. (Lorenz & Maynard, 1998).

ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ

Η πιπεριά είναι φυτό αυτογονιμοποιούμενο, η καρπόδεση σε καλλιέργεια μέσα στο θερμοκήπιο συμβαίνει φυσιολογικά μετά από επικονίαση και γονιμοποίηση των ανθέων, εφόσον οι συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας είναι φυσιολογικές. Πολύ υψηλή θερμοκρασία και χαμηλή σχετική υγρασία έχει ως αποτέλεσμα χαμηλή καρπόδεση. Άριστη θερμοκρασία για μεγαλύτερη καρπόδεση στην πιπεριά είναι 15-17°C τη νύχτα και 22-24°C την ημέρα

ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΛΑΔΕΥΜΑ

Η πιπεριά είναι εύθραυστο φυτό, ιδίως κατά τη συγκομιδή των καρπών, γι' αυτό χρειάζεται απαραίτητα στήριξη (υποστύλωση). Η υποστύλωση γίνεται όταν το φυτό αποκτήσει ύψος 20-25cm, με πλαστικό σπάγκο, του οποίου το ένα άκρο δένεται σε οριζόντιο σύρμα που βρίσκεται στην οροφή του θερμοκηπίου σε ύψος 2m από το έδαφος. Το άλλο άκρο δένεται χαλαρά στη βάση του φυτού και το στέλεχος περιτυλίσσεται γύρω από το σπάγκο, ο οποίος δεν πρέπει να είναι τεντωμένος για να επιτρέπει την εύκολη περιέλιξή του χωρίς σπασίματα. Άλλος τρόπος υποστύλωσης είναι η στήριξη του φυτού σε πάσσαλο με κομμάτια σπάγκου καθώς αυτό αναπτύσσεται.

Το σύστημα υποστήριξης είναι το εξής:

Ο κεντρικός κορμός κάθε φυτού δένεται με σπάγκο(εικ. 2), ο οποίος στη συνέχεια δένεται στο οριζόντιο σύρμα πάνω από τα φυτά. Ταυτόχρονα, τα φυτά μπορούν να υποστηρίζονται ομαδικά, κατά μήκος των ζυγών γραμμών, με ξυλοπασσάλους που τοποθετούνται σε κάθε γλάστρα ξεχωριστά και να δένονται σε κάθε πάσαλο με πλαστική ταινία με τη βοήθεια ενός μηχανήματος (εικ. 3). Το αποτέλεσμα της υποστύλωσης είναι το να αποτρέψει το πλάγιασμα των φυτών και συνεπώς το λέρωμα και το σάπισμα των καρπών. Εφαρμόζεται κυρίως στις μεγαλόσχημες ποικιλίες στις οποίες παρατηρείται έλλειψη ισορροπίας μεταξύ υπέργειου και ριζικού συστήματος.



εικόνα 3: στήριξη με σπάγκο



εικόνα 4:
εργαλείο τοποθέτησης ταινίας

Ταυτόχρονα με την υποστύλωση γίνεται και το κλάδευμα. Δεν εφαρμόζεται συστηματικό κλάδευμα όπως στο φυτό της τομάτας ή του αγγουριού. Συνήθως, η διαμόρφωση του φυτού γίνεται σε σχήμα με 2-4 στελέχη, τα οποία στηρίζονται σε κατακόρυφους σπάγκους ή σε πασσάλους ανάλογα με το τρόπο υποστύλωσης. Οι υπόλοιποι βλαστοί αφαιρούνται ή κλαδεύονται στο πρώτο ή στο δεύτερο φύλλο.

Συχνά στις διάφορες καλλιέργειες πραγματοποιείται η απομάκρυνση των μασχαλιαίων βλαστών, που εκπύσσονται στον κορμό του φυτού κάτω από την πρώτη διακλάδωση. Έχει σαν σκοπό να φέρει στο φυτό ισορροπία, μεταξύ βλάστησης και παραγωγής. Από τη βάση του φυτού και γύρω από τον κύριο βλαστό, αφαιρούνται όσοι πλάγιοι φυτρώνουν, μέχρι ένα ύψος 20-50 εκ. στη συνέχεια αφήνεται το φυτό να διασκελιστεί σε 3-4 στελέχη, που από εκεί και πέρα αφήνονται σχεδόν χωρίς καμιά επέμβαση ή με ελάχιστες επεμβάσεις. Αν το φυτό έχει την τάση να δημιουργεί πολλά και πυκνά βλαστάρια, τα αραιώνουμε αφήνοντας να αναπτυχθούν τα καλύτερα.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Για τις περισσότερες ποικιλίες πιπεριάς, η συγκομιδή γίνεται 80-120 ημέρες, ενώ για τις πιο όψιμες ποικιλίες 120-150 ημέρες, από τη μεταφύτευση. Η συγκομιδή γίνεται κυρίως με το χέρι κάθε 7-10 ημέρες. Συνήθως γίνεται συγκομιδή στο στάδιο του ώριμου πράσινου και του ώριμου κόκκινου.

Στο πρώτο στάδιο, συγκομίζονται καρποί που προορίζονται για νωπή κατανάλωση και μαγειρική. Θα πρέπει να έχουν αποκτήσει το τελικό μέγεθος τους και να έχουν πράσινο ή πρασινοκίτρινο χρώμα και τραγανή σάρκα.

Στο δεύτερο στάδιο, συγκομίζονται ποικιλίες που προορίζονται για κονσερβοποίηση, αφυδάτωση (σκόνη πιπέρι) ή άλλου είδους βιομηχανική επεξεργασία.

Μηχανική συγκομιδή εφαρμόζεται σε ποικιλίες με ομοιόμορφη ωρίμανση και εφόσον ο καρπός προορίζεται για βιομηχανική χρήση.

Ελάχιστα χαρακτηριστικά ποιότητας

Οι πιπεριές πρέπει να είναι :

α) ακέραιες, β) νωπής εμφάνισης, γ) υγιείς, δ) καθαρές, ε) καλά ανεπτυγμένες, στ) χωρίς ελαττώματα από παγετό, ζ) χωρίς τραύματα, η) χωρίς εγκαύματα από τον ήλιο, θ) με μίσχο, ι) με φυσιολογική εξωτερική υγρασία, ια) χωρίς ξένη οσμή και γεύση.

ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Έντομα που προσβάλλουν την πιπεριά

Αλευρώδης – *Trialeurodes vaporariorum* , Homoptera, Aleurodidae

Είναι μικροσκοπικό έντομο το οποίο σε όλα του τα στάδια (προνύμφες όλων των σταδίων και ακμαία) τρέφεται με μύζηση, προκαλώντας στα φύλλα κιτρίνισμα ή άλλο μεταχρωματισμό. Η καταπολέμηση του είναι δύσκολη, και γίνεται είτε με χημικά μέσα είτε με βιολογική μέθοδο ή με τη χρήση κολλητικών παγίδων. Από τα χημικά σκευάσματα έχουν χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία τα Actelic, Desis, Cymbush, Permethrine κ.α. Επίσης τα νέα

εντομοκτόνα *Juvenoides*, τα οποία μόνα τους ή σε μίγμα με πυρεθρινοειδή δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα.

Για την βιολογική καταπολέμηση χρησιμοποιούνται το εντομοφάγο παράσιτο *Encarsia Formosa* που εισάγεται στην φυτεία σαν νύμφη (pupa), το *Solenopsis invicta* και ο εντομοφάγος μύκητας *Verticillium lecanii*. Επίσης είναι αρκετά διαδεδομένες ειδικές παγίδες κίτρινου χρώματος με κολλώδη ουσία για την συλλογή των τέλειων εντόμων , που όπως έχει παρατηρηθεί αρέσκονται στο κίτρινο χρώμα.

Αφίδες (μελίγκρες) *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* κ.α

Οι αφίδες προκαλούν ζημιά με την απομύζηση και την καπνιά που εμφανίζεται , λόγω των μελιτογόνων εκκρίσεων με αποτέλεσμα να το καρούλιασμα ή το κατσάρωμα των φύλλων και το σημάδεμα των καρπών. Επιπλέον, είναι φορείς διαφόρων ιώσεων, γι' αυτό δεν πρέπει να καθυστερεί η καταπολέμηση τους. Η αντιμετώπιση τους γίνεται κυρίως χημικά με τη χρήση διασυστηματικών εντομοκτόνων εδάφους (π.χ. MAVRIC) και ειδικών αφιδοκτόνων όπως το pirinicar, pirimor κ.α.

Τετράνυχος (κόκκινη αράχνη) – *Tetranychus spp*

Οι τετράνυχτοι είναι μικρά ακάρεα τα οποία βρίσκονται κυρίως στην κάτω επιφάνεια του φύλλου και δεν είναι εμφανή με γυμνό μάτι. Τα συμπτώματα προσβολής από τον τετράνυχο είναι μικρές κιτρινόασπρες κηλίδες στα φύλλα που τελικά παίρνουν σκούρο κίτρινο χρώμα. Σε προχωρημένη προσβολή, σχηματίζονται αραχνοιστοί πάνω στους νεαρούς βλαστούς των φυτών. Η καταπολέμηση γίνεται κυρίως με χημικά μέσα (διάφορα ακαρεοκτόνα). Μπορεί να εφαρμοστεί και βιολογική καταπολέμηση με το αρπακτικό *Phytoseilus persimilis*.

Άλλα έντομα

Λιγότερες ζημιές στην πιπεριά προκαλούν άλλα έντομα. Στο φύλλωμα το *Forficula spp*, θρίπες, στον καρπό το *Zonosemata electa*. Το ριζικό σύστημα προσβάλλεται από νηματώδεις (*Heteroderma spp*) οι οποίοι δημιουργούν πολυάριθμους κόμβους

στις ρίζες των φυτών με αποτέλεσμα την κακή ανάπτυξη των φυτών. Η καταπολέμηση τους γίνεται ταυτόχρονα με τη γενική απολύμανση που εφαρμόζεται στα θερμοκήπια ή με ειδικά νηματωδοκτόνα (κοκκώδη και καπνιστικά).

Μύκητες που προσβάλλουν την πιπεριά

Φαιά σήψη (Βοτρύτης) – *Botrytis cinerea*

Ο μύκητας εμφανίζεται σαν γκρίζα μούχλα που φέρει γκρίζες βοτρυώδεις καρποφορίες. Η υψηλή υγρασία βοηθάει στην εξάπλωση του μύκητα. Προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού, φύλλα, βλαστούς, στελέχη και κυρίως τους καρπούς. Η παρουσία πληγών διευκολύνει την είσοδο του παθογόνου.

Κύρια μέτρο αντιμετώπισης είναι αρχικά τα καλλιεργητικά, α) καλή υποσύλωση των φυτών και β) καλό κλάδεμα για καλό αερισμό. Επίσης, μέτρο προστασίας από τον βοτρύτη αποτελεί και η προσπάθεια αποφυγής δημιουργίας πληγών στα φυτά καθώς και η απομάκρυνση των προσβεβλημένων φυτικών μερών, ώστε να μην αποτελούν εστίες μόλυνσης.

Για χημική καταπολέμηση τόσο προληπτικά όσο και θεραπευτικά χρησιμοποιούνται διάφορα μυκητοκτόνα, όπως: Captan, Eurparen, Daconil, Dicloran, Benlate, Neotopsin, Ronilan, Sumisclex κ.α.

Σκληρωτινίαση – *Sclerotinia sclerotiorum*

Ο μύκητας προκαλεί σκούρες κηλίδες στους βλαστούς πάνω στις οποίες αναπτύσσεται λευκό εξάνθημα όταν επικρατούν υγρές συνθήκες. Τα μέτρα καταπολέμησης είναι τα ίδια με αυτά που χρησιμοποιούνται για τον βοτρύτη.

Ωίδιο – *Leveillula taurica (Erysiphales)*

Το ωίδιο είναι ενδοπαράσιτο και δημιουργεί στην πάνω επιφάνεια των φύλλων χαρακτηριστικές αλευρώδης κιτρινωπές κηλίδες και στην κάτω επιφάνεια εμφανίζονται οι κονιδιοφόροι.

Η χημική καταπολέμηση του μύκητα γίνεται με ειδικά ωιδιοκτόνα, όπως: Afugan, Milcurb, Morestan, SaproI, Benlate, Nimrod κ.α.

Αδρομυκώσεις – *Verticillium dahliae* και *Fusarium spp*

Είναι μύκητες εδάφους και προσβάλλουν το αγγειακό σύστημα του φυτού δημιουργώντας καστανό μεταχρωματισμό των αγγείων του ξύλου της ρίζας και του βλαστού, τα φύλλα κιτρινίζουν από τη βάση, η ανάπτυξη περιορίζεται, το φυτό μαραίνεται και τελικά ξεραίνεται.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται χημικά με απολύμανση εδάφους.

Σηψιρριζίες – σήψη λαιμού

Οι σηψιρριζίες είναι μύκητες που προκαλούν σήψη των ριζών και του λαιμού, όπως *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia solani* κ.α. Οι σηψιρριζίες οφείλονται κυρίως σε καλλιεργητικά προβλήματα όπως κακή στράγγιση, κακή δομή εδάφους τραυματισμοί ριζών κ.α.

Καταπολέμηση γίνεται με μυκητοκτόνα όπως το Zineb και με χαλκούχα σκευάσματα που εφαρμόζονται με ριζοπότισμα.

Βακτήρια που προσβάλλουν την πιπεριά

Τα βακτήρια που προσβάλλουν την πιπεριά είναι τα *Xanthomonas vesicatoria* και *Pseudomonas syringae pv capsici*.

Ιώσεις που προσβάλλουν την πιπεριά

Οι κυριότερες ιώσεις που προσβάλλουν την πιπεριά είναι ο ιός του μωσαϊκού του καπνού (TMV), ο ιός του μωσαϊκού του αγγουριού (CMV 1) και ο ιός που προκαλεί το καρούλιασμα των φύλλων (leaf curl), τον οποίο προκαλεί ο θρίπας *Scirtothrips dorsalis*.

Χημική καταπολέμηση για τις ιώσεις δεν υπάρχει παρά μόνο η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και η αυστηρή καταπολέμηση των αφίδων, που συμβάλλουν στη διάδοση των ιώσεων.

Φυσιολογικές ανωμαλίες του καρπού

Σήψη κορυφής (Blossom – end rot)

Εμφανίζεται ξηρά σήψη στο αντίθετο του ποδίσκου άκρο του καρπού ή στα πλάγια. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται σε κακή δραστηριότητα της ρίζας και σε έλλειψη ασβεστίου. Αντιμετωπίζεται

με μείωση της ποσότητας των αλάτων από το έδαφος, αν αυτή είναι μεγάλη, αύξηση της συχνότητας ποτίσματος αν αυτή δεν είναι ικανοποιητική και προσθήκη ασβεστίου στο έδαφος.

Ηλιόκαυμα

Το πρόβλημα αυτό παρατηρείται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κυρίως όταν επικρατούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες και εμφανίζεται σαν καστανή νεκρωτική κηλίδα στην επιφάνεια του καρπού που εκτίθεται στον ήλιο. Αυτό αποφεύγεται όταν το φύλλωμα του φυτού είναι πλούσιο ή όταν γίνεται σκίαση του θερμοκηπίου.

Σχίσσιμο του καρπού

Δημιουργούνται σχισίματα στον καρπό κοντά στον ποδίσκο που οφείλονται στη μεγάλη αυξομείωση της θερμοκρασίας και την αλλαγή της υγρασίας της ατμόσφαιρας. Αποφεύγεται με σταθεροποίηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας.

ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

Οι νωπές γλυκιές πιπεριές αποτελούν πλούσια πηγή βιταμινών, ιδιαίτερα σε βιταμίνη C-ασκορβικό οξύ-ενώ οι αποξηραμένες που έχουν έντονα καυτερή γεύση, είναι πλούσιες σε βιταμίνη A. Διάφορες ουσίες που εμπεριέχονται σ' αυτές χρησιμοποιούνται στην φαρμακευτική για θεραπεία κολικών, πονόδοντων, πονοκεφάλων, νευραλγιών, ρευματισμών. Για παράδειγμα η καψαϊκίνη χρησιμοποιείται σε αλοιφή για την χαλάρωση των μυών. Η περιεκτικότητα της πιπεριάς σε βιταμίνες A και C είναι μεγαλύτερη από των άλλων λαχανικών της ίδιας οικογένειας των Σολανωδών. Η βιολογική και διαιτητική αξία του καρπού είναι ιδιαίτερα υψηλή όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα με την παράθεση της περιεκτικότητας των βιταμινών, των στοιχείων και των οργανικών ουσιών που περιέχει:

Περιεκτικότητα σε 100gr νωπού καρπού κατά μέσο όρο		
Στοιχεία	Καυτερές πιπεριές	Γλυκιές πιπεριές
Νερό (g)	87,7	92,4
Θερμίδες (kcal)	25	22
Οργανικές ουσίες		
Πρωτεΐνες (g)	1,8	0,8
Λιπίδια (g)	0,5	0,3
Γλυκίδια		
Διαθέσιμα (g)	3,8	4,2
Αμίδια (g)	2,1	-
Διαλυτά (g)	1,5	4,2
Κυτταρίνη (g)	2,0	1,0
Ανόργανα άλατα (mg)		
Ασβέστιο	18,0	17,0
Φώσφορος	18,0	28,0
Σίδηρος	0,5	0,7
Νάτριο	0,4	-
Κάλιο	0,6	-
Βιταμίνες		
Βιταμίνη A (μg)	825,0	140,0
Νιασίνη (mg)	3,0	0,5
Ριβοφλαβίνη (mg)	0,23	0,07
Βιταμίνη C (mg)	229,0	151,0

A.1.2. Χαρακτηριστικά ποικιλιών (Arlequin και Π-113) που χρησιμοποιήθηκαν

1. Ποικιλία **Arlequin F1 (Zorba)**. Εισαγόμενη από την **"Clause"**. Υβρίδιο μακριάς πιπεριάς και πολύ παραγωγικό. Ωριμάζει τους καρπούς σε 45-50 ημέρες από τη μεταφύτευση. Ανοιχτοπράσινου χρώματος καρποί, πολύ γλυκοί, βάρους 100-120 g, μήκους 20-24 cm και πλάτους 4-5 cm. Μεγάλη αντοχή στο TMV και τις χαμηλές θερμοκρασίες. Ιδανική και για υπαίθρια καλλιέργεια λόγω της καλής φυλλικής κάλυψης.

2. Ποικιλία **P-113 F1**. Εισαγόμενη από την **"Clause"**: Υβρίδιο μακριάς πιπεριάς τύπου Φλωρίνης. Συστήνεται για καλλιέργεια θερμοκηπίου και υπαίθρου σε όλη την Ελλάδα και κυρίως στη Μακεδονία. Φυτό εύρωστο και πολύ παραγωγικό με πολύ λαμπερό κόκκινο χρώμα κατά την ωρίμανση. Καρπός πολύ γλυκός στη γεύση και εξαιρετικής ποιότητας.



Εικόνα 5. Οι δύο ποικιλίες πιπεριάς Άρλεκιν και Οδισέο ή Π 113

A.2. Γενικά περί καλλιέργειας μαρουλιού σε θερμοκήπιο

ΤΟ ΦΥΤΟ ΜΑΡΟΥΛΙ (*Lactuca sativa*)

Το μαρούλι κατάγεται από τις περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, Μικράς Ασίας και Μέσης Ανατολής. Παραστάσεις μαρουλιού τύπου Coa έχουν βρεθεί σε Αιγυπτιακές πυραμίδες (4500 π.Χ.). Οι Αιγύπτιοι το χρησιμοποιούσαν για τις θεραπευτικές του ιδιότητες, καθώς και για παραγωγή εδώδιμου ελαίου από τους σπόρους του. Αναφέρεται ότι οι Πέρσες το καλλιεργούσαν τον 6^ο αιώνα π.Χ.. Το μαρούλι ήταν επίσης πολύ γνωστό στους αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους. Στην υπόλοιπη Ευρώπη εξαπλώθηκε πολύ γρήγορα και οι Ισπανοί το μετέφεραν στην Αμερική.

Το μαρούλι τύπου Coa πιστεύεται ότι διαδόθηκε από την Ελλάδα και το όνομά του προέρχεται από τη νήσο Κω.

ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Σήμερα το μαρούλι έχει διαδοθεί και καλλιεργείται ως ετήσιο λαχανικό σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη της γης. Το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής παράγεται στις Η.Π.Α., ενώ στην Ευρώπη καλλιεργείται κυρίως στην Ολλανδία, Γαλλία, Ιταλία, Μεγάλη Βρετανία και Γερμανία.

Στην Ελλάδα, το μαρούλι είναι το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό. Καλλιεργείται κυρίως στο ύπαιθρο αλλά και σε θερμοκήπια, από το φθινόπωρο ως την άνοιξη. Το 1995 καλλιεργήθηκαν 33.670 στρέμματα και παράχθηκαν 65.580 τόνοι προϊόντος, ενώ η ακαθάριστη αξία της παραγωγής ήταν 8.835.593 δρχ. (25.930 €). Το 2000, η καλλιεργούμενη έκταση έφτασε τα 44.900 στρ., η παραγωγή ήταν 81.366 τόνοι και η αντίστοιχη αξία ανήλθε στις 18.697.907 δρχ. (54.873 €)(Στατιστική υπηρεσία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων-Παράρτημα 5).

Η ζήτηση και η κατανάλωση μαρουλιού έχουν σχέση με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη. Οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν και τις τιμές πώλησης του

προϊόντος, οι οποίες είναι υψηλότερες τους μήνες Σεπτέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο. Επίσης, υψηλές τιμές πετυχαίνονται όταν υπάρχει ζήτηση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου ο πρόωρος σχηματισμός ανθικών στελεχών δεν ευνοεί την καλλιέργεια.

ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Το επιστημονικό όνομα του καλλιεργούμενου μαρουλιού είναι *Lactuca sativa*, ανήκει στην οικογένεια των σύνθετων (Compositae ή Asteraceae) και είναι διπλοειδές με 18 χρωμοσώματα ($2n=18$). Πιστεύεται ότι προήλθε από το άγριο είδος *Lactuca serriola* ή *L. Scariola*, το οποίο συναντάται ως ζιζάνιο σε πολλές περιοχές του κόσμου. Η διαφορά τους είναι ότι το καλλιεργούμενο μαρούλι έχει την τάση να σχηματίζει κεφαλή και τα κατώτερα φύλλα του είναι πλατιά.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι είναι ποώδες, ετήσιο φυτό. Παρουσιάζει έντονη πολυμορφία όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος. Τα πρώτα φύλλα είναι σχεδόν επίπεδα και στενά, ενώ τα επόμενα είναι πιο πλατιά, κυρτώνονται προς τα μέσα και καλύπτουν τη νέα βλάστηση, σχηματίζοντας έτσι κεφαλή. Ο βαθμός κύρτωσης ποικίλει ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία.

Στο στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης, ο βλαστός είναι βραχύς και φέρει πυκνά φύλλα σε σπειροειδή διάταξη, ενώ ο κύριος όγκος των ριζών (ριζόστρωμα) αναπτύσσεται οριζόντια και πλάγια σε βάθος 30 εκατοστών. Καθώς αυξάνονται οι θερμοκρασίες, το φυτό προωθείται στην αναπαραγωγική φάση. Στο στάδιο αυτό, το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται γρήγορα και προχωρεί βαθύτερα στο έδαφος. Ο βλαστός επιμηκύνεται σημαντικά και σχηματίζει ανθικό στέλεχος με μεγάλο αριθμό διακλαδώσεων, το οποίο μπορεί να φτάνει σε ύψος τα 60 ή ακόμη και τα 150 εκατοστά.

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, γλωσσοειδή και έχουν κίτρινο χρώμα. Σχηματίζουν ταξιανθία "κεφαλή" και κάθε κεφαλή αποτελείται από 12-15 ανθίδια. Η κατασκευή του άνθους ευνοεί την αυτογονιμοποίηση και δεν προσελκύει τα έντομα. Ο καρπός (σπόρος) είναι αχάινιο με ένα επίμηκες σπέρμα, το οποίο φέρει λευκές και λεπτές τρίχες (πάππος).

ΤΥΠΟΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Τα καλλιεργούμενα μαρούλια, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος, κατατάσσονται στους παρακάτω τύπους:

– Συμπαγές κεφαλωτό ή κεφαλωτό ή κατσαρό κεφαλωτό (crisphead ή iceberg ή curly). Καλλιεργείται στο ύπαιθρο και στο θερμοκήπιο. Σχηματίζει σχεδόν σφαιρική κεφαλή, διαμέτρου 15 εκατοστών περίπου ή και μεγαλύτερη και το βάρος του μπορεί να φτάνει και το 1 κιλό. Τα φύλλα είναι κυματοειδή, τραγανά και εύθραυστα, με έντονη νεύρωση, χρώματος σκούρου πράσινου τα εξωτερικά και πιο ανοιχτού τα εσωτερικά. Είναι τύπος ανθεκτικός στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς και στο ψύχος, αλλά ευαίσθητος στις υψηλές θερμοκρασίες. Στη χώρα μας καλλιεργείται σε περιορισμένη έκταση. Καλλιεργείται κυρίως στις Η.Π.Α..

– Ημικεφαλωτό ή χαλαρό κεφαλωτό ή βουτύρου (butterhead). Καλλιεργείται συνήθως στο θερμοκήπιο. Σχηματίζει σχεδόν σφαιρική αλλά χαλαρή κεφαλή. Τα φύλλα είναι λεία, γυαλιστερά, μαλακά και ευλύγιστα και για το λόγο αυτό χρειάζεται προσεκτικούς μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Η νεύρωση δεν είναι τόσο ευδιάκριτη όσο στο συμπαγή κεφαλωτό τύπο. Ο τύπος αυτός είναι ικανοποιητικά ανθεκτικός στο ψύχος και είναι ο συνηθέστερος στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη. Στην Ελλάδα είναι σχεδόν άγνωστος.

– Ρωμάνα ή Κως (romaine ή cos). Καλλιεργείται στο ύπαιθρο και στο θερμοκήπιο. Σχηματίζει μικρή, επιμήκη κεφαλή στο εσωτερικό και στενά, μακριά φύλλα σκούρου πράσινου χρώματος εξωτερικά. Έχει μικρή αντοχή στο ψύχος και είναι ο πιο ευαίσθητος

τύπος στις αντίξοες καιρικές συνθήκες, σε σχέση με τους υπόλοιπους τύπους. Είναι πολύ διαδεδομένος τύπος μαρουλιού στη Νότια Ευρώπη και σε όλες τις παραμεσόγειες χώρες, μεταξύ αυτών και στην Ελλάδα, όπου είναι ο πιο γνωστός τύπος.

– Σαλάτα. Σε χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης καλλιεργείται κυρίως σε θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ στις παραμεσόγειες χώρες καλλιεργείται στο ύπαιθρο. Το φυτό δεν σχηματίζει κεφαλή, αλλά τα φύλλα αναπτύσσονται ελεύθερα και παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια στη μορφή τους. Μπορεί να είναι από σχεδόν επίπεδα μέχρι σγουρά με έντονες πτυχώσεις και εγκολπώσεις. Ο τύπος αυτός έχει μικρή αντοχή στο ψύχος και περιορισμένη μετασυλλεκτική ζωή. Είναι αρκετά γνωστός στη χώρα μας.

– Σπαραγγιού ή κινέζικο μαρούλι. Είναι τύπος γνωστός στην Άπω Ανατολή, όπου καλλιεργείται κυρίως για το χονδρό, σαρκώδες στέλεχος του. Τα φυτά του τύπου αυτού είναι πολυετή.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑ

Το μαρούλι είναι φυτό ψυχρής εποχής. Αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, ωστόσο απαιτεί άφθονη ηλιοφάνεια. Άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης θεωρείται αυτή μεταξύ 16 και 24 °C την ημέρα και 10 με 15°C τη νύχτα. Η ανάπτυξη επιβραδύνεται όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από 7 °C. Είναι αρκετά ανθεκτικό φυτό στον παγετό. Τα σπορόφυτα αντέχουν έως τους -5,5°C, εφόσον έχουν σκληραγωγηθεί, ενώ όσο το φυτό πλησιάζει στην ωρίμανση, γίνεται και πιο ευπαθές. Τα φυτά μπορούν να αντέξουν έως τους -7 °C εάν η θερμοκρασία μειώνεται βαθμιαία. Σε απότομη πτώση της θερμοκρασίας, βλάπτονται πρώτα τα εξωτερικά φύλλα, η επιδερμίδα των οποίων διαχωρίζεται από τους άλλους ιστούς λίγες μέρες μετά την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών.

Σε υψηλή θερμοκρασία, το φυτό ωθείται στην αναπαραγωγική φάση. Πάνω από τους 24°C δεν σχηματίζονται σφιχτές κεφαλές και επιταχύνεται ο σχηματισμός ανθικού στελέχους. Σε ακόμη υψηλότερες τιμές, δηλαδή πάνω από 29°C, η ποιότητα υποβαθμίζεται ακόμη περισσότερο γιατί το μαρούλι αποκτά πικρή γεύση και εμφανίζεται η φυσιολογική ασθένεια "κάψιμο της κορυφής".

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ

Οι απαιτήσεις του μαρουλιού σε θρεπτικά στοιχεία είναι μέτριες, αλλά λόγω του επιφανειακού και σχετικά περιορισμένου ριζικού συστήματος, απαιτεί υψηλή γονιμότητα εδάφους. Το φυτό αναπτύσσεται γρήγορα και παράγει προϊόν υψηλής ποιότητας, όταν στα πρώτα 25-30 εκατοστά του εδάφους η περιεκτικότητα σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και οργανική ουσία είναι υψηλή.

Μπορεί να καλλιεργηθεί σε διάφορους τύπους εδαφών, από τα λεπτά αμμοπηλώδη ως τα πηλώδη, αργιλλώδη και τα οργανικά εδάφη. Ο κατάλληλος τύπος εδάφους καθορίζεται από την εποχή καλλιέργειας. Το φθινόπωρο η παραγωγή είναι μεγαλύτερη σε ιλυοπηλώδες έδαφος, το χειμώνα σε αμμοπηλώδες και την άνοιξη σε οργανικό.

Το μαρούλι είναι είδος ευαίσθητο στην αλατότητα του εδάφους. Άριστες τιμές pH θεωρούνται αυτές μεταξύ 6 και 7, αν και μπορεί να καλλιεργηθεί και σε ελαφρά αλκαλικό έδαφος.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΛΙΠΑΝΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε, το μαρούλι χρειάζεται γόνιμα εδάφη, πλούσια σε οργανική ουσία. Για το λόγο αυτό συνιστάται να γίνεται οργανική λίπανση με την ενσωμάτωση άφθονης, καλοχωνεμένης κοπριάς, περίπου 4 με 6 τόνους το στρέμμα. Η ανόργανη λίπανση θα πρέπει να γίνεται βάση στοιχείων που προκύπτουν από εδαφολογικές αναλύσεις. Με επιφύλαξη προτείνονται οι παρακάτω ποσότητες λιπασμάτων για θερμοκηπιακές καλλιέργειες ανά στρέμμα:

12 kg N, 6 kg P₂O₅ και 28 kg K₂O ή

12-20 kg N, 8-10 kg P₂O₅ και 25-30 kg K₂O (Μπουρνάκας, 1995) ή

6-10 kg N, 7,5-12 kg P₂O₅ και 15-25 kg K₂O (Μαρκάκης, 1994)

Η αζωτούχος λίπανση θα πρέπει να χορηγείται ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και τον τύπο του εδάφους. Για παράδειγμα, στα οργανικά εδάφη το άζωτο προστίθεται κατά τις ψυχρές και υγρές εποχές του έτους (φθινόπωρο, άνοιξη). Ένας γενικός κανόνας είναι η μισή ποσότητα αζώτου να χορηγείται πριν τη σπορά ως βασική λίπανση και η υπόλοιπη να δίνεται ως επιφανειακή σε 1 ή 2 χέρια, κατά την περίοδο ανάπτυξης του φυτού. Οι απαιτούμενες ποσότητες φωσφορικού και καλιούχου λιπάσματος χορηγούνται πριν τη σπορά ως βασική λίπανση.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΑΡΔΕΥΣΗ

Το μαρούλι προκειμένου να αποδώσει προϊόν καλής ποιότητας, απαιτεί άφθονη και σταθερή υγρασία καθ' όλη την περίοδο ανάπτυξής του. Ωστόσο, υψηλή υγρασία σε συνδυασμό με υψηλή θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει την παραγωγή χαλαρών κεφαλών.

Οι απαιτούμενες ποσότητες νερού κυμαίνονται από 400 έως 750mm νερού, ανάλογα με τον τύπο εδάφους και την εποχή καλλιέργειας.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ - ΣΠΟΡΑ – ΦΥΤΕΥΣΗ

Ο πολλαπλασιασμός γίνεται με σπόρο. Πρέπει να σημειωθεί ότι αμέσως μετά τη συγκομιδή και για διάστημα δυο μηνών περίπου, ο σπόρος του μαρουλιού βρίσκεται σε λήθαργο και αποτυγχάνει να φυτρώσει. Εκτός από αυτή τη μορφή ληθάργου (λήθαργος φρέσκου σπόρου) υπάρχουν ακόμη δυο παράγοντες, οι οποίοι μπορεί να δράσουν ανασταλτικά στο φύτεμα του σπόρου. Αυτοί είναι το

σκοτάδι και οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Όταν οι θερμοκρασίες είναι πάνω από 26-27°C για 24 ώρες, ο σπόρος ορισμένων ποικιλιών εισέρχεται σε δευτερογενή λήθαργο (θερμολήθαργο). Για την αποφυγή του θερμολήθαργου, ο σπόρος υποβάλλεται σε θερμοκρασίες 4-5°C για 3-5 ημέρες πριν τη σπορά. Επίσης, η ανασταλτική δράση τόσο των υψηλών θερμοκρασιών όσο και του σκότους μπορεί να διακοπεί με την επίδραση κάποιων χημικών ουσιών, όπως κινητίνες, γιββεριλίνες, θειουρία κ.α. Συνήθως, σπόρος που διακινείται από μεγάλες σποροπαραγωγικές επιχειρήσεις, έχει υποστεί την επίδραση τέτοιων ουσιών.

Η άριστη θερμοκρασία για το φύτευμα είναι 18-21°C, ενώ η ελάχιστη είναι 2°C. Σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από την άριστη, αν και η βλαστικότητα του σπόρου δεν μειώνεται, η ανάπτυξη των φυταρίων καθυστερεί.

Η σπορά γίνεται συνήθως από τον Αύγουστο ή Σεπτέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο, για συγκομιδή από τον Οκτώβριο μέχρι το Μάιο ή και τον Ιούνιο, εφόσον το επιτρέπει το κλίμα της κάθε περιοχής. Κατά μέσο όρο, απαιτούνται 3 με 5 μήνες από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή.

Στις υπαίθριες καλλιέργειες η σπορά γίνεται με τη χρήση σπαρτικών μηχανών ή με το χέρι «στα πεταχτά». Η σπορά με μηχανές χρησιμοποιεί κουφετοποιημένους σπόρους (pelets), πετυχαίνοντας μεγάλη ομοιομορφία στην παραγωγή χωρίς να χρειάζεται αραιώμα. Η απαιτούμενη ποσότητα σπόρου κυμαίνεται από 30-60 γραμμάρια το στρέμμα. Όταν η σπορά γίνει με το χέρι, απαιτούνται περίπου 100-120 γρ. σπόρου για τη σπορά ενός στρέμματος και μετά τη εμφάνιση των φυταρίων πρέπει να γίνει αραιώμα.

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, η πρακτική που ακολουθείται είναι η μεταφύτευση σποροφύτων. Ο σπόρος σπέρνεται σε σπορεία και τα φυτά μεταφυτεύονται στις τελικές θέσεις. Για μεταφύτευση

ενός στρέμματος χρειάζονται περίπου 15-20γρ. σπόρου, τα οποία θα πρέπει να σπαρθούν σε 10-15 τετραγωνικά μέτρα σπορείου.

Οι γραμμές φύτευσης απέχουν μεταξύ τους 30-50 εκ., ενώ επί των γραμμών, τα φυτά απέχουν 25-30 εκ.. Με αυτές τις αποστάσεις, σε ένα στρέμμα καλλιεργούνται 6.500 έως 14.000 φυτά. Η καλλιέργεια μπορεί να γίνει και σε αναχώματα, το ύψος των οποίων καθορίζεται από την εποχή, τη στράγγιση και την εποχή καλλιέργειας.

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ



Σήμερα υπάρχουν εκατοντάδες ποικιλίες μαρουλιού όλων των τύπων, οι οποίες παρουσιάζουν διαφορές στην αντοχή τους στις διάφορες ασθένειες, στις απαιτήσεις τους σε κλίμα και έδαφος καθώς και στην εποχή καλλιέργειας. Στην Ελλάδα, καλλιεργούνται κυρίως οι παρακάτω ποικιλίες:

–Τύπου Ρωμάνο ή Cos: Parris Island Cos, Marvel, Fairen, Valmaine Cos, κ.α.

–Τύπου κεφαλωτού: ντόπιο κεφαλωτό, Great Lakes, Emperor, Italica κ.α.

–Τύπου σαλάτα: Βασιλικών, Μαγνησίας, Ιεράπετρας, Atraxion, Grand rapids κ.α.

Οι μέσες στρεμματικές αποδόσεις στις υπαίθριες καλλιέργειες κυμαίνονται από 1000 έως 3000 κιλά\στρέμμα, ενώ οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες αποδίδουν 2000 –4000 κιλά\στρέμμα.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ

Κατάλληλο στάδιο συγκομιδής είναι αυτό κατά το οποίο το προϊόν να έχει την επιθυμητή γεύση και υφή, αλλά και να παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Κυριότερο κριτήριο αποτελεί το μέγεθος του φυτού. Ανάλογα με την ποικιλία, την εποχή καλλιέργειας καθώς και άλλους παράγοντες, συνήθως απαιτούνται 40 έως 110 μέρες από τη μεταφύτευση ως τη συγκομιδή.

Οι ποικιλίες κεφαλωτού τύπου συγκομίζονται όταν η κεφαλή έχει σχηματιστεί πλήρως και είναι σφικτή. Ανώριμες κεφαλές έχουν σπογγώδη υφή και δεν αντέχουν στους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς. Ο τύπος αυτός απαιτεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ως τη συγκομιδή του, σε σχέση με τους υπόλοιπους.

Οι ποικιλίες ημικεφαλωτού τύπου και τύπου Ρωμάνα μπορούν να συγκομισθούν και πριν ακόμη σχηματιστεί πλήρως η κεφαλή, ενώ οι ποικιλίες τύπου σαλάτας συγκομίζονται όταν έχουν αποκτήσει ικανοποιητικό μέγεθος, προτού όμως να σκληράνουν τα φύλλα γιατί τότε αποκτούν πικρή γεύση.

Η συγκομιδή γίνεται συνήθως σε ένα χέρι, όταν τα περισσότερα φυτά βρίσκονται στο κατάλληλο στάδιο και έχουν αποκτήσει ομοιόμορφο μέγεθος. Σπανιότερα, η συγκομιδή μπορεί να γίνει σε 2-3 χέρια εφόσον τα φυτά παρουσιάζουν ανομοιόμορφη ανάπτυξη. Αυτό συμβαίνει συνήθως στα τέλη φθινοπώρου και το χειμώνα.

Κατά τη συγκομιδή, τα φυτά κόβονται με μαχαίρι στην επιφάνεια του εδάφους, τα κατώτερα φύλλα αφαιρούνται και το προϊόν τοποθετείται σε πλαστικές κλούβες. Συνήθως διατίθεται αμέσως στην αγορά, διαφορετικά θα πρέπει να διατηρηθεί στους 0 °C

και σε σχετική υγρασία 95%. Σε αυτές τις συνθήκες, ο κεφαλωτός τύπος διατηρείται για 2-3 εβδομάδες, ενώ τα μαρούλια τύπου σαλάτας μόνο για 1 εβδομάδα, εξαιτίας του μεγαλύτερου ρυθμού αναπνοής και διαπνοής που παρουσιάζει.

Η σχετική υγρασία στο χώρο αποθήκευσης επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του αποθηκευμένου προϊόντος. Για το λόγο αυτό, συνιστάται οι κλούβες ή κάθε μαρούλι χωριστά να καλύπτονται με διάτρητα πλαστικά φιλμ κατά την αποθήκευσή τους. Σε συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας, η ποιότητα των μαρουλιών υποβαθμίζεται λόγω απώλειας βάρους. Η μέγιστη επιτρεπτή απώλεια βάρους είναι από 3 μέχρι 5%.



Εικόνα 6α,β. Καλλιέργεια Μαρουλιού στο θερμοκήπιο

ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

(φωτογραφίες και περιγραφή στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4)

ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Το μαρούλι τύπου ρωμάνα είναι πιο θρεπτικό από τους κεφαλωτούς τύπους μαρουλιού, γιατί έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες Α και C. Το μαρούλι επίσης είναι μια καλή πηγή Ca και P. Η περιεκτικότητα των διαφόρων τύπων μαρουλιού σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Κατά προσέγγιση περιεκτικότητα σε 100 g φαγώσιμου προϊόντος (φύλλα)			
Στοιχεία	Κεφαλωτό	Τύπου ρωμάνα	Κατσαρό κεφαλωτό
Ενέργεια (θερμίδες)	11	16	11
Νερό (g)	96	94	95
Πρωτεΐνες (g)	1.2	1.6	0.8
Λίπη (g)	0.2	0.2	0.1
Υδατάνθρακες (g)	1.2	2.1	2.3
Βιταμίνη Α (IU)	1200	2600	300
Βιταμίνη Β1 (mg)	0.07	0.10	0.07
Βιταμίνη Β2 (mg)	0.07	0.10	0.03
Βιταμίνη C (mg)	9	24	5
Νιασίνη (mg)	0.4	0.5	0.3
Άλατα Ca (mg)	40	36	13
Άλατα Fe (mg)	1.1	1.1	1.5
Άλατα Mg (mg)	16	6	7
Άλατα P (mg)	31	45	25

A.3.1. Γενικά περί καλλιέργειας φράουλας σε θερμοκήπιο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φράουλα γνωστή από αρχαιοτάτων χρόνων ως χαμαικέρασος, καλλιεργείται σε πολλά μέρη του κόσμου για τον εύγευστα καρπό της, καθώς και για τα μεταποιημένα προϊόντα της, μαρμελάδες, ζελέδες κ.α. Επίσης η φράουλα χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική προκειμένου να διακοσμηθούν τούρτες ή να παρασκευαστούν άλλα γλυκίσματα. Ο καρπός της είναι πλούσιος σε άρωμα, γεύση και βιταμίνη C.

Στην Αμερική, στις Ανατολικές Ακτές μέχρι τα Βραχώδη Όρη, καλλιεργούνταν η κόκκινη φράουλα ή φράουλα της Virginia (*Fragaria virginiana*). Η φράουλα της Virginia εισήχθη από την Β. Αμερική στις Γαλλία, Αγγλία, Ολλανδία και άλλα μέρη της Ευρώπης μεταξύ του 1534 και του 1857. Τα χαρακτηριστικά για τα οποία ήταν αξιοπρόσεκτη ήταν ο μεγάλος καρπός (3-4 φορές μεγαλύτερος από ότι εκείνοι των Ευρωπαϊκών ειδών), η πρωιμότητά της, η μακρά καρπική περίοδος, η γλυκιά και αρωματώδης γεύση του καρπού.

Ο άλλος γονέας της σημερινής φράουλας είναι η Χιλιανή ή παραλιακή φράουλα (*Fragaria chiloensis*), η οποία μεταφέρθηκε Στην Γαλλία το 1714 και διαδόθηκε σε Αγγλία, Ολλανδία, Βέλγιο, Γερμανία.

Οι καλλιεργητές ήταν εκείνοι που πρώτοι άρχισαν να παράγουν νέες ποικιλίες και να βελτιώνουν τις ήδη υπάρχουσες με συνεχείς διασταυρώσεις μέχρι το 1850 που δημιουργήθηκε η γνωστή σε όλους καλλιεργούμενη φράουλα (*Fragaria chiloensis*).

Πολλές από τις νέες ποικιλίες φράουλας, που προέρχονται από συστηματικές διασταυρώσεις, έχουν χαρακτηριστικά από τρία είδη φράουλας: από την *f.chiloensis* την *f.virginiana* και από το είδος *f.ovalis*, η οποία έδωσε το χαρακτηριστικό της συνεχούς άνθησης - παραγωγής και την εξαιρετική αντοχή στο κρύο.

Στόχοι της βελτίωσης είναι η δημιουργία ποικιλιών ανθεκτικών στις ασθένειες, η επιμήκυνση της περιόδου συγκομιδής, η βελτίωση

ή διατήρηση του μεγέθους του καρπού, η αύξηση της απόδοσης των φυτών, το (ωραίο χρώμα του καρπού και γενικά η καλή ποιότητα (σκληρότητα σάρκας, υφή και άρωμα) και ο εύκολος πολλαπλασιασμός.

Η φράουλα στην Ελλάδα καλλιεργείται στην Μακεδονία, Δ. και Στερεά Ελλάδα, Πελοπόννησο και σε άλλα μέρη. Η συνολική έκταση κυμαίνεται στις 7.000 στρέμματα. Αρκετά από αυτά καλλιεργούνται σε τούνελ ή θερμοκήπια. Η συνολική παραγωγή κυμαίνεται (στις 15.000 τόνους/στρέμμα. Η χώρα μας είναι ελλιπής σε φράουλες και έτσι γίνονται εισαγωγές από άλλες χώρες. Το κύριο πρόβλημα επέκτασης της είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασης της φυτείας της συγκομιδής των καρπών η ευπάθεια των καρπών στις μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις και στις ασθένειες.

ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Γένος και οικογένεια : Η φράουλα ανήκει στο γένος *Fragaria* και στην οικογένεια *Rosaceae*. Οι περισσότερες φράουλες ανήκουν σε 11 είδη, με διάφορα εύροι ποικιλομορφίας. Από τα είδη αυτά, καλλιεργητικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα: *f.vesca*, *f.viridis*, *f.dalmatoniana*, *f.virginiana*, *f.chilonsis* και *f.moscata*. Το γένος *Fragaria* αποτελείται από πόες.

Ριζικό σύστημα : Η φράουλα έχει αβαθές ριζικό σύστημα και τρέφεται μάλλον από μικρή περιοχή. Παρουσιάζει διακλαδώσεις, οριζοντίως προς όλες τις κατευθύνσεις, περίπου 30 cm στις πλευρές της βάσης του φυτού. Οι νέες κύριες ρίζες της φράουλας είναι εύκαμπτες και υπόλευκες. Μετά από λίγους μήνες γίνονται ξυλώδεις και παίρνουν σκοτεινό καφέ χρώμα στην επιφάνεια.

Άνθη : Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και σπάνια θηλυκά χωρίς στήμονες. Είναι λευκά και φύονται πάνω σε μακρύ μίσχο στις μασχάλες των φύλλων σε κυματοειδή διάταξη. Κάθε άνθος φέρει κάλυκα με διπλή σειρά σέπαλων (5 σέπαλα), στεφάνη πενταμελή και πολυάριθμους στήμονες(20-25)



Φύλλα : Τα φύλλα είναι σύνθετα από τρία φυλλάρια και ποικίλουν σε σχήμα, πάχος και χνούδι. Ζουν 1-3 μήνες και μετά ξεραίνονται και πέφτουν. Τα παλαιά συνεχώς ανανεώνονται και φέρουν μεγάλο αριθμό στομάτων.

Καρπός : Ο καρπός είναι αχάινιο και αποτελείται από το σαρκώδες μέρος, που προέρχεται από τη διόγκωση της ανθοδόχης και τα αχάινια που βρίσκονται μισοβυθισμένα στην επιφάνεια της ανθοδόχης.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Θερμοκρασία : Η φράουλα για να βλαστήσει θέλει 8-15°C. Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας που απαιτείται στις διάφορες φυσιολογικές ανάγκες της φράουλας είναι:

- Ελάχιστη θερμοκρασία ατμόσφαιρας 5-6°C.
- Φυσιολογική θερμοκρασία ανάπτυξης 15-22 °C
- Μέγιστη θερμοκρασία ατμόσφαιρας 30°C
- Η κυκλοφορία των χυμών στο φυτό αρχίζει στους 6-7 °C.
- Στο θερμοκήπιο η άριστη θερμοκρασία του εδάφους κυμαίνεται από 12-15°C.
- Η θανατηφόρος θερμοκρασία στο θερμοκήπιο κυμαίνεται από -2 - 0°C

- Η άριστη θερμοκρασία ημέρας στο θερμοκήπιο είναι 16-22°C ενώ για τη νύχτα είναι 10-13°C

Η φράουλα είναι φυτό με μεγάλη προσαρμοστικότητα.

Φωτοπερίοδος: Οι ποικιλίες διαφοροποιούν ανθοφόρους οφθαλμούς ανάλογα με τη φωτοπερίοδο και χωρίζονται σε::

- Βραχείας φωτοπεριόδου, όπου αυτές καρποφορούν μια φορά και απαιτούν φωτοπερίοδο μικρότερη των 14 ωρών.
- Μακράς φωτοπεριόδου, όπου αυτές καρποφορούν δυο ή περισσότερες φορές και απαιτούν φωτοπερίοδο 8, 16 ή 24 ωρών.
- Ουδέτερης φωτοπεριόδου, όπου καρποφορούν κάτω από (οποιοσδήποτε συνθήκες φωτοπεριόδου, από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο

ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Πρέπει να αποφεύγονται τα βαθιά, δύσκολα αποστραγγιζόμενα εδάφη καθώς και τα ελαφρά πετρώδη. Τα εύθρυπτα υλιοπηλώδη εδάφη με καλή υδατοχωρητικότητα είναι τα καλύτερα. Η φράουλα προτιμά ελαφρά όξινα εδάφη, με pH 5.5 - 6.5. Όταν υπάρχει επαρκής οργανικής ουσίας τα φυτά αναπτύσσονται κανονικά και σε εύρος pH από 5.0 -7.0.

ΑΡΔΕΥΣΗ

Η φράουλα είναι απαιτητική σε υγρασία, Στη βλαστική περίοδο έχει ανάγκη από 600-900 m³ νερού/ στρέμμα, από τα οποία τα 200 m³ τα θέλει από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου.

Ο χρόνος άρδευσης είναι: α) κατά τη φύτευση, β) κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του φρούτου, γ) κατά τη διάρκεια της

βλαστικής περιόδου, δ) κατά τη διάρκεια ύποπτης περιόδου παγετού.

Οι μέθοδοι, άρδευσης είναι: α) κατάκλιση, β) "στάγδην" άρδευση.

ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η καλλιέργεια αντιδρά σε υψηλά επίπεδα καλά ισορροπημένης λίπανσης. Η σχέση αζώτου, φωσφόρου, καλίου είναι 1: 0.65: 1.75 και το λίπασμα που χορηγείται να είναι 1 : 1 : 2 . Έχει όμως ανάγκη και από πολλά μικροστοιχεία: μαγνήσιο, ψευδάργυρος, κοβάλτιο, καθώς και σίδηρο.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

Προετοιμασία εδάφους πριν την εγκατάσταση των φυτών: Προτιμούνται χωράφια που είχαν καλλιεργηθεί με σιτάρι ή κριθάρι. Καίγονται τα φυτικά υπολείμματα, ποτίζεται το έδαφος, ψιλοχωματίζεται και είναι έτοιμο για την κατασκευή σαμαριών, τα οποία ετοιμάζονται σε 30 cm ύψους και πλάτος και κατασκευάζονται μηχανικά. Για την κάλυψη των σαμαριών χρησιμοποιούνται φύλλα πλαστικού πλάτους 80 cm για μονή ή 120 - 140 cm για διπλή σειρά φυτών. Στη συνέχεια ανοίγονται οι οπές όπου θα φυτευτούν τα φυτά. Πριν την κάλυψη τοποθετείται το σύστημα της στάγδην άρδευσης.

ΦΥΤΕΥΣΗ

α) Χειμερινή φύτευση, φυτά νωπά.

Η φύτευση μπορεί να γίνει τέλη Οκτωβρίου, μέσα Νοεμβρίου, με φυτά φρέσκα τα οποία φυτεύονται αμέσως μόλις εκριζωθούν. Πρέπει να είναι σκληραγωγημένα και (χυτό

επιτυγχάνεται με την βραδεία αύξηση, δηλαδή με φυσικό ψύχος, μειωμένη άρδευση και περιορισμένη αζωτούχο λίπανση.

β) Φύτευση θερινή, φυτά ψυγείου.

Η φύτευση γίνεται από τα μέσα Ιουλίου ως και τα μέσα Αυγούστου με φυτά ψυγείου. Τα φυτά αφού φυτευτούν αρδεύονται πολύ συχνά μέχρι να εγκατασταθούν.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Τα συστήματα φύτευσης που χρησιμοποιούνται είναι:

- Το σύστημα πλήρους κάλυψης του χωραφιού με φυτευόμενα φυτά (row hill system), όπου η ανάπτυξη μπορεί να συνεχιστεί κατά το μεγαλύτερο μέρος του έτους. Τα φυτά τοποθετούνται σε διπλές γραμμές χωριστά σε υψωμένες λωρίδες εδάφους.

- Το σύστημα αυτοκάλυψης του εδάφους από φυτευόμενα μητρικά φυτά, όπου τα φυτά φυτεύονται πάνω σε γραμμές και με τη χρήση τσουγκράνας ή οδοντωτή σβάρνας, τραβιούνται επάνω οι (πόλωνες και στη συνέχεια κόπτονται με κυλιόμενους δίσκους που είναι στο εμπρόσθιο μέρος του καλλιεργητικού μηχανήματος.

ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗ

Λεπτά φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου, μαύρο ή διαφανές, πλάτους 70 –120 cm στρώνονται στην έκταση που πρόκειται να καλλιεργηθεί. Ανάμεσα στα φύλλα αυτά αφήνονται διάδρομοι για της καλλιεργητικές φροντίδες. Στα σημεία που θα φυτευτούν τα φυτά ανοίγονται τρύπες, έτσι ώστε τα φυτά αναπτύσσονται χωρίς εμπόδια. Η λίπανση και η απολύμανση του εδάφους πρέπει να γίνει πριν τη (στρώση του μαύρου πλαστικού. Το διαφανές πλαστικό, επιτρέπει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται το έδαφος σε βάθος, σε αντίθεση με το μαύρο πλαστικό που θερμαίνει

μόνο την επιφάνεια και γι' αυτό η επίδραση του στο ρυθμό ανάπτυξης του φυτού και στην πρωίμηση της παραγωγής, είναι λιγότερη.

Το μαύρο πλαστικό πλεονεκτεί σε σύγκριση με το διαφανές στο θέμα των ζιζανίων, όπου αφού δεν επιτρέπει τη διέλευση του φωτός, δεν επιτρέπει την ανάπτυξη της με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση καλλιεργητικών περιποιήσεων και μείωση του κόστους παραγωγής. Έτσι επιτυγχάνεται:

- Διατήρηση της υγρασίας κάτω από το πλαστικό φύλλο και βελτίωση της θερμοκρασίας.
- Παρεμπόδιση ανάπτυξης ζιζανίων.
- Έχουμε πρωίμηση της καλλιέργειας, αύξηση της στρεμματικής απόδοσης, ενώ μηδενίζεται η δαπάνη για ζιζανιοκτόνα και σκαλίσματα και με παράλληλη μείωση της κατανάλωσης νερού.



Εικόνα 13. Εδαφοκάλυψη σειρών φύτευσης φράουλας (στο θερμοκήπιο)

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

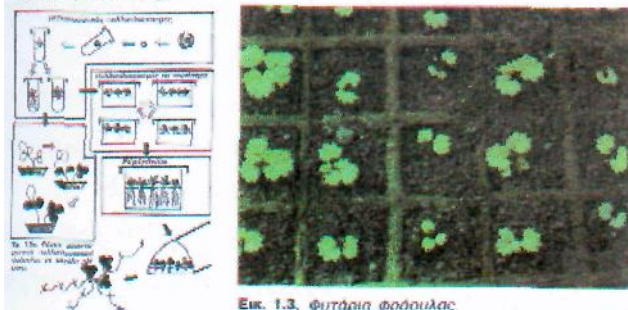
Η φράουλα πολλαπλασιάζεται με σπόρο, με στόλωνες, με διαχωρισμό των βλαστικών αξόνων μαζί με τμήμα ρίζας, καθώς και με ιστοκαλλιέργεια. Με σπόρο πολλαπλασιάζονται μόνο οι νέες ποικιλίες που προκύπτουν από υβριδισμό. Στην πράξη το φυτό

πολλαπλασιάζεται αγενώς και κυρίως με σπόλωνα ή σε συνδυασμό με ιστοκαλλιέργεια.

Η ιστοκαλλιέργεια έχει σκοπό την απόκτηση ποικιλιών χωρίς ιώσεις, μυκοπλάσματα, μύκητες και νηματώδεις. Η μέθοδος βασίζεται στα ακόλουθα στάδια:



Εικ. 1.2. Δωμάτιο φυλάξης των δοκιμαστικών σωλήνων (θάλαμος επώσεως).



Εικ. 1.3. Φυτάρια φρούλας



Εικ. 1.4. Αναπτυγμένο φυτό φρούλας, το οποίο προήλθε από το μικροελλαττισμαμό.

α) Αποστειρωμένη καλλιέργεια των μεριστωμάτων κορυφής διαφόρων **μεγεθών**.

β) Indexing (δείκτες) για τις ιώσεις.

γ) Πολλαπλασιασμός σε ποσότητα των βλαστών μέσα σε θρεπτικό διάλυμα.

δ) Ριζοβολία.

ε) Μεταφορά των μικρών φυτών σε ανοικτό χώρο καλλιέργειας.

Για να πάρουμε φυτά ελεύθερα ιώσεων τα μητρικά φυτά υποβάλλονται σε

θερμoθεραπεία στους 40°C και σχετική υγρασία 95°C για 4-6 εβδομάδες. Οι σπόλωνα που παράγονται στο διάστημα αυτό αναπτύσσονται γρηγορότερα από τους παθογόνους ιούς. Έτσι, η κορυφή του σπόλωνα μεταφέρεται ασηπτικά σε θρεπτικό μέσο. Για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα οι δοκιμαστικοί σωλήνες με το θρεπτικό μέσο και τα κορυφαία μεριστώματα τοποθετούνται σε δωμάτιο, στο οποίο η θερμοκρασία είναι 26,7°C και η φωτοπερίοδος 16 ώρες/24ωρο. Το αναπτυσσόμενο φυτάριο μεταφέρεται σε φρέσκο θρεπτικό μίγμα και μετά από έξι μήνες το φυτό είναι αρκετά μεγάλο για να τοποθετηθεί στο έδαφος, το οποίο πρέπει να είναι

ελεύθερο παθογόνων. Χρειάζονται δύο έως τρία χρόνια για να παραχθούν αρκετά φυτά με μικροπολλαπλασιασμό.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Ανάλογα με το κλίμα, 3-6 μήνες μετά τη φύτευση.

ΧΡΟΝΟΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Σε ψυχρές περιοχές, η υψηλότερη παραγωγή εμφανίζεται το 2ο χρόνο.

ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

1ος χρόνος: 3t/εκτάριο.

2ος χρόνος: 15-30 t/εκτάριο.

3ος χρόνος: 15-30 t/εκτάριο.

ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Συνήθως 3-4 χρόνια.

ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Τα φρούτα της φράουλας έχουν υψηλά ρυθμό μεταβολισμού γι' αυτό υπόκεινται εύκολα σε αλλοίωση, είναι ένα από τα πιο ευπαθή φρούτα.

Τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε κατά τη συγκομιδή είναι η φυσική καταστροφή των φρούτων και μη επαρκή προστασία εναντίον υψηλών θερμοκρασία ή η καθυστέρηση ψύξης.

Η θερμοκρασία των φρούτων στο χωράφι μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την ποιότητα τους και την αποθηκευτική τους ζωή. Για να αποφευχθούν απώλειες πρέπει τα φρούτα να φυλάγονται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Για μέγιστη αποθηκευτική ζωή πρέπει να φυλάγονται στους 0 °C. Όταν η θερμοκρασία της φράουλας από

τους 0°C φτάσει τους 10 °C η αποθηκευτική τους ζωή μειώνεται στο μισό ή το ένα τέταρτο του αρχικού χρόνου.

ΣΤΑΔΙΟ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Οι φράουλες πρέπει να συλλέγονται στο κατάλληλο στάδιο ωρίμανσης, ανάλογα με την ποικιλία, τον τρόπο και χρόνο πώλησης των καρπών. Καρποί που, προορίζονται για νωπή χρήση σε μακρινές αγορές πρέπει να είναι ρόδινοι ή κατά τα 3/4 χρωματισμένοι. Για να διατηρηθούν οι καρποί πρέπει να μαζεύονται με τον κάλυκα και το μέρος του ποδίσκου. Καρποί, που προορίζονται για μεταποίηση, πρέπει να έχουν χρωματιστεί πλήρως αλλά να είναι συνεκτικοί. Ο κάλυκας και ο ποδίσκος αφαιρούνται στο χωράφι.

Οι υπερώριμοι καρποί είναι μαλακοί και εύκολα τραυματίζονται στη συσκευασία, ενώ αντίθετα οι ανώριμοι καρποί δεν έχουν άρωμα και καλή εμφάνιση. Οι καιρικές συνθήκες επίσης καθορίζουν τη συχνότητα συλλογής. Οι καρποί ωριμάζουν γρήγορα σε θερμό καιρό και αργά σε ψυχρό. Ο συνολικός χρόνος συγκομιδής μπορεί να διαρκέσει 2 έως 3 μήνες, ενώ αρχίζει, ανάλογα με την εποχή μεταφύτευσης, αρχές άνοιξης ή αργότερα. Κανονικά οι καρποί συλλέγονται κάθε τέσσερις ή πέντε ημέρες κατά την εποχή συλλογής. Υπερώριμοι ή ζημιωμένοι καρποί πρέπει να αφαιρούνται.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

α) Χειροσυλλογή : Η συλλογή της φράουλας με το χέρι είναι ο καλύτερος τρόπος συγκομιδής, γιατί εξασφαλίζει ιδανική κατάσταση των καρπών και ποιοτική επιλογή για νωπή κατανάλωση. Ο καρπός μπορεί να συλλεχθεί βαθμιαία, ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης του. Λόγω των υψηλών ημερομισθίων, το κόστος συγκομιδής με το χέρι είναι μεγάλο. Για να μειωθεί το κόστος, πρέπει να προτιμώνται ποικιλίες που να δίνουν συγχρόνως μεγάλη παραγωγή, να έχουν μεγάλο,

μαλακό ποδίσκο και να παράγουν καρπούς μεγάλου μεγέθους. Η χειροσυλλογή γίνεται είτε με καρτσάκι, είτε με κρεμαστό πλαίσιο.

β) Μηχανική συλλογή : Η μηχανική συλλογή βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και αντιμετωπίζει προβλήματα, όπως η ευαισθησία του καρπού στην επαφή με τα μηχανικά μέσα αποκόλλησης και συγκομιδής που συχνά οδηγεί σε σύνθλιψη και καταστροφή του. Επίσης πρόβλημα δημιουργεί η αδυναμία διαλογής των καρπών ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης τους.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Οι φράουλες φθείρονται εύκολα και πρέπει να ψύχονται αμέσως μετά την συλλογή. Κατά τη συσκευασία, φόρτωση και μεταποίηση, λαμβάνονται μέτρα ταχείας μείωσης της αναπτυσσόμενης θερμοκρασίας με κινούμενο αέρα. Για μέγιστη αποθηκευτική ζωή των φρέσκων καρπών της φράουλας, συνιστάται η διατήρηση τους κάτω των 4°C γύρω στους 0°C και 85-90% σχετική υγρασία. Μετά 10 ημέρες ή νωρίτερα, τα φρούτα χάνουν το φρέσκο φωτεινό χρώμα τους, συρρικνώνονται και αλλοιώνεται η γεύση τους.

Η φράουλα μπορεί να συντηρηθεί στην κατάψυξη αφού υποστεί αντιοξειδωτική επεξεργασία ή με την απαιτούμενη θειώδες (SO₂) που πρέπει να είναι 1,5-2%.

ΠΑΘΟΓΟΝΑ

1. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Ένας μεγάλος αριθμός ασθενειών προσβάλλει σχεδόν όλα τα μέρη του φυτού της φράουλας. Οι μικροοργανισμοί που προκαλούν αυτές τις ασθένειες μπορεί να βρίσκονταν πάνω στα φυτά όταν εκείνα αγοράστηκαν ή στο έδαφος στο οποίο εγκαταστάθηκαν τα φυτά, ή ακόμη μπορεί να μεταφέρθηκαν στον αγρό με τον άνεμο, τα πουλιά, τα έντομα ή με καλλιεργητικά εργαλεία.

Ασθένειες εδάφους

α) Νηματοδεις : *Meloidogynes spp.* Χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι η δημιουργία μικρών εξογκωμάτων, διαμέτρου 3.2 mm, στις ρίζες του προσβεβλημένου φυτού. Από τα εξογκώματα αυτά ξεκινούν πολλά κοντά ελικοειδή ριζίδια. Τα προσβεβλημένα φυτά δίνουν μικρή παραγωγή ενώ συγχρόνως δίνουν καφέ όψη. Τα αδύνατα φυτά υπόκεινται πιο εύκολα σε προσβολή και, υποφέρουν συνήθως από ξηρασία ενώ ο αριθμός των στολώνων τους είναι μικρός.

β) Κόκκινη σήψη ριζών : Το πιο τυπικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι ένας καφεκόκκινος μεταχρωματισμός του κέντρου της ρίζας. Το κόκκινο χρώμα μπορεί να εκτείνεται σε μεγάλο ή μικρό μήκος πάνω από τη νεκρή κορυφή προς την πλευρά του υγιούς μέρους της ρίζας. Όξινα ή ουδέτερα εδάφη ευνοούν την ασθένεια.

γ) Μαύρη σήψη των ριζών : Χαρακτηρίζεται από την κατάρρευση και θάνατο των μεγάλων νέων ριζών και από την αδυναμία ανάπτυξης των απορροφητικών ριζών ή το γρήγορο θάνατο τους.

δ) Σήψη στεφάνης : Το φυτό προσβάλλεται στη γραμμή της επιφάνειας του εδάφους. Προκαλείται σήψη και, εκφυλισμός του ιστού στη βάση των στελεχών και των στολώνων. Ολόκληρο το

φυτό τελικά πεθαίνει. Στη σαπισμένη στεφάνη μπορεί να έχουμε ανάπτυξη λευκής μούχλας.

Μέτρα ελέγχου των ασθενειών εδάφους

α) Πρέπει να γίνεται αγορά πιστοποιημένοι, ελευθέρων ιώσεων φυτών με υγιές, λευκό ριζικό σύστημα.

β) Συστήνεται η χρήση ποικιλιών που να είναι κατάλληλος ο εγκλιματισμός τους στην περιοχή.

γ) Η φύτευση δεν πρέπει να γίνεται σε περιοχές που την προηγούμενη εποχή καλλιεργήθηκαν φυτά όπως η σόγια, η αραχίδα, ο καπνός ή διάφορα λαχανικά.

δ) Η τοποθεσία φύτευσης να είναι καλά αποστράγγιζα μένη και γόνιμη.

ε) Είναι απαραίτητη η απολύμανση των εδάφους πριν την εγκατάσταση της φυτείας.

Ασθένειες του φυλλώματος και των φρούτων

Μυκητολογικές Ασθένειες

α) Κηλίδωση των φύλλων : Τα συμπτώματα είναι μικρές λευκές κηλίδες με διακριτά ερυθροκάστανα όρια. Εμφανίζεται όταν γίνεται τεχνητή βροχή ή κατά τις περιόδους επαναλαμβανόμενων βροχοπτώσεων. Οι ποικιλίες διαφέρουν ανάλογα με την επιδεκτικότητα τους στην ασθένεια. Η θεραπεία του φυτωριακού υλικού και ψεκασμοί με κατάλληλο μυκητοκτόνο περιορίζουν τις απώλειες από την ασθένεια.

α) Το ωίδιο : Προσβάλλει, τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς. Τα προσβεβλημένα φύλλα κοκκινίζουν στην κάτω επιφάνεια και σε σοβαρές προσβολές εμφανίζονται καμένες άκρες. Σοβαρή μόλυνση από ωίδιο μειώνει την ζωτικότητα, παραγωγικότητα του φυτού καθώς και την ποιότητα του φρούτου. Προσβάλλει τους καρπούς, με αποτέλεσμα τη μείωση της εμπορικής αξίας της παραγωγής ή την ολική καταστροφή της.

Ιολογικές Ασθένειες

Οι ιολογικές ασθένειες που προσβάλουν τις φράουλες είναι αναρίθμητες. Διεθνώς, οι ποικιλίες έχουν υψηλό βαθμό ανθεκτικότητας στους περισσότερους ιούς, αλλά ένας συνδυασμός ιών προκαλούν μείωση της σθεναρότητας των φυτών και της παραγωγής.

Είναι σημαντικό, να χρησιμοποιείται υψηλής ποιότητας φυτωριακό υλικό και να προτιμούνται υγιή φυτά. Για να εξασφαλιστεί η τροφοδοσία με υγιή φυτά στα περισσότερα φυτώρια καλλιεργούνται υγιή φυτά σε απομονωμένες θέσεις. Έτσι παράγονται φυτά με ικανοποιητική ποιότητα.

Οι κυριότερες ιώσεις είναι η μωσαϊκωση, ο ίκτερος, το κατσάρωμα, η φυλλωδία και ο νανισμός. Επειδή οι ιώσεις δεν καταπολεμούνται συνίσταται τα εξής μέτρα:

α) Να μη γίνεται εγκατάσταση της φυτείας κοντά σε παλιές καλλιέργειες φράουλας, λαχανοκομικών και καλλωπιστικών φυτών.

β) Καταπολέμηση των ζιζανίων και της άγριας φράουλας, που μπορεί να είναι ξενιστές.

γ) Καταπολέμηση των εντόμων, νηματωδών, ακάρεων, που είναι φορείς των ιώσεων.

ή) Χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Είναι το πιο σημαντικό μέτρο, γιατί οι ιώσεις αποτελούν περιοριστικό παράγοντα στην παραγωγή φράουλας.

Οι ερευνητές της γεωργικής έρευνας έθεσαν αυτό το πρόβλημα κάτω από έλεγχο, με τη δημιουργία νέων ανθεκτικών ποικιλιών με την θερμοθεραπεία και το μεριστωματικό πολλαπλασιασμό των υγιών φυτών.

Βακτηριώσεις

Η βακτηρίωση εμφανίζεται *κατά* τη διάρκεια υγρών, βροχερών περιόδων ή όταν χρησιμοποιείται το σύστημα τεχνητής βροχής. Οι

κηλίδες στα φύλλα αρχικά εμφανίζονται σαν ανοικτοπράσινες και υδατώδεις κηλίδες. Αυτές μεγαλώνουν και σχηματίζουν ακανόνιστες ερυθροκαστανές περιοχές. Τελικά δίνουν μία καταρρακωμένη εμφάνιση των φύλλων. Συχνά εμφανίζεται κίτρινη βακτηριακή ζώνη στην κάτω επιφάνεια των παλαιότερων φύλλων. Συνήθως η ασθένεια εμφανίζεται μόνο στα φυλλικά μέρη του φυτού αλλά κάτω από ορισμένες συνθήκες τα βακτήρια εισδύουν στους αγγειώδεις ιστούς της στεφάνης και προκαλούν ταχεία κατάρρευση και θάνατο του φυτού.

Ασθένειες αγοράς

Οι κύριες εμπορικές ασθένειες των φραουλών είναι η βοτρυτίδα (*Botrytis cinerea*), η σήψη από *Phytophthora* (*P. cactorum*), ριζοκτονίαση (*Rhizoctonia solani*) και σήψη από τον *Rhizopus* (*R.nigricans*). Η ανθράκωση (*Gleosporium* sp) είναι εμπορική ασθένεια μικρότερης σημασίας για τις φράουλες,

α) Τεφρή σήψη ή βοτρυτίδα : Είναι από τις πιο σοβαρές ασθένειες των φραουλών. Συναντάται περισσότερο στις ψυχρότερες περιοχές παραγωγής, όπου προκαλεί μείωση της παραγωγής κατά 10% ή περισσότερο. Η ασθένεια οφείλεται στα είδη του γένους *Botrytis cinerea*, που προσβάλλουν τα σταφύλια. Η βοτρυτίδα ευνοείται από τον υγρό καιρό και περισσότερο εκεί όπου η φυλλική επιφάνεια δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης του μύκητα. Ο μύκητας αναπτύσσεται επί των ανθιών, μίσχων, των υπολειμμάτων του εδάφους και του καρπού. Οι προσβαλλόμενες περιοχές του καρπού είναι αρχικά καστανές αλλά ο μύκητας εξαπλώνεται στο εσωτερικό του καρπού (σχηματίζοντας βαμβακώδεις γκρίζες καρποφορίες. Η καλύτερη θερμοκρασία για μολύνσεις είναι 25-30°C. Συνιστώνται ψεκασμοί ανά 8 ημέρες από την άνθηση και μετά, μέχρι λίγο πριν τη συγκομιδή.

β) Δερματώδης σήψη (Leather rot) : Είναι μυκητολογική ασθένεια της φράουλας και βρέθηκε σε πολλές πολιτείες και

αγορές στις οποίες μεταφέρθηκαν οι φράουλες. Χαρακτηρίζεται από ελαφρό μαλάκωμα των προσβεβλημένων ιστών και εσωτερικό μεταχρωματισμό που ποικίλει σημαντικά. Οι προσβεβλημένες περιοχές ανώριμων καρπών είναι κίτρινες έως ανοικτοκάστανες στο κέντρο, ενώ γύρω από αυτό ο χρωματισμός είναι πιο σκούρος έως ερυθροκαστανός. Οι ώριμοι και πλήρως χρωματισμένοι καρποί δε Δείχνουν μερικές φορές μεταβολή χρώματος εκτός (από ελαφρό κόκκινο σκοτείνιασμα γύρω (από τις προσβαλλόμενες κηλίδες. Υπερβολική ανάπτυξη άσπρης μούχλας, σπάνια στον αγρό, παρατηρείται συχνά στους προσβαλλόμενους καρπούς της αγοράς.

γ) Ριζοκτονίαση(Rhizoctonia rot): Σε βροχερές εποχές οι φράουλες, όλων των περιοχών, εμφανίζονται με σήψη στην αγορά και μερικές φορές σε τέτοιο ποσοστό που μειώνεται σοβαρά η αγορά τους. Όλες οι ποικιλίες είναι ευαίσθητες στη ριζοκτονίαση. Οι καρποί προσβάλλονται συνήθως από τη μια μεριά και εμφανίζουν κηλίδα, στο σημείο επαφής με το έδαφος. Επίσης, η μόλυνση μπορεί να αρχίζει προτού ο καρπός πάρει το κόκκινο χρώμα και μερικές φορές σε καρπούς φυτών που καλλιεργούνται για τρίτο χρόνο. Οι πρώιμες μολύνσεις προκαλούν παραμορφωμένους καρπούς αλλά επειδή η σήψη αναπτύσσεται αργά είναι δυνατόν να μη φανεί τίποτε στην επάνω πλευρά του καρπού.

Καλλιεργητικές μέθοδοι, όπως η κάλυψη του εδάφους, εμποδίζουν την επαφή των καρπών με το έδαφος. Σαν καλύτερα μέσα αντιμετώπισης είναι πιθανώς η ταχεία πρόψυξη και η μεταφορά των καρπών με ψυγεία.

δ) Σήψη από τον Rhizopus (Rhizopus nigricans and other sp) : Είναι ευρεία στη φύση και προσβάλλει πολλά είδη καρπών Στις φράουλες, προκαλεί μια μαλακή σήψη γνώση σαν διαρροή από το γεγονός ότι ο μύκητας διασπά τους ιστούς και προκαλείται διαφυγή του χυμού. Σε θερμό υγρό καιρό, η σήψη αναπτύσσεται κατά κανόνα στο χωράφι, Η μεγαλύτερη φθορά γίνεται κατά τη

μεταφορά και εμπορία των καρπών. Τα σπόρια του μύκητα, εκβλαστάνουν στην επιφάνεια των καρπών κάτω από ευνοϊκές συνθήκες προκαλώντας νέες προσβολές. Σε θερμοκρασία δωματίου ο μύκητας αναπτύσσει λευκή μούχλα και σχηματίζει μικρά σφαιρικά μόρια.

Η θερμοκρασία είναι ο κρίσιμος παράγων που καθορίζει την ανάπτυξη του μύκητα, ο οποίος αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες πάνω από 2°C. Προτού γίνει η φόρτωση των καρπών πρέπει να γίνεται γρήγορη πρόψυξη.

Ζωικά παράσιτα

α) Αραχνοειδή ακάρεια : Τετράνυχτοι. Είναι πολυφάγα και έχουν 12-14 γενιές το χρόνο. Προκαλούν ζημιές στα φύλλα και νανοειδή ανάπτυξη των φυτών της φράουλας. Τα φυτά είναι γενικά χλωρωτικά, κηλιδωμένα ενώ παρουσιάζεται φυλλόπτωση σε περίπτωση μεγάλης προσβολής. Συνήθως πλέκει ιστό επί της κάτω επιφάνειας του φυλλώματος και αναγνωρίζεται πολύ εύκολα με φακό χειρός, λόγω ευδιάκριτων σκοτεινών κηλίδων, επί κάθε πλευράς του σώματος του.

Στην αύξηση του πληθυσμού συνεισφέρει η υπερβολική παρουσία σκόνης. Η καταπολέμηση πρέπει να γίνεται πριν το ακάρι φτάσει σε επιδημικούς πληθυσμούς.

β) Αφίδες : Προσβάλλουν το φύλλωμα και τους νεαρούς βλαστούς, σταματούν την αύξηση του φυτού, δημιουργούν υπερτροφίες, συστροφές και τελική μαρανση του φυτού.

Οι αφίδες επίσης είναι φορείς πολλών καταστρεπτικών για τα φυτά ιώσεων. Η διαχείμαση γίνεται σαν χειμέριο ωό. Η καταπολέμηση τους γίνεται με 3-4 ψεκασμούς κατά το διάστημα από την άνθηση ως τη συγκομιδή.

γ) Κολεόπτερα - Μηλολόγθη : Η προνύμφη του είναι αποκλειστικά ριζοφάγος, καταστρέφοντας έτσι το ριζικό σύστημα των φυτών.

Καταπολέμηση με: i) καλλιεργητικά — μηχανικά μέσα όπως, θερινές αρόσεις και δισκοσβαρνίσματα, πριν τη φύτευση των φυτών. με τα οποία αναγκάζονται οι προνύμφες να εκτεθούν στην άμεση επίδραση του ηλιακού φωτός το καλοκαίρι, στο οποίο είναι εξαιρετικά ευαίσθητες όπως και σε κάθε είδους μηχανική βλάβη, ii) βιολογικά, καθώς οι προνύμφες έχουν πολλούς ζωικούς εχθρούς, iii) αγροχημικά, με εφαρμογή και ενσωμάτωση στο έδαφος, προ της φύτευσης, κατάλληλων εντομοκτόνων εδάφους.

δ) Σιδηροσκώληκες : Έντομα εδάφους των οποίων οι προνύμφες προσβάλλουν το ριζικό σύστημα των φυτών. Καταπολέμηση παρόμοια με την Μηλολόνη.

ε) Ρυγχίτες : i) *Otiorynchus sulatus*. Νυκτόβιο έντομο που προσβάλλει ρίζες, εκπτυσσόμενους οφθαλμούς και νεκρά φύλλα. Καταπολέμηση με διασπορά στο έδαφος με κοκκώδη εντομοκτόνα, ii) Ανθονόμος. Προσβάλλει τα άνθη της φράουλας και η καταπολέμηση του γίνεται με ένα από τα Parathion, Malathion, Mevinphos κ.α.

στ) Λεπιδόπτερα : Καραφατμέ. Οι προνύμφες του προσβάλλουν τα υπόγεια μέρη του φυτού, τη βάση του στελέχους και τα κατώτερα φύλλα. Η καταπολέμηση γίνεται με έλεγχο των προνυμφών με δολώματα από εντομοκτόνα εδάφους. Υπάρχουν κι άλλα λεπιδόπτερα, επιζήμια για το φυτό της φράουλας αλλά μικρότερης σημασίας όπως για π.χ. εκείνα του γένους Tortic.

ζ) Ορθόπτερα : Γρυλλοτάπη. Κατατρώει το ριζικό σύστημα, δρώντας κυρίως τις βραδινές ώρες. Η καταπολέμηση γίνεται με δολώματα.

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Το φυτό της φράουλας αναπτύσσεται από ένα κεντρικό βλαστό καλούμενο (στεφάνη, στο ακραίο μέρος του οποίου είναι ένα αυξητικό σημείο. Από το σημείο αυτό αναπτύσσονται τα φύλλα, οι ανθοφόροι οφθαλμοί και οι στόλωνες. Οι στόλωνες είναι βραχίονες του κυρίου βλαστού. Οι διακλαδώσεις της στεφάνης αναπτύσσονται όταν τα φυτά αυξάνονται ζωηρά. Οι οφθαλμοί στις μασχάλες των φύλλων, παράγουν ορμαθούς ανθέων όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές και οι ημέρες είναι σχετικά βραχείες. Διαφορετικές ποικιλίες τείνουν να παράγουν ταξιανθίες ενός συγκεκριμένου τύπου.

Γνωστές ποικιλίες φράουλας μεγάλου ή μικρού μεγέθους καρπού

Ποικιλίες μεγάλου καρπού	Ποικιλίες μικρού καρπού
Asieta	Ada Herzberg
AuchincCRIUSE Climax	Cambridge Favorite
Auzuss	Deutsh Evern
Cambrige Niguer	Gavers Rouual
Cambrige Sewinner	Fertilite
Director Paul Wallbaum	General de Gualle
Gauntlet	Hamdarg
Georg Settwedel	Juucnda
Gorella	Ladette
Hansa	Macheranchs Fruhernte
Lihama	Marie-France
Madame Lefer	Nodile
Madam Moutot	Ndun
Mertom Prisscess	Pedla
Mieze Schindler	Regina
Phillniz	Reine des Precoces
Povena	Robinson
Red Garnlet	Rouale du Vaucluse
Room van Vlaawderen	Sannier
Roual Sovereing	Sans Rivale
Sengal Sengana	Sensa 146
Sequoia	Surprise des Halles
Sieger	Surprise du Vaucluse
Sieletz	Temptation
Triomphe de Tiharge	Tioga
Tufts	Voltaire
Ville de Paris	

Έτσι μερικές ποικιλίες παράγουν ταξιανθίες με πολλά άνθη, ενώ άλλες παράγουν ταξιανθίες με λίγα άνθη. Μερικές ποικιλίες παράγουν ταξιανθίες που εκφύονται πλησίον της στεφάνης, ενώ άλλες εκφύονται πολύ μακράν επί του βλαστού. Οι ταξιανθίες με πολλά άνθη μπορεί να παράγουν ένα μεγάλο αριθμό φρούτων τα οποία είναι δυνατόν να είναι μικρά.

Οι ποικιλίες φράουλας που καλλιεργούνται εμπορικά είναι τύπου βραχέων ημερών. Αυτές παράγουν οφθαλμούς στα τέλη

του καλοκαιριού ή του φθινοπώρου και αργότερα ανθίζουν και καρποφορούν την επόμενη άνοιξη.

Οι περισσότερες εμπορικές ποικιλίες περιορίζονται σχετικά στην περιοχή παραγωγικότητας τους. Μερικές είναι κατάλληλες για περιορισμένες περιοχές της χώρας και ειδικότερα για τις ειδικές συνθήκες και τις ειδικές χρησιμοποιήσεις τους.

Τα πολλά ενεργά προγράμματα βελτίωσης της φράουλας δημιουργούν νέες ποικιλίες.

Γενικά έρχονται στην κυκλοφορία νέες ποικιλίες που είναι περισσότερο παραγωγικές, ανθεκτικές στις ασθένειες ή στο ψύχος, τα φρούτα τους να είναι μεγαλύτερα, (ανεκτικότερα και υψηλής ποιότητας για τη φρέσκια αγορά, για κατάψυξη και επεξεργασία.

Οι πάντοτε καρποφορούσες ποικιλίες δεν καλλιεργούνται συνήθως εμπορικώς αλλά χρησιμοποιούνται στους κήπους των σπιτιών. Οι κύριες ποικιλίες αυτού του τύπου είναι η Gem και η Ozark Beauty.

Με εκλογή της κατάλληλης ποικιλίας, είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες για την επιτυχία της καλλιέργειας. Εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τη φύση του εδάφους, το pH αυτού, τη δυνατότητα άρδευσης, τον τρόπο κατανάλωσης κ.α.

Ανάλογα με το μέγεθος του καρπού οι φράουλες κατατάσσονται σε μικρόκαρπες και μεγαλόκαρπες.

Μερικές ποικιλίες παράγουν ταξιανθίες που εκφύονται πλησίον της στεφάνης, ενώ άλλες εκφύονται πολύ μακράν επί του βλαστού. Οι ταξιανθίες με πολλά άνθη μπορεί να παράγουν ένα μεγάλο αριθμό φρούτων τα οποία είναι δυνατόν να είναι μικρά.

Οι ποικιλίες φράουλας που καλλιεργούνται εμπορικά είναι τύπου βραχέων ημερών. Αυτές παράγουν οφθαλμούς στα τέλη του καλοκαιριού ή του φθινοπώρου και αργότερα ανθίζουν και καρποφορούν την επόμενη άνοιξη.

Οι περισσότερες εμπορικές ποικιλίες περιορίζονται σχετικά στην περιοχή παραγωγικότητας τους. Μερικές είναι κατάλληλες για περιορισμένες περιοχές της χώρας και ειδικότερα για τις ειδικές συνθήκες και τις ειδικές χρησιμοποιήσεις τους.

Τα πολλά ενεργά προγράμματα βελτίωσης της φράουλας δημιουργούν νέες ποικιλίες.

Γενικά έρχονται στην κυκλοφορία νέες ποικιλίες που είναι περισσότερο παραγωγικές, ανθεκτικές στις ασθένειες ή στο ψύχος, τα φρούτα τους να είναι μεγαλύτερα, (ανεκτικότερα και υψηλής ποιότητας για τη φρέσκια αγορά, για κατάψυξη και επεξεργασία.

Οι πάντοτε καρποφορούσες ποικιλίες δεν καλλιεργούνται συνήθως εμπορικός αλλά χρησιμοποιούνται στους κήπους των σπιτιών. Οι κύριες ποικιλίες αυτού του τύπου είναι η Gem και η Ozark Beauty.

Η εκλογή της κατάλληλης ποικιλίας, είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες για την επιτυχία της καλλιέργειας. Εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τη φύση του εδάφους, το pH αυτού, τη δυνατότητα άρδευσης, τον τρόπο κατανάλωσης κ.α.

Ανάλογα με το μέγεθος του καρπού οι φράουλες κατατάσσονται σε μικρόκαρπες και μεγαλόκαρπες.

ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

Θρεπτική αξία στα 100 g εδώδιμων μερών της φράουλας

Τροφή και περιγραφή	Νερό	Θρεπτική ενέργεια	Πρωτεΐνες	Λίπη	Υδατάνθρακες		Στάχτη	Ασβέστιο
	%	Θερμίδες	g	g	g		g	mg
1)Φράουλες Φρέσκες	89,9	37	0.7	0,5	8,4	1,3	0,5	21
2)Κονσερβοποιημένες, Στερεό και υγρό σε υδάτινο διάλυμα, με ή χωρίς τεχνητά γλυκαντική ύλη.	93,7	22	0,4	0,1	5,6	0,6	0,2	14
3)Παγωμένες ύλες κομματιασμένες ολόκληρες	71,3	109	0,5	0,2	27,8	0,8	0,2	14
	75,7	92	0,4	0,2	23,5	0,6	0,2	13

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

Υδροπονία ή υδροπονική καλλιέργεια (Soiless Culture) είναι η μέθοδος καλλιέργειας των φυτών σε αδρανή υποστρώματα ή σε θρεπτικό διάλυμα και όχι στο έδαφος ή σε εδαφικά μείγματα.

Τα υδροπονικά συστήματα παρουσιάζουν αξιοσημείωτη επέκταση σε παγκόσμιο επίπεδο τα τελευταία χρόνια, ειδικότερα μάλιστα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, αν και το έδαφος εξακολουθεί να παραμένει το κυρίαρχο υπόστρωμα καλλιέργειας.

Τα πλεονεκτήματα, που παρουσιάζει η υδροπονική καλλιέργεια σε σχέση με την καλλιέργεια σε έδαφος, παρουσιάζονται συνοπτικά στον πιο κάτω πίνακα.

Καλλιεργητική Τεχνική	Έδαφος(θερμοκηπίου)	Υδροπονία
1)Απολύμανση του θρεπτικού υποστρώματος.	Γίνεται συνήθως με ατμό, χημικά μυκητοκτόνα. Ο χρόνος που απαιτείται είναι αρκετά μεγάλος, το λιγότερο 2-3 εβδομάδες.	Γίνεται με ατμό, χημικά μυκητοκτόνα με ορισμένη μέθοδο. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί απλή χλωρίνη ή HCl. Ο χρόνος είναι πολύ μικρός.
2)Θρέψη φυτών	Παρουσιάζει υψηλή παραλλακτικότητα ανάμεσα στα φυτά. Πολλές φορές τα φυτά δεν μπορούν να πάρουν τα θρεπτικά συστατικά εξαιτίας της φτωχής εδαφικής δομής , του pH ή άλλων συνθηκών να προβλεφθούν. Η ανάλυση του εδάφους δύσκολη και χρονοβόρος.	Ολοκληρωτικά ελεγχόμενη, σταθερή, ομογενής για όλα τα φυτά, στο σωστό χρόνο διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά σε ικανοποιητικές ποσότητες. Καλός και εύκολος έλεγχος του pH.
3)Αποστάσεις φύτευσης	Περιορίζονται από τα παρεχόμενα θρεπτικά συστατικά, από το έδαφος και το διαθέσιμο φωτισμό.	Περιορίζεται μόνο από τον απαραίτητο φωτισμό και έτσι αυξάνεται ο αριθμός των φυτών ανά μονάδα επιφάνειας άρα και η παραγωγή.
4)Έλεγχος ζιζανίων	Γίνεται με ζιζανιοκτόνα ή βοτάνισμα.	Δεν υπάρχουν ζιζάνια.
5)Ασθένειες και εχθροί	Υπάρχουν πάρα πολλές ασθένειες στο έδαφος και έντομα (προνύμφες)	Δεν υπάρχουν ασθένειες, νηματώδεις και έντομα στο θρεπτικό διάλυμα.
6)Νερό	Σε φτωχά εδάφη με χαμηλή υδατοχωρητικότητα τα φυτά υποφέρουν από έλλειψη νερού. Μεγάλη ποσότητα του νερού χάνεται λόγω επιφανειακής απορροής , εξάτμισης και βαθιάς διήθησης.	Τα φυτά υποφέρουν από έλλειψη νερού. Επίσης γίνεται εξοικονόμηση νερού επειδή ελαχιστοποιούνται οι απώλειες.
7)Ποσότητα καρπών	Συχνά οι καρποί είναι μαλακοί λόγο της ελλιπούς λίπανσης καλίου και ασβεστίου με αποτέλεσμα να έχουν μικρή μετασυλλεκτική ζωή.	Οι καρποί είναι συνεκτικοί και ποιο θρεπτικοί.

8)Λίπανση	Γίνεται διασπορά μεγάλων ποσοτήτων στο έδαφος και συχνά μη ομοιόμορφη διανομή. Μεγάλος βαθμός εκπλήσσεις και μικρή αξιοποίηση του λιπάσματος.	Χρήση μικρών ποσοτήτων ομοιόμορφα διανεμημένων στα φυτά. Μεγάλος βαθμός αξιοποίησης του λιπάσματος.
9)Υγιεινή κατάσταση	Η χρήση λιπασμάτων που αφήνουν οργανικών υπολειμμάτων πάνω στον καρπό προκαλούν πολλές ανθρώπινες ασθένειες.	Δεν υπάρχουν οργανικά υπολείμματα πάνω στον καρπό.
10)Μεταφύτευση.	Χρειάζεται προπαρασκευή του εδάφους . Δύσκολα ρυθμίζεται η θερμοκρασία του εδάφους και οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στο έδαφος μπορεί να καθυστερήσουν την ανάπτυξη των φυτών, ακόμα και να τα θανατώσουν.	Δεν χρειάζεται η προπαρασκευή του υποστρώματος και η θερμοκρασία του μπορεί να διατηρείται στην άριστη τιμή της. Επίσης δεν υπάρχουν ασθένειες.
11)Ωριμότητα φυτών	Εξαρτάται κυρίως από τις καιρικές συνθήκες, την εποχή φύτευσης, της περιβαλλοντικές συνθήκες, την ποικιλία και το έδαφος.	Οι συνθήκες στην υδροπονική καλλιέργεια αριστοποιούνται με αποτέλεσμα τα φυτά να ωριμάζουν γρηγορότερα από ότι στο έδαφος.
12)Διάρκεια υποστρώματος	Το έδαφος του θερμοκηπίου πρέπει να αλλάζεται κάθε λίγα χρόνια γιατί χάνει την γονιμότητα του.	Δεν χρειάζεται αλλαγή υποστρώματος, γιατί ο βερμικουλίτης, η τύρφη και ο ζεόλιθος διατηρούνται για πολλά χρόνια χωρίς να αλλάξει η σύστασή τους.
13)Παραγωγή	Η παραγωγή στο θερμοκήπιο είναι διπλάσια της παραγωγής στην ύπαιθρο.	Ενώ η παραγωγή στην υδροπονία είναι τετραπλάσια της υπαίθρου.

Εδαφική έναντι υδροπονικής καλλιέργειας

Οι παρατηρούμενες μεγάλες παραγωγές κάτω από υδροπονική καλλιέργεια έναντι της εδαφικής, μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες. Σε μερικές περιπτώσεις το έδαφος μπορεί να είναι υπερβολικά φτωχό και συνεπώς η

υδροπονική καλλιέργεια είναι πολύ ευεργετική. Η παρουσία εντόμων ή ασθενειών στα εδάφη ελαττώνει κατά πολύ την ολική παραγωγή. Σε καταφάσεις θερμοκηπίου όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι ίδιες για εδαφικές και υδροπονικές καλλιέργειες με διάφορο μόνο το υπόστρωμα, παρουσιάζεται αύξηση της παραγωγής στην τομάτα, με υδροπονική καλλιέργεια 20-25%, εκείνης της εδαφικής,

Σε τέτοιες θερμοκηπιακές πρακτικές όπου γίνεται απολύμανση του εδάφους και χρήση μεγάλων ποσοτήτων λιπασμάτων, πολλά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται σε υπαίθριες καταφάσεις μπορούν να υπερπηδηθούν. Αυτό πρέπει να υπολογιστεί για τις μικρές αυξήσεις στην παραγωγή της χωρίς έδαφος καλλιέργειας (υδροπονικής) έναντι της εδαφικής στο θερμοκήπιο. Απεναντίας παρατηρείται πολύ αισθητή διαφορά με αύξηση του ύψους της παραγωγής 4-10 φορές της παραγωγής της υδροπονικής καλλιέργειας στην ύπαιθρο έναντι της παραδοσιακής εδαφικής.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των υδροπονικών καλλιεργειών είναι το αρχικό υψηλό κόστος εγκατάστασης καθώς και η ύπαρξη ορισμένων ασθενειών όπως *Fusarium*, *Verticillium*, οι οποίες διαδίδονται γρήγορα μέσω του συστήματος. Επιπλέον παρουσιάζεται το πρόβλημα της κατάρτισης του θρεπτικού διαλύματος το οποίο απαιτεί επιπλέον γεωτεχνικές γνώσεις. Το αρχικό κόστος εγκατάστασης και το περιπλεγμένο σύστημα χειρισμού μπορούν να ελαττωθούν με τη χρήση νέων απλοποιημένων υδροπονικών μεθόδων όπως NFT. Η αντιμετώπιση των παραπάνω ασθενειών γίνεται με τη δημιουργία νέων ποικιλιών που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα.

Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα πλεονεκτήματα των υδροπονικών καλλιεργειών σε σύγκριση με τις εδαφικές καλλιέργειες είναι η μεγαλύτερη δυνατότητα ρύθμισης και ελέγχου της θρέψης, η ωφελιμότητα σε γεωγραφικά διαμερίσματα που δεν έχουν καλλιεργήσιμη γη, αποτελεσματική χρήση του νερού και των λιπασμάτων, η εύκολη και χαμηλού κόστους απολύμανση των

υποστρώματος και η υψηλή πυκνότητα φύτευσης η οποία οδηγεί σε αυξημένες παραγωγές κατά εκτάριο.

Χαρακτηριστικά κατάλληλης τοποθεσίας

Κατά την εκλογή της κατάλληλης τοποθεσίας εγκατάστασης θα πρέπει ο παραγωγός να έχει υπόψη του ορισμένες προϋποθέσεις, για την αποφυγή πιθανών αποτυχιών.

1. Πλήρη δυτική, ανατολική, νότια έκθεση στο ηλιακό φως με ανεμοθραύστη επί της βόρειας πλευράς.

2. Η επιφάνεια πρέπει να είναι επίπεδη ή να μπορεί εύκολα να ισοπεδωθεί.

3. Καλή εσωτερική αποστράγγιση με ελάχιστη κυκλοφορία 2,5 εκ. την ώρα.

4. Να έχει τριφασικό ρεύμα, τηλέφωνο και καλή ποιότητα νερού, ικανή να προμηθεύει το ελάχιστο 2 λίτρα νερού ανά φυτό την ημέρα.

5. Καλό οδικό δίκτυο προς αστικά κέντρα για την χονδρική και λιανική αγορά.

Η εγκατάσταση να γίνεται κοντά στην κατοικία του παραγωγού για να μπορεί να την ελέγχει σε περιπτώσεις άσχημου καιρού.

7. Ο προσανατολισμός πρέπει να είναι από Βορρά προς Νότο και τον ίδιο

προσανατολισμό να ακολουθούν και οι σειρές φύτευσης.

8. Να δέχεται η περιοχή υψηλό ποσοστό ηλιακού φωτισμού.

9. Είναι αναγκαία η αποφυγή περιοχών με δυνατούς ανέμους.

Συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας

1. Υδροκαλλιέργεια ή καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα.

2. Καλλιέργεια σε άμμο ή σε κροκάλες.

3. Καλλιέργεια σε διογκωμένα ορυκτά ή συνθετικά αδρανή υλικά.

4. Διάφορες άλλες καλλιεργητικές τεχνικές που δεν σχετίζονται με το φυσικά έδαφος.

Η σωστή τεχνική καλλιέργειας για συγκεκριμένη περιοχή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως: κλίμα, τοποθεσία, μετεωρολογικά δεδομένα, κόστος πρώτων υλών, ενέργειας, εργασίας κ.α.

Τα υδροπονικά συστήματα μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- **Κλειστά συστήματα** (με ανακύκλωση), όπου χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα NFT, πετροβάμβακας, περλίτης, ελαφρόπετρα, κ.α.

- **Ανοικτά συστήματα** (χωρίς ανακύκλωση), όπου χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα πετροβάμβακας, περλίτης, άργιλος, πολυουρεθάνη, πριονίδι, τύρφη, βερμικουλίτη, ζεόλιθο, ιπτάμενη τέφρα, υγρή τέφρα κ.α.

ΚΑΘΕΤΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Με το σύστημα αυτό ο αριθμός των φυτών μπορεί να αυξηθεί κατά 5-7 φορές σε σχέση με την καλλιέργεια εδάφους, εξασφαλίζοντας έτσι ανάλογη αύξηση της στρεμματικής απόδοσης.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού σε σχέση με το παραδοσιακό τρόπο καλλιέργειας είναι τα εξής:

- 1) Γίνεται κατά ύψος εκμετάλλευση του χώρου, και φυτεύονται 25.000 φυτά το στρέμμα.
- 2) Επιτυγχάνεται καλύτερος εξαερισμός, φωτισμός και ομοιόμορφη ανάπτυξη των φυτών. Οι επεμβάσεις φυτοπροστασίας είναι ευκολότερες, η συγκομιδή είναι ταχύτερη και εμφανίζεται μικρότερο κόστος παραγωγής.
- 3) Εξασφαλίζεται άριστη ποιότητα φρούτων και αυξημένες αποδόσεις.

Τεχνικό στοιχείο κατασκευής του συστήματος

α) Στήλες : Συνήθως χρησιμοποιείται για την κατασκευή των στηλών μαλακό πλαστικό πολυαιθυλένιο, λόγω τον χαμηλότερου κόστους του. Κατασκευάζονται σωλήνες διαμέτρου από 12-25 εκ., ενώ με την πολυστερίνη κατασκευάζονται γλάστρες με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η προσαρμογή της μιας πάνω στην άλλη και να γίνει έτσι η στήλη. Το πάχος του πολυαιθυλενίου είναι συνήθως 200 μικρά και το χρώμα στο εσωτερικό μαύρο, για να αποφευχθούν δυσμενείς επιδράσεις του φωτός στο ριζικό σύστημα του φυτού. Το ύψος των στηλών είναι συνήθως 2 μέτρα.

β) Ανάρτηση - Στήριξη : Οι σωλήνες από πλαστικό πολυαιθυλένιο κρέμονται από πρόσθετη ξύλινη ή μεταλλική κατασκευή που προσαρμόζεται στους στύλους του θερμοκηπίου.

γ) Πυκνότητα στηλών : Οι στήλες τοποθετούνται στη σειρά ώστε να απέχουν μεταξύ τους από 1,10-1,40 μέτρα, ενώ οι αποστάσεις πάνω στη γραμμή είναι από 0,80-1,00 μέτρα. Έτσι ο αριθμός των στηλών κυμαίνεται από 800-1.000 το στρέμμα.

δ) Άρδευση : Η άρδευση γίνεται με ένα κοινό σύστημα άρδευσης με σωλήνες που τοποθετούνται στο ύψος των στηλών. Η τελική διανομή του νερού στις στήλες γίνεται με μακαρόνι συνήθως του 1 χιλιοστοί! Τα σημεία άρδευσης των στηλών είναι η κορυφή και η μέση ή ακόμα η κορυφή και δυο σημεία της στήλης που την χωρίζουν σε 3 ίσα τμήματα.

Τεχνικά στοιχεία καλλιέργειας.

α) Υποστρώματα.

β) Γέμισμα σωλήνων.

γ) Εγκατάσταση φυτών. Πριν την εγκατάσταση πρέπει να γίνουν 4-5 αρδεύσεις για το κατακάθισμα του μείγματος στους σωλήνες. Η εγκατάσταση των φυτών γίνεται σε τέσσερις αντιδιαμετρικές σειρές κατά το ρομβικό σύστημα. Η φύτευση γίνεται σε αποστάσεις 25 εκ. μεταξύ όλων των φυτών σε οκτώ σειρές. Εάν

η πρώτη σειρά αρχίζει στο ύψος των 50 εκ. από το έδαφος, τότε σε κάθε σωλήνα (στήλη) φυτεύονται 24 φυτά. Η απόσταση των φυτών πάνω στη σειρά είναι 28 ή 24 φυτά. Για τη φύτευση γίνεται μια τομή σαν ανάποδο T στο πλαστικό, όπου τοποθετείται με φυτευτήρι το φυτό από το οποίο έχει αφαιρεθεί το 1/3 περίπου της ρίζας του. Η εγκατάσταση των φυτών ψυγείου γίνεται στα μέσα Αυγούστου και των νωπών φυτών μέσα στο Σεπτέμβρη.

Χρησιμοποιούνται πάντα φυτά που έχουν διατηρηθεί από το φθινόπωρο μέχρι το επόμενο καλοκαίρι σε ψυγείο θερμοκρασίας -1°C έως -2°C . Στο διάστημα αυτό τα φυτά περνούν φυσιολογικές μεταβολές, διακόπτεται ο λήθαργος και παρατηρείται διαφοροποίηση μεγαλύτερου αριθμού οφθαλμών σε σύγκριση με τα άλλα φυτά. Έτσι με τα φυτά ψυγείου εξασφαλίζονται υψηλότερες αποδόσεις. Τα φυτά ψυγείου πρέπει να έχουν προέλθει από μεριστωματικό πολλαπλασιασμό για αποφυγή ασθενειών. Πριν τη φύτευση τα φυτά καταβρέχονται για να ξεπαγώσουν και ψεκάζονται με διάλυμα Benlate συγκέντρωσης 20 g./100l νερό για λίγα λεπτά της ώρας.

Η καλλιέργεια με νωπά φυτά, με εγκατάσταση στα τέλη Οκτωβρίου δίνει πρωιμότερη παραγωγή αλλά μικρότερη απόδοση.

Η παραγωγή ανά φυτό με το κάθετο σύστημα ποικίλλει από 150-450 γρ.

δ) Λίπανση, Οι αναλογίες που εφαρμόζονται για τα τρία βασικά στοιχεία, ανάλογα με το βλαστικό στάδιο των φυτών της φράουλας είναι:

- Περίοδος εγκατάστασης φυτών, N - 0.6 , P -1.0 , K - 0.8 .
- Περίοδος ανάπτυξης φυτών, N - 1.0 , P -1.5 , K - 1.7 .
- Περίοδος καρποφορίας φυτών, N -1.0 , P - 2.0 , K - 3.0 .

Η λίπανση γίνεται με άρδευση σε συγκεντρώσεις εκπεφρασμένες σε ppm, που βρίσκονται αν πολλαπλασιάσουν οι πιο πάνω αριθμοί επί 100. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι

: KNO_3 ή NH_4NO_3 και $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, ακόμη 50 ppm $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ και 50-100 ppm $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

ε) Εχθροί - Ασθένειες. Μέριμνα για την αντιμετώπιση του βοτρυτή και του τετράνουχου.

A.3.2. Χαρακτηριστικά ποικιλίας (Temptation)

Μεγάλο μέγεθος καρπού, πρώιμη και σφριγηλή. Έντονο πράσινο χρώμα φύλλων, δυνατά και υγιή φυτά. Συμπαγή φυτά σχεδόν χωρίς παραφυάδες. Έντονο και διαυγές κόκκινο χρώμα καρπών με πρώιμη παραγωγή νωρίς το καλοκαίρι. Συνεχούς καρποφορίας. Δεν είναι ευαίσθητη στη διάρκεια του φωτός ημέρας (φωτοπερίοδος ημέρας). Ύψος φυτών 23-31 cm. Μέγεθος καρπού 5 cm.. Αριθμός σπόρων 1900/g. Εποχή σποράς: Φθινόπωρο έως αργά τον χειμώνα στους 20 °C για καρποφορία το καλοκαίρι. Βέλτιστη θερμοκρασία 15 °C.



Εικόνα 7. Καλλιέργεια φράουλας σε Θερμοκήπιο

Έρευνα σε αγρούς.

A.4. Γενικά περί καλλιέργειας Καλαμποκιού **Γλυκό καλαμπόκι**

Το γλυκό καλαμπόκι (sweet corn) θεωρείται λαχανοκομικό είδος σε αντίθεση με το κοινό καλαμπόκι. Ανήκει στην οικογένεια των αγρωστωδών (Graminae) και αντιπροσωπεύει ένα ζαχαρώδη τύπο καλαμποκιού υποείδος- subspecies saccharata). Θεωρείται ότι είναι μια φυσική μετάλλαξη του καλαμποκιού (αραβόσιτου) όπου ένα γονίδιο που καθορίζει την μετατροπή των σακχάρων σε άμυλο, καθυστερεί ή εμποδίζει αυτή την μετατροπή και έτσι το αποτέλεσμα είναι ένας γλυκός σπόρος καλαμποκιού (Swader et al., 1992).

Το γλυκό καλαμπόκι είναι ιστορικά μεταγενέστερο είδος. Τα πλέον πρόσφατα αρχαιολογικά ευρήματα αναφέρουν την ύπαρξή του γύρω στον 8^ο Μ.Χ. αιώνα σε καλλιέργεια από τους Ινδιάνους κατοίκους της Δυτικής Γουατεμάλας (Ghorpade et al. 1998).

Η καλλιέργειά του είναι παρόμοια με του κοινού αραβόσιτου με τη διαφορά ότι το γλυκό είναι μικρότερου βιολογικού κύκλου (90-130 ημερών) από το κανονικό για ζωτροφή ή ανθρώπινη κατανάλωση.

Στην Ελλάδα δεν καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις αν και τελευταία έγιναν προσπάθειες για εξάπλωσή του. Αποτρεπτικό χαρακτηριστικό τα καλλιέργειάς του είναι το κόστος χειροσυλλογής του και η ευαισθησία του στην αποθήκευση, που απαιτεί συγχρονισμό συγκομιδής και αποθήκευσης. Δυστυχώς επίσης για την κονσερβοποίησή του (ως είδος συμπληρώματος σαλάτας) εισάγεται κυρίως από Βουλγαρία, Ουγγαρία, Ρουμανία κ.α. χώρες με φθινό εργατικό κόστος. Μελέτες έχουν δείξει όμως ότι είναι ανταγωνιστικό προϊόν αν υπάρξουν καλλιέργειες με συμβολαιακή μορφή για την άμεση απορρόφησή του.

Το γλυκό καλαμπόκι αποτελεί τροφή πλούσια σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και αμινοξέα (παρόμοια σύσταση με το κοινό καλαμπόκι) και επιπλέον έχει το πλεονέκτημα να καταναλώνεται σχεδόν ωμό, λόγω της γλυκιάς γεύσης του.

Με την έμφαση τελευταία σε ενεργειακά φυτά, πιθανόν να αναθεωρηθεί η χρήση του και για μη διατροφικούς σκοπούς, όπως για παραγωγή βιοκαυσίμων.

B. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΓΕΝΙΚΑ

Υδροπονία ή ανέδαφος καλλιέργεια είναι η μέθοδος καλλιέργειας φυτών σε θρεπτικό διάλυμα με ή χωρίς τη χρήση αδρανούς υποστρώματος. Στη διεθνή βιβλιογραφία οι μέθοδοι υδροπονικής καλλιέργειας συνήθως αναφέρονται ως «καλλιέργειες εκτός εδάφους» (soil less culture), «υδροπονία» (hydroponics), «υδροκαλλιέργεια» (water culture, hydroculture). Στην ελληνική όμως γλώσσα όλοι οι παραπάνω όροι είναι ταυτόσημοι.

Οι πρώτες γραπτές αναφορές σε υδροπονική καλλιέργεια, αφορούν στους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας οι οποίοι χτίστηκαν περίπου το 910 π.Χ. από τον Ναβουχοδονόσωρ τον Β'. Ωστόσο η εφαρμογή της τεχνικής της υδροπονίας, ως εργαλείο για ακαδημαϊκή έρευνα ξεκίνησε μετά τον 18^ο αιώνα. Σε πρακτική κλίμακα άρχισε να εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου, για να καλύψει τις ανάγκες σε λαχανικά των πληρωμάτων πολεμικών πλοίων των ΗΠΑ. Σε εμπορική κλίμακα καθιερώθηκε τη δεκαετία του '70 στην Μ. Βρετανία από τον Α. Cooper με την ανάπτυξη της τεχνικής του «μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος» (Nutrient Film Technique, NFT) που πήρε γρήγορα σημαντική εξάπλωση. Το 1976, Μ. Βρετανία και Δανία χρησιμοποίησαν ως υπόστρωμα καλλιέργειας τον πετροβάμβακα, ένα αδρανές υλικό, το οποίο αποτελεί μέχρι και σήμερα την περισσότερο χρησιμοποιούμενη εμπορική μέθοδο στην Β. Ευρώπη. Στην Ελλάδα, το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ) άρχισε ερευνητική δραστηριότητα το 1986, με στόχο την αξιολόγηση των διάφορων συστημάτων και υλικών υδροπονικής καλλιέργειας στις συνθήκες της χώρας μας, καθώς και την ανάπτυξη ελληνικής τεχνολογίας και τεχνογνωσίας.

ΓΕΝΙΚΑ

Σήμερα η τεχνική αυτή, αποτελεί πραγματικότητα για τους καλλιεργητές θερμοκηπίων σε όλο τον κόσμο και είναι μια διαρκώς επεκτεινόμενη δραστηριότητα.

Υπάρχουν δυο μορφές υδροπονικών συστημάτων :

α) Υγρά συστήματα (water culture) στα οποία δεν γίνεται χρήση υποστρώματος και οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε στάσιμο ή ρέον θρεπτικό διάλυμα.

β) Συστήματα με αδρανές υπόστρωμα (inert substrate culture) στα οποία γίνεται χρήση κάποιου αδρανούς υλικού για την ανάπτυξη και στήριξη του ριζικού συστήματος των φυτών.

Μια άλλη διάκριση μεταξύ των διαφόρων μεθόδων υδροπονικής καλλιέργειας, είναι αυτή μεταξύ *ανοιχτών* και *κλειστών* υδροπονικών συστημάτων.

α) Ανοιχτά είναι τα υδροπονικά συστήματα στα οποία το πλεονάζον μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει από τον χώρο των ριζών, δεν επαναχρησιμοποιείται αλλά αφήνεται σαν χαθεί στο περιβάλλον (είτε απορροφάται από το έδαφος του θερμοκηπίου είτε συλλέγεται και οδηγείται έξω από αυτό.

β) Κλειστά είναι τα υδροπονικά συστήματα, στα οποία το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα συγκεντρώνεται και επαναχρησιμοποιείται μετά από την απαραίτητη ανανέωση και συμπλήρωση. Στα κλειστά συστήματα έχουμε μια συνεχή κυκλική ροή του διαλύματος (ανακύκλωση).

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Μια εγκατάσταση, από άποψη εξοπλισμού απαρτίζεται από:

- Ένα σύστημα παραγωγής θρεπτικού διαλύματος, το οποίο αποτελείται από μια παροχή νερού, φίλτρα, 2-4 δεξαμενές των 1000lit, ένα σύστημα αραιώσης των πυκνών διαλυμάτων με το νερό και ένα σύστημα ελέγχου pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας
- Ένα σύστημα άρδευσης και παροχής θρεπτικού διαλύματος
- Υποδοχείς υποστρωμάτων
- Υποστρώματα(υγρή και ιπτάμενη τέφρα, βερμικουλίτης, περλίτης, άμμος, πετροβάμβακας, ζεόλιθος, ελαφρόπετρα, κ.ά.)
- Παροχή ρεύματος, η οποία είναι απαραίτητη για την λειτουργία των αυτοματισμών

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Παρά πολλά συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών χρησιμοποιούνται σε εμπορική κλίμακα σε όλο τον κόσμο. Τα συστήματα αυτά μπορούν να ταξινομηθούν σε 5 κύριες κατηγορίες:

1. Καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα (NFT, χωρίς αδρανές υπόστρωμα)
2. Καλλιέργειας σε άμμο (Ισραήλ), κροκάλες ή άλλα φυσικά αδρανή υλικά
3. Καλλιέργειες σε διογκωμένα ορυκτά(π.χ. περλίτης, πετροβάμβακας)
4. Καλλιέργεια σε διογκωμένα συνθετικά οργανικά υλικά (π.χ. πολυστερίνη, ουριοφορμαλδεύδη)
5. Διάφορες άλλες καλλιεργητικές τεχνικές, όπως ψεκασμός θρεπτικού διαλύματος στη ρίζα, που ονομάζεται και αεροπονία.

Το βέλτιστο σύστημα καλλιέργειας για την κάθε περιοχή εξαρτάται από το κλίμα, το κόστος των πρώτων υλών, το κόστος της ενέργειας, το κόστος της εργασίας καθώς και το επίπεδο γνώσης του καλλιεργητή.

ΑΡΔΕΥΣΗ

Γενικά ένα αποδεκτό για υδροπονική καλλιέργεια νερό, θα έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

EC	<0.5 Ms/cm (25o)
pH	5.5-6.5
Na+	<1.5mmol/l
Cl-	<1.5mmol/l
HCO ₃ ⁻	<4.0 meq/l
Fe ⁺⁺	<1.0 mg/l
Mn ⁺⁺	<0.5 mg/l
Bo	<0.3 mg/l
Zn ⁺⁺	0.5 mg/l

ΛΙΠΑΝΣΗ

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονική καλλιέργεια θα πρέπει να είναι πλήρως διαλυτά, έτσι ώστε, αφενός να μην αφήνουν ιζήματα που αλλάζουν τη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος και αφετέρου, να μην φράζουν τους σταλάκτες. Ο πίνακας περιλαμβάνει τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση των θρεπτικών διαλυμάτων που τοποθετούνται σε δεξαμενές υδρολίπανσης.

Λίπασμα	Χημική σύνθεση	% θρεπτικό στοιχείο
Νιτρικό οξύ 100%	HNO ₃	22N
Νιτρικό οξύ 37%	HNO ₃	8N
Φωσφορικό οξύ 100%	H ₃ PO ₄	32P
Φωσφορικό οξύ 37%	H ₃ PO ₄	12P
Νιτρικό ασβέστιο	Ca(NO ₃) ₂	15,5N 19Ca
Νιτρικό κάλι	KNO ₃	13N 38K
Νιτρική αμμωνία	NH ₄ NO ₃	35N
Νιτρικό μαγνήσιο	Mg(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	11N 9N
Μονοφωσφορικό κάλιο	KH ₂ PO ₄	23P 28K
Μονοφωσφορικό αμμώνιο	NH ₄ H ₂ PO ₄	27P 12N
Θειικό κάλι	K ₂ SO ₄	45K 18S
Μαγνησία	MgSO ₄ .7H ₂ O	10Mg 13S
Θειικό μαγγάνιο	MnSO ₄ . H ₂ O	32Mn
Θειικός ψευδάργυρος	ZnSO ₄ .7 H ₂ O	23Zn
Βόρακας	Na ₂ B ₄ O ₇ .10 H ₂ O	11B
Θειικός χαλκός	CuSO ₄ .5H ₂ O	22 Cu
Επταμολυβδενιούχο αμμώνιο	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	58 Mo
Μολυβδενικό νάτριο	Na ₂ MoO ₄ .2 H ₂ O	40 Mo
Χηλικός σίδηρος Fe-Lo	Fe-DTPA	13 Fe
Χηλικός σίδηρος330 Fe	Fe-DTPA	9 Fe
Χηλικός σίδηρος	Fe-DTPA	7 Fe

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Παρόλο που το αρχικό κίνητρο των καλλιεργητών για την εφαρμογή της υδροπονίας ήταν η παράκαμψη των προβλημάτων του εδάφους, σήμερα η μέθοδος αυτή αποτελεί επιλογή για όλους τους καλλιεργητές θερμοκηπίων, μια που τα πλεονεκτήματα της αφορούν κι άλλους τομείς εκτός του εδάφους. Η καλλιεργητική αυτή τεχνική, παρουσιάζει πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή της. Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

1. Αντιμετώπιση ασθενειών που προέρχονται από το έδαφος(φουζάριο, βερτισιλλίο, πύθιο, πυρηνοχαιίτη, ιοί κ.ά.)
2. Αποφυγή εφαρμογής χημικών απολυμαντικών εδάφους υψηλής τοξικότητας
3. Αντιμετώπιση της χαμηλής γονιμότητας των εδαφών, είτε λόγω υπερεντατικής εκμετάλλευσης, είτε λόγω φυσικών ιδιοτήτων.
4. Ακριβέστερος έλεγχος παροχής νερού, pH, θερμοκρασίας του ριζικού συστήματος και της διατροφής του φυτού, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση στην ποσότητα του νερού και των λιπασμάτων.
5. Άριστες συνθήκες επιφέρουν αύξηση παραγωγικότητας.
6. Μείωση κόστους θέρμανσης λόγω μείωσης απωλειών.
7. Υψηλές θερμοκρασίες στη ρίζα επιφέρουν πρωϊμηση της παραγωγής.
8. Μείωση κόστους εργασίας λόγω μη κατεργασίας εδάφους.
9. Δυνατότητα άμεσης φύτευσης νέας καλλιέργειας μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης, επομένως περισσότερες καλλιέργειες ανά έτος.
10. Αύξηση απόδοσης και ποιότητας λόγω άριστων συνθηκών.
11. Δυνατότητα εκμηχάνισης και αυτοματοποίησης των εργασιών.
12. Ευχάριστες συνθήκες εργασίας, υγιεινό περιβάλλον για τους εργαζόμενους και ταυτόχρονα προστασία περιβάλλοντος όταν γίνεται σε κλειστό υδροπονικό σύστημα

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι τα παρακάτω:

1. Υψηλό κόστος εγκατάστασης.

2. Απαραίτητη ύπαρξη τεχνογνωσίας.
3. Άμεσος κίνδυνος στα φυτά από λάθος χειρισμό στους αυτοματισμούς ελέγχου και θρέψης.
4. Κίνδυνος εξάπλωση μολύνσεων μέσω ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος (κλειστό σύστημα).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συνοπτικά διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των κυριότερων υλικών που χρησιμοποιούνται ως εμπορικά ή μη υποστρώματα σε υδροπονικά καλλιεργητικά συστήματα σε θερμοκήπια

Πίνακας 1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ορισμένων υλικών ως υδροπονικά υποστρώματα

ΥΛΙΚΟ	1	2	3	4	5	6	7	8
Άμμος (sand)	1	3	3	1	3	2	3	2
Περλίτης (perlite)	3	1	2	1	1	1	2	1
Ελαφρόπετρα (pumice)	3	2	2	1	1	1	2	1
Πετροβάμβακας (rockwool)	3	1	1	1	1	1	1	1
Ίνες από ινδοκάρυδο (coco-soil)	3	2	1	2	1	2	2	2
Κοπριά (manure)	3	1	1	3	1	2	3	2
Τύρφη (peat)	3	1	1	3	1	1	1	2
Ζεόλιθος (zeolite)	2	3	3	3	3	2	2	2
Βερμικουλίτης (vermiculite)	3	3	2	3	1	1	2	2
Ιπτάμενη τέφρα (fly ash)	2	2	2	3	1	1	3	2
Υγρή τέφρα (bottom ash)	2	2	2	3	2	1	3	2

Για τον παραπάνω Πίνακα χρησιμοποιούνται τα παρακάτω κριτήρια:

1. Συγκράτηση υγρασίας -πορώδες (1=μικρή, 2=μέτρια 3=μεγάλη)
2. Αερισμός (1=ανεπαρκής, 2=μέτριος, 3=άριστος)
3. Στράγγιση (1=ανεπαρκής, 2=μέτρια 3=άριστη)
4. Συγκράτηση θρεπτικών (Εναλλακτική Ικανότητα Κατιόντων- C.E.C) (1=σχεδόν μηδενική, 2=χαμηλή, 3=υψηλή)
5. Βάρος υλικού (1=μικρό, 2=μέτριο, 3=μεγάλο)
6. Καθαρότητα από παθογόνους μικροοργανισμούς (1=αποστειρωμένο 2=φυσικό υλικό)
7. Κόστος (1=Υψηλό, 2=Μέτριο 3=Χαμηλό)
8. Διάρκεια χρήσης (1=1 -2 έτη, 2=πολυετής)

Γ. Περιγραφή των 4 υλικών του ερευνητικού έργου

1. ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ (Vermiculite)

Είναι το γεωλογικό όνομα μιας ομάδας ένυδρων φολιδωτών ορυκτών αποτελούμενης από πυριτικά οξείδια, αλουμινίου - σιδήρου-μαγνησίου. Πολύ λεπτά στρώματα νερού εγκλωβισμένα μέσα σε δύο στρώσεις από ορυκτό όταν θερμανθούν στους 400-700⁰ C εξατμίζονται, διογκώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο το υλικό από 18-26 φορές το αρχικό του πάχος. Εάν το υλικό είναι τοποθετημένο επάνω σε μια επιφάνεια που επηρεάζεται από τη φωτιά (π.χ χάλυβας) τότε το εξατμιζόμενο νερό απορροφά θερμότητα και δεν επιτρέπει στον χάλυβα να ανεβάσει τη θερμοκρασία του σε κρίσιμα σημεία > 400⁰ C. Στη διογκωμένη λαμινοειδή μορφή του ο Βερμικουλίτης έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- Χαμηλή πυκνότητα (0,2-0,8 g/cm³)
- Μικρή θερμοαγωγιμότητα
- Υψηλή θερμική αντίσταση
- Υψηλή διαπνοή (αναπνέει)
- Είναι ανόργανο (Δεν επηρεάζεται από φως και βροχή)
- Δεν περιέχει αμίαντο
- Δεν είναι τοξικό

Οι ιδιότητες του αυτές τον κάνουν ιδανικό, σαν βασικό συστατικό στα παρακάτω:

- Πυράντοχα προϊόντα παντός τύπου
- Κονιοδέματα χαμηλού βάρους
- Επένδυση φούρνων
- Θερμό-ηχομόνωση
- Απορρόφηση υγρών και αερίων
- Φορείς καταλυτών και χημικών εν γένει
- Γεωπονία
- Βιομηχανία χρωμάτων και πλαστικών (γεμιστικό filler)
- Προϊόντα συσκευασίας

2. ΖΕΟΛΙΘΟΣ (zeolite)

Είναι κρυσταλλικά ενυδατωμένα αργιλοπυριτικά αλκάλια. Έχει πολύ υψηλή CEC (220-460 cmol_c/kg) και φαινομενική πυκνότητα, ΦΠ, 1,9-2,3 g/cm³. Αν θρυμματισθεί η ΦΠ των διαφόρων κλασμάτων του είναι 0,7-1,2 g/cm³. Διατηρούν τις φυσικές τους ιδιότητες και μετά τον θρυμματισμό τους. Χρησιμοποιούνται για απορρύπανση εδαφών από βαρέα μέταλλα (Stamatakis et al. 2001, Savvas and Passam, 2002).



Εικόνα 7. Τα 4 υλικά Βερμικουλίτης, Ζεόλιθος, Υγρή και Ιπτάμενη Τέφρα



Εικόνα 8. Βερμικουλίτης διογκωμένος και αδιόγκωτος

3. ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ (Bottom Ash)

Υποπροϊόν της καύσης λιγνιτικών κοιτασμάτων για παραγωγή ενέργειας. Συλλέγεται στα φίλτρα των καμινάδων των εργοστασίων στην Πτολεμαΐδα και Μεγαλόπολη.

4. ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ (Fly Ash)

Υποπροϊόν της καύσης λιγνιτικών κοιτασμάτων για παραγωγή ενέργειας. Συλλέγεται στη βάση των καμινάδων των εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Πτολεμαΐδα και Μεγαλόπολη. Χρησιμοποιείται ως υποπροϊόν σε οικοδομικές χρήσεις, ως υποκατάστατο του τσιμέντου.

Οι χρήσεις των ανωτέρω υλικών και ιδιαίτερα της ιπτάμενης και υγρής τέφρας, στη γεωργική παραγωγή και σε υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας φυτών, δεν έχουν επαρκώς αξιολογηθεί στην Ελλάδα και αλλού, με βάση την ανασκόπηση της Ελληνικής και Διεθνούς βιβλιογραφίας (Γκέρτσης, 2004).

Επίσης ένα υλικό που χρησιμοποιήθηκε μαζί με την άμμο ως βάση για το μείγμα στα 9 υποστρώματα του έργου, για να προστεθεί ποσότητα οργανικής ουσίας που απαιτείται σε κάθε βασικό υπόστρωμα, είναι η **Ξανθιά τύρφη**. Τα βασικά χαρακτηριστικά της **Ξανθιάς τύρφης** είναι: έχει ινώδη υφή και θεωρείται καλύτερης ποιότητας από την μαύρη γιατί η δομή της είναι αρκετά σταθερή, με συνέπεια η αποσύνθεσή της να λαμβάνει χώρα με αργούς ρυθμούς. Προέρχεται κυρίως από την Ρωσία, τις βαλτικές χώρες αλλά και από αρκετές άλλες βορειοευρωπαϊκές χώρες. Έχει εκτεταμένο πορώδες (90-95 % του όγκου της) με καλή αναλογία μεταξύ μικρών και μεγάλων πόρων και ως εκ τούτου διακρίνεται από μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού αλλά και επαρκή αεροπερατότητα. Έχει ικανοποιητική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, όμως στην φυσική της κατάσταση τα αρνητικά φορτία των κολλοειδών είναι κορεσμένα κυρίως με ιόντα υδρογόνου, με συνέπεια να είναι φτωχή σε θρεπτικά στοιχεία και να έχει χαμηλό pH (3,5 - 4). Γι' αυτό, στα συνθετικά μείγματα, στα οποία χρησιμοποιείται ξανθιά τύρφη σε σημαντικές ποσότητες, θα πρέπει απαραίτητα να προστίθενται ανθρακικό ασβέστιο (CaCO₃) για την ρύθμιση του pH και λιπάσματα για τον εμπλουτισμό τους με θρεπτικά στοιχεία.

Δ. Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας

Τα **ειδικότερα αντικείμενα της μεταπτυχιακής διατριβής** είναι να μελετήσει και να αξιολογήσει:

A.1. την **επίδραση των εννέα υδροπονικών υποστρωμάτων**, που προέρχονται από τα τέσσερα (4) γεωλογικά υλικά, στις φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε φυσικοχημικές ιδιότητες μειγμάτων τους με άμμο και τύρφη, για χρήση ως υδροπονικών υποστρωμάτων (μέσα ανάπτυξης) στο θερμοκήπιο

A.2. να διερευνήσει την πιθανή επίδραση των τεσσάρων εδαφοβελτιωτικών υλικών (ζεόλιθου, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας) στη **συνολική απόδοση και αριθμό σπαδικών** του γλυκού καλαμποκιού (sweet corn, ποικιλία Express F1) σε πείραμα αγρού στη περιοχή Δροσερού Γιαννιτσών, σε έκταση 0,4 ha και όξινης αντίδρασης έδαφος (pH<5,5) και

B.1 την **επίδραση δυο ημερομηνιών φύτευσης**, σε αγρονομικά χαρακτηριστικά δύο ποικιλιών πιπεριάς (*Capsicum annuum* var. Arlequin και var. Odiseo – ίδια με την P113 της προηγούμενης χρονιάς) σε υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο και σε καλλιέργεια θερμοκηπίου.

B.2 την επίδραση των παραπάνω **υποστρωμάτων** σε αγρονομικά χαρακτηριστικά (απόδοση) ποικιλίας μαρουλιού σε υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο.

B.3. την επίδραση των τεσσάρων υλικών σε φυσικοχημικές ιδιότητες μειγμάτων τους με άμμο και τύρφη, για χρήση ως υδροπονικών υποστρωμάτων (μέσα ανάπτυξης) σε καλλιέργεια φράουλας (*Fragaria anannassas* var. Temptation) σε θερμοκήπιο.

Ε. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Έρευνα στο Θερμοκήπιο.

1. Πιπεριά

Για αυτό το πειραματικό τμήμα του Ερευνητικού Έργου (πειράματα σε θερμοκήπιο) , εγκαταστάθηκε στο υάλινο θερμοκήπιο του ΑΤΕΙ-Θ, του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής τον Ιανουάριο του 2006 πειραματικό με δοχεία (γλάστρες) για την αξιολόγηση των τεσσάρων υλικών. Τα πειραματικά δοχεία αποτελούν οι 720 πλαστικές γλάστρες χωρητικότητας 15 liters (Εικόνα 1) διαστάσεων 28 cm (διάμετρος) X 28 cm (ύψος) και χρώματος μαύρου.

Στη βάση κάθε γλάστρας τοποθετήθηκε ένα στρώμα χαλίκι (από κοσκίνισμα χονδρής άμμου) διαμέτρου 0,5-2 cm, για να επιτευχθεί βέλτιστη στράγγιση. Κατόπιν τοποθετήθηκε σε κάθε γλάστρα το υπόστρωμα των εννέα πειραματικών μεταχειρίσεων (Πίνακας 1), το οποίο αναμίχθηκε με ειδικό βενζινοκίνητο αναμείκτη την πρώτη χρονιά εφαρμογής (2004) για ομοιόμορφη κατανομή των υλικών ανάμιξης.

Πίνακας 1. Τα υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν στο πειραματικό έργο.

1.	M =Μάρτυρας (μείγμα άμμου+ξανθιάς τύρφης 4:1 ο/ο)
2.	Z 10:1 (μείγμα M και Ζεόλιθου 10:1 ο/ο)
3.	Z 5:1 (μείγμα M και Ζεόλιθου 5:1 ο/ο)
4.	B 10:1 (μείγμα M και Βερμικουλίτη 10:1 ο/ο)
5.	B 5:1 (μείγμα M και Βερμικουλίτη 5:1 ο/ο)
6.	IT 10:1 (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 10:1 ο/ο)
7.	IT 5:1 (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 5:1 ο/ο)
8.	YT 10:1 (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 10:1 ο/ο)
9.	YT 5:1 (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 5:1 ο/ο)

Επομένως μέσα σε κάθε επανάληψη υπάρχουν 90 (ενενήντα) γλάστρες και από τις δυο ποικιλίες ή 45 γλάστρες από κάθε ποικιλία.

Για τις τέσσερις επαναλήψεις του πειράματος, σε κάθε πλευρά του Θερμοκηπίου φυτεύτηκαν 360 γλάστρες και συνολικά 720 γλάστρες και στις δύο πλευρές. Η διαφορά μεταξύ των δύο πλευρών ήταν ο διαφορετικός προέλευσης ζεόλιθος. Παρόλα αυτά, από προκαταρκτικές μετρήσεις που έγιναν (Γκέρτσας, 2004), διαπιστώθηκε ότι οι δύο τύποι ζεόλιθου δεν διαφέρουν σε βασικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους και έτσι, για τις πειραματικές ανάγκες, μπορούν να θεωρηθούν ως στατιστικά «ισότιμες» οι δύο πλευρές, και να γίνουν αναλύσεις στο πείραμα στη μία ή στην άλλη μόνο πλευρά ή να θεωρηθεί ότι υπάρχουν δύο ανεξάρτητα πειράματα. Στην πλευρά Α φυτεύτηκαν σπορόφυτα (10 Μαρτίου 2006) που αναπτύχθηκαν από εταιρεία και στην πλευρά Β φυτεύτηκαν (3 Απριλίου 2006) σπορόφυτα που αναπτύχθηκαν σε jiffy pots (διογκωμένη τύρφη). Φωτογραφίες περιλαμβάνονται στο Παράρτημα 1.

Οι γλάστρες τοποθετήθηκαν σε σειρές όπως φαίνεται στο Πειραματικό σχέδιο (Παράρτημα 2). Τα φυτάρια πιπεριάς τοποθετήθηκαν στο κέντρο κάθε γλάστρας και κατόπιν εγκαταστάθηκε το σύστημα στάγδην άρδευσης-λίπανσης. Οι σταλάκτες παρέχουν ποσότητα νερού 2 l/hr. Το σύστημα υδρολίπανσης συνδέθηκε με προγραμματιστή, που ρυθμίζεται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και τις υδατικές ανάγκες κάθε περιόδου. Οι υδατικές ανάγκες εκτιμώνται από μετεωρολογικά δεδομένα που συλλέγονται από ειδικούς καταγραφείς (HOBO-Παράρτημα 3) προγραμματισμένους να μετρούν κάθε 1 ώρα. Τα δεδομένα εισάγονται σε Η/Υ ανά εβδομάδα και επεξεργάζονται για να εκτιμηθεί η εξατμισοδιαπνοή (ET) των φυτών.

Οι γλάστρες ποτίσθηκαν μηχανικά στην αρχή (αρχική άρδευση ισορροπίας-ομοιομορφίας) και εφαρμόστηκε συστηματικό μυκητοκτόνο (Previcur) μέσω του συστήματος υδρολίπανσης για προληπτική καταπολέμηση ασθενειών

Στα υποστρώματα μετρήθηκαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Υγρασία , κατ' όγκο ($\theta_v - m^3/m^3$)
2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα -Electrical Conductivity-EC (dS/m)
3. Θερμοκρασία ($^{\circ}C$) σε βάθος 5-10 cm

Στα ανεπτυγμένα φυτά μετρήθηκαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Ποσοστό χλωροφύλλης των φύλλων (με το χλωροφυλλόμετρο SPAD 502 της MINOLTA)
2. Απόδοση (σε διάφορα χρονικά διαστήματα μετρήθηκε το συνολικό βάρος καρπών/ 5 γλάστρες και ο συνολικός αριθμός καρπών/5 γλάστρες/επανάληψη)

Σε καθημερινή βάση έγιναν παρατηρήσεις για προσβολές από φυτικούς εχθρούς και ασθένειες και εφαρμοζόταν φυτοπροστατευτικές ουσίες σε περίπτωση ισχυρής προσβολής μόνο (σύστημα μειωμένων εισροών).

Η λίπανση των φυτών εφαρμοζόταν κάθε εβδομάδα με ειδικά υδατοδιαλυτά λιπάσματα (σε υγρή και στερεή μορφή).

Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έγινε με το λογισμικό *JMP-IN* version 5.1 (A BUSINESS UNIT OF SAS Copyright © 1989 - 2003 SAS Institute Inc.) και τα πλήρη αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω σε επόμενο κεφάλαιο.

2. Μαρούλι

Για αυτό το πειραματικό τμήμα του Ερευνητικού Έργου, εγκαταστάθηκε στο υάλινο θερμοκήπιο του ΑΤΕΙ-Θ, του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής τον Μάρτιο του 2004 και 2005 πειραματικό με δοχεία (γλάστρες) για την αξιολόγηση των τεσσάρων υλικών. Τα πειραματικά δοχεία αποτελούν οι πλαστικές γλάστρες χωρητικότητας 15 liters διαστάσεων 28 cm (διάμετρος) X 28 cm (ύψος) και χρώματος μαύρου.

Στη βάση κάθε γλάστρας τοποθετήθηκε ένα στρώμα χαλίκι (από κοσκίνισμα χονδρής άμμου) διαμέτρου 0,5-2 cm, για να επιτευχθεί βέλτιστη στράγγιση. Κατόπιν τοποθετήθηκε σε κάθε γλάστρα το υπόστρωμα των εννέα πειραματικών μεταχειρίσεων το οποίο αναμίχθηκε με ειδικό βενζινοκίνητο αναμείκτη χωρητικότητας 100 λίτρων για ομοιόμορφη κατανομή των υλικών ανάμιξης.

Τα εννέα (9) υποστρώματα/μεταχειρίσεις που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα παρακάτω :

1. **M**=Μάρτυρας (μείγμα άμμου+ξανθιάς τύρφης 4:1 ο/ο)
2. **Z 10:1** (μείγμα M και Ζεόλιθου 10:1 ο/ο)
3. **Z 5:1** (μείγμα M και Ζεόλιθου 5:1 ο/ο)
4. **B 5:1** (μείγμα M και Βερμικουλίτη 5:1 ο/ο)
5. **B 10:1** (μείγμα M και Βερμικουλίτη 10:1 ο/ο)
6. **IT 10:1** (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 10:1 ο/ο)
7. **IT 20:1** (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 20:1 ο/ο)
8. **YT 20:1** (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 20:1 ο/ο)
9. **YT 10:1** (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 10:1 ο/ο)

Μέσα σε κάθε επανάληψη υπάρχουν 90 (ενενήντα) γλάστρες που αποτελούν τις 9 μεταχειρίσεις και 10 υπό-δείγματα κάθε μεταχείρισης. Συνολικά, και για τις 4 (τέσσερις) επαναλήψεις του πειράματος, φυτεύτηκαν 360 γλάστρες.

Τα χαρακτηριστικά ποικιλίας μαρουλιού (*Lactuca sativa*), από την αναγραφή στο φάκελο σπόρου που χρησιμοποιήθηκε, είναι (Παράρτημα 1-φωτογραφίες):

Ποικιλία **Verde Degli Ortolani**. Τύπου ρωμάνα (Longifolia), όρθια, κλειστή, ογκώδης και συμπαγής, σκουροπράσινου χρώματος, σπόρος άσπρος, καλή αντοχή στο ξεβλάστωμα, σπορά άνοιξη έως φθινόπωρο, συγκομιδή σε 90 ημέρες , σε αποστάσεις 25 X 20 cm.

Η σπορά έγινε τον Σεπτέμβριο 2004, τα νεαρά σπορόφυτα μαρουλιού μεταφυτεύθηκαν στις 2-11-2004, με ύψος φυτών περίπου 12-17 cm και η τελική συγκομιδή (από τις σειρές Νο. 1- Νο.6) έγινε στις 2-2-2005. Η προηγούμενη συγκομιδή των 4 σειρών (Νο. 7- Νο.10) που εφαρμόσθηκαν επιπλέον δύο διαφορετικά λιπάσματα έγινε στις 14-1-2005, λόγω της εντονότερης ανάπτυξης τους που προκλήθηκε από την επιπλέον λίπανση.

Η προηγούμενη καλλιέργεια στις γλάστρες ήταν δύο υβρίδια πιπεριάς, «Arlequin» και «P - 113». Η καλλιέργεια αυτή τερματίστηκε (μετρήθηκε η τελευταία δόση απόδοσης και ξεριζώθηκε) στις 2 Νοεμβρίου 2004, ενώ την ίδια ημερομηνία εγκαταστάθηκε η καλλιέργεια μαρουλιού, ποικιλίας «Verde degli ortolani». Η σπορά είχε γίνει σε πολλαπλασιαστικούς δίσκους τον Σεπτεμβρίου 2004, ενώ η μεταφύτευση σε πλαστικά κυπελάκια έγινε στις 14 Οκτωβρίου 2004 και η τελική μεταφύτευσή τους στις γλάστρες στις 2 Νοεμβρίου 2005. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε, τόσο στους πολλαπλασιαστικούς δίσκους όσο και στα κυπελάκια κατά τη μεταφύτευση, ήταν μείγμα άμμου, τύρφης και βερμικουλίτη (σε διογκωμένη μορφή) και σε αναλογία 1:1:1 ο/ο. Τα φυτά φυτεύτηκαν με μικρή μπάλα υποστρώματος και έγινε αμέσως άρδευση για περιορισμό της μεταφυτευτικής καταπόνησης (σοκ μεταφύτευσης).

Στις 29 Νοεμβρίου 2004 και ενώ τα φυτά είχαν περίπου ομοιόμορφη ανάπτυξη, εφαρμόστηκε επιφανειακή λίπανση **μόνο στα 4** τελευταία υπό-δείγματα (σειρές) κάθε μεταχείρισης. Για την έβδομη και όγδοη σειρά χρησιμοποιήθηκε το λίπασμα 28-14-0, της ΒΦΛ (Βιομηχανίας Φωσφορικών Λιπασμάτων) ενώ για την ένατη και δέκατη σειρά χρησιμοποιήθηκε το λίπασμα 14-7-14-(14S)+5 MgO+Ιχνοστοιχεία (Μαγνηφέρτ), σε ποσότητες περίπου 10 cm³

(περίπου μια κουταλιά σούπας) ανά γλάστρα. Οι τέσσερις αυτές σειρές παρουσίασαν ταχύτερους ρυθμούς ανάπτυξης σε σχέση με τις υπόλοιπες σειρές και πολύ καλή ομοιομορφία. Για το λόγο αυτό συγκομίσθηκαν 2 περίπου εβδομάδες νωρίτερα, δηλαδή στις 14 Ιανουαρίου 2005. Την ίδια ημερομηνία εφαρμόστηκε επιφανειακή λίπανση (στη μισή ποσότητα από τις προηγούμενες) με το λίπασμα 28-14-0 στα υπόλοιπα 6 δείγματα για ενίσχυση της ανάπτυξής τους, τα οποία συγκομίσθηκαν στις 2 Φεβρουαρίου 2005.

Οι γλάστρες τοποθετήθηκαν σε σειρές όπως φαίνεται στο Πειραματικό σχέδιο (Παράρτημα 2). Τα φυτάρια μαρουλιού τοποθετήθηκαν στο κέντρο κάθε γλάστρας στο εγκαταστημένο σύστημα στάγδην άρδευσης-λίπανσης. Οι σταλάκτες παρέχουν ποσότητα νερού 2 l/hr. Το σύστημα υδρολίπανσης συνδέθηκε με προγραμματιστή, που ρυθμίζεται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και τις υδατικές ανάγκες κάθε περιόδου. Η υδρολίπανση γινόταν κάθε 6-7 ημέρες. Οι υδατικές ανάγκες εκτιμώνται από μετεωρολογικά δεδομένα που συλλέγονται από ειδικούς καταγραφείς (HOBO-Παράρτημα 3) προγραμματισμένους να μετρούν τις συνθήκες κάθε 1 ώρα.

Οι γλάστρες ποτίσθηκαν μηχανικά στην αρχή (αρχική άρδευση ισορροπίας-ομοιομορφίας) και εφαρμόστηκε συστηματικό μυκητοκτόνο (Previcur) μέσω του συστήματος υδρολίπανσης για προληπτική καταπολέμηση ασθενειών.

Στα υποστρώματα και σε βάθος 5-10 cm, μετρήθηκαν με το όργανο W.E.T. τα παρακάτω χαρακτηριστικά, σε δύο χρονικές περιόδους για διερεύνηση της τάσης μεταβολής των ιδιοτήτων και όχι της έντασης μεταβολής τους.

1. Υγρασία, κατ' όγκο (θ_v - m^3/m^3)
2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα -Electrical Conductivity-EC (dS/m)
3. Θερμοκρασία ($^{\circ}C$)

Στα ανεπτυγμένα φυτά μετρήθηκε το παρακάτω αγρονομικό χαρακτηριστικό:

4. Απόδοση (φρέσκο βάρος φύλλων)

Σε καθημερινή βάση έγιναν παρατηρήσεις για προσβολές από φυτικούς εχθρούς και ασθένειες. **Δεν εφαρμόστηκε καμία φυτοπροστατευτική ουσία, διότι δεν παρατηρήθηκε σημαντικό πρόβλημα.** Η υδρολίπανση των φυτών εφαρμοζόταν κάθε εβδομάδα με ειδικά υδατοδιαλυτά λιπάσματα (σε υγρή και στερεή μορφή).

Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έγινε με το λογισμικό *JMP-IN* version 5.1 (A BUSINESS UNIT OF SAS Copyright © 1989 - 2003 SAS Institute Inc.) με βάση το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε και η σύγκριση των μέσων όρων των υποστρωμάτων έγινε με το κριτήριο student's -t.

3. Φράουλα

Για αυτό το πειραματικό τμήμα του Ερευνητικού Έργου, εγκαταστάθηκε στο υάλινο θερμοκήπιο του ΑΤΕΙ-Θ, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής τον Μάρτιο του 2004 πειραματικό με δοχεία (γλάστρες) για την αξιολόγηση των τεσσάρων υλικών. Τα πειραματικά δοχεία αποτελούν οι πλαστικές γλάστρες χωρητικότητας 15 liters (Εικόνα 1) διαστάσεων 28 cm (διάμετρος) X 28 cm (ύψος) και χρώματος μαύρου.

Στη βάση κάθε γλάστρας τοποθετήθηκε ένα στρώμα χαλίκι (από κοσκίνισμα χονδρής άμμου) διαμέτρου 0,5-2 cm, για να επιτευχθεί βέλτιστη στράγγιση. Κατόπιν τοποθετήθηκε σε κάθε γλάστρα το υπόστρωμα των εννέα πειραματικών μεταχειρίσεων (Πίνακας 1), το οποίο αναμίχθηκε με ειδικό βενζινοκίνητο αναμείκτη (μπετονιέρα) για ομοιόμορφη κατανομή των υλικών ανάμιξης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Οι μεταχειρίσεις ήταν οι εξής:

1. M=Μάρτυρας (μείγμα άμμου+ξανθιάς τύρφης 4:1 ο/ο)
2. Z 10:1 (μείγμα M και Ζεόλιθου 10:1 ο/ο)
3. Z 5:1 (μείγμα M και Ζεόλιθου 5:1 ο/ο)
4. B 10:1 (μείγμα M και Βερμικουλίτη 10:1 ο/ο)
5. B 5:1 (μείγμα M και Βερμικουλίτη 5:1 ο/ο)
6. IT 10:1 (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 10:1 ο/ο)
7. IT 5:1 (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 5:1 ο/ο)
8. YT 10:1 (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 10:1 ο/ο)
9. YT 5:1 (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 5:1 ο/ο)

Οι γλάστρες τοποθετήθηκαν σε σειρές όπως φαίνεται στο Πειραματικό σχέδιο (Εικόνα 2). Τα φυτάρια φράουλας τοποθετήθηκαν στο κέντρο κάθε γλάστρας και κατόπιν εγκαταστάθηκε το σύστημα στάγδην άρδευσης-λίπανσης. Οι σταλάκτες παρέχουν ποσότητα νερού 2 l/hr. Το σύστημα υδρολίπανσης συνδέθηκε με προγραμματιστή, που ρυθμίζεται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και τις υδατικές ανάγκες κάθε περιόδου. Οι υδατικές ανάγκες εκτιμώνται από

μετεωρολογικά δεδομένα που συλλέγονται από ειδικούς καταγραφείς (HOBO-Εικόνα 3) προγραμματισμένους να μετρούν κάθε 1 ώρα. Τα δεδομένα εισάγονται σε Η/Υ ανά εβδομάδα και επεξεργάζονται για να εκτιμηθεί η εξατμισοδιαπνοή (ET) των φυτών.

Οι γλάστρες ποτίσθηκαν μηχανικά στην αρχή (αρχική άρδευση ισορροπίας-ομοιομορφίας) και εφαρμόστηκε συστηματικό μυκητοκτόνο (Previcur) μέσω του συστήματος υδρολίπανσης για προληπτική καταπολέμηση ασθενειών

Στα υποστρώματα μετρήθηκαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Υγρασία , κατ' όγκο ($\theta_v - m^3/m^3$)
2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα -Electrical Conductivity-EC (dS/m)
3. Θερμοκρασία ($^{\circ}C$) σε βάθος 5-10 cm
4. Η φαινομενική πυκνότητά τους ($D_b - Mg/m^3$)
5. Η χημική αντίδραση (pH - moles H^+/l)

Στα ανεπτυγμένα φυτά μετρήθηκαν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Ποσοστό χλωροφύλλης των φύλλων (με το χλωροφυλλόμετρο SPAD 502 της MINOLTA)

Δεν μετρήθηκε Απόδοση καρπών λόγω προβλήματος με τις Θερμοκρασίες.

Σε καθημερινή βάση έγιναν παρατηρήσεις για προσβολές από φυτικούς εχθρούς και ασθένειες και εφαρμοζόταν φυτοπροστατευτικές ουσίες σε περίπτωση ισχυρής προσβολής μόνο (σύστημα μειωμένων εισροών).

Η λίπανση των φυτών εφαρμοζόταν κάθε εβδομάδα με ειδικά υδατοδιαλυτά λιπάσματα (σε υγρή και στερεή μορφή).

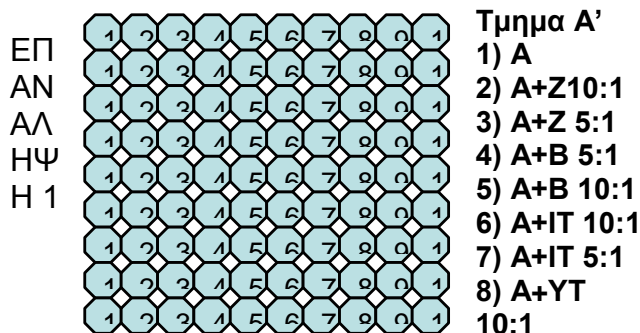
Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων έγινε με το λογισμικό *JMP-IN* version 5.1 (A BUSINESS UNIT OF SAS Copyright © 1989 - 2003 SAS Institute Inc.).

Εικόνα 2. Πειραματικό σχέδιο θερμοκηπίου

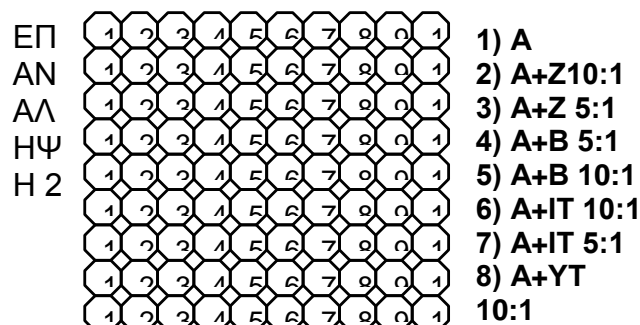
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ 2004

Φράουλες (ποικιλία Temptation)

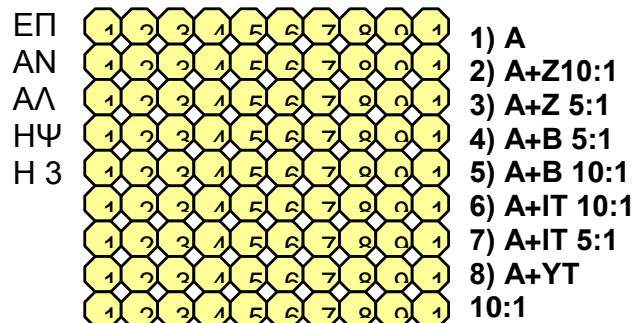
Κάθε κύκλος αντιστοιχεί σε μια γλάστρα 15 λίτρων



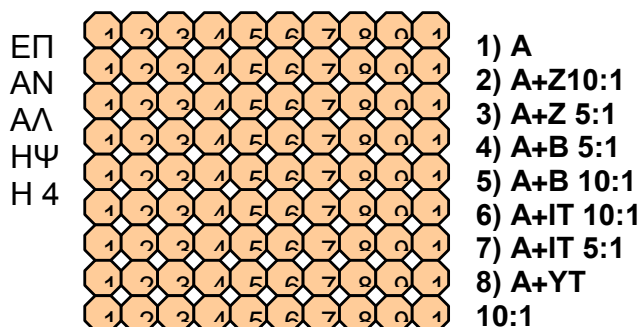
- Τμήμα Α'
- 1) Α
 - 2) Α+Ζ10:1
 - 3) Α+Ζ 5:1
 - 4) Α+Β 5:1
 - 5) Α+Β 10:1
 - 6) Α+ΙΤ 10:1
 - 7) Α+ΙΤ 5:1
 - 8) Α+ΥΤ 10:1



- 1) Α
- 2) Α+Ζ10:1
- 3) Α+Ζ 5:1
- 4) Α+Β 5:1
- 5) Α+Β 10:1
- 6) Α+ΙΤ 10:1
- 7) Α+ΙΤ 5:1
- 8) Α+ΥΤ 10:1



- 1) Α
- 2) Α+Ζ10:1
- 3) Α+Ζ 5:1
- 4) Α+Β 5:1
- 5) Α+Β 10:1
- 6) Α+ΙΤ 10:1
- 7) Α+ΙΤ 5:1
- 8) Α+ΥΤ 10:1



- 1) Α
- 2) Α+Ζ10:1
- 3) Α+Ζ 5:1
- 4) Α+Β 5:1
- 5) Α+Β 10:1
- 6) Α+ΙΤ 10:1
- 7) Α+ΙΤ 5:1
- 8) Α+ΥΤ 10:1

Κωδικοί:

Α = Αμμος+Τύρφη (4:1 ο/ο)

Ζ = Ζεόλιθος

Β = Βερμικουλίτης

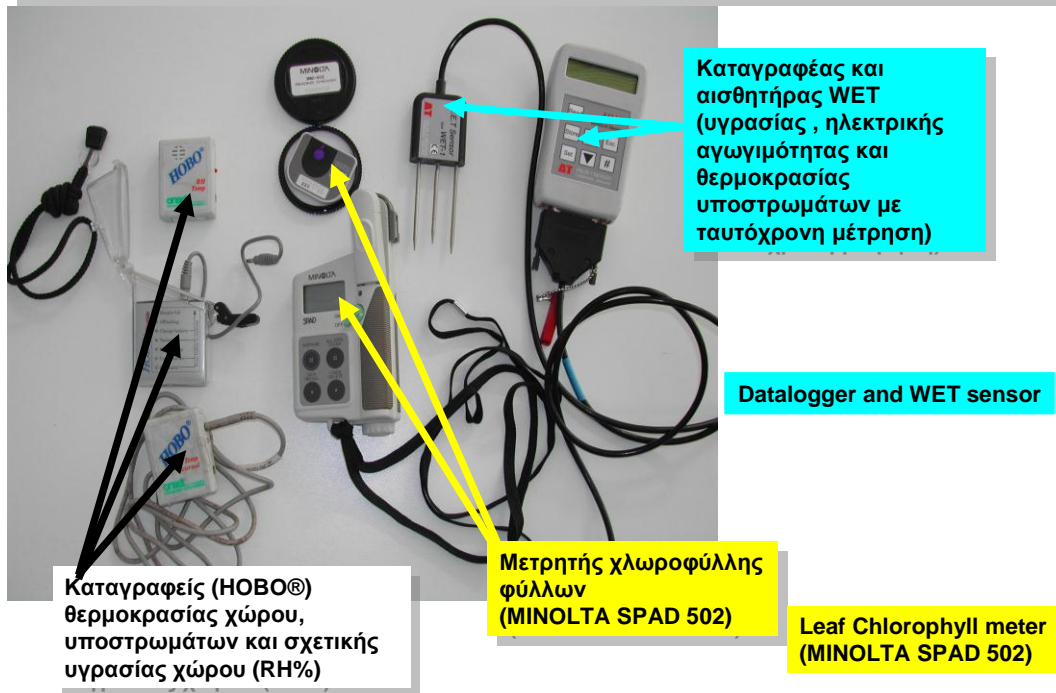
ΥΤ = Υγρή Τέφρα

ΙΤ = Ιπτάμενη Τέφρα

Σημείωση:

10:1 ή 5:1 σημαίνει μείγματα (υποστρώματα) από 10 ή 5 μέρη (όγκοι) του Α και 1 μέρος (όγκος) των υλικών Ζ, Β, ΙΤ και ΥΤ.

Μέρος του επιστημονικού εξοπλισμού μετρήσεων- Part of scientific equipment used.



HOBO dataloggers (air and substrate temperature and relative humidity =RH%)

Εικόνα 3. όργανα μέτρησης HOBO

Έρευνα σε αγρούς.

4. Γλυκό καλαμπόκι

Χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία (υβρίδιο) Express F1 (αμερικανικής προέλευσης), σε έκταση 4 στρεμμάτων (0,4 ha) και όξινης αντίδρασης ($pH < 5,5$).

Η σπορά έγινε στις 17 Απριλίου 2005 και οι δύο συγκομιδές με το χέρι στις 17 και 20 Ιουλίου 2005. Φωτογραφίες από την σπορά, την άρδευση και άλλα στάδια της καλλιέργειας παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

Συγκομίσθηκαν με το χέρι οι σπάδικες των δύο μεσαίων (από τις 4 συνολικά γραμμές σποράς κάθε τεμαχίου) και ζυγίσθηκαν αμέσως με ζυγαριά αγρού (διακριτικής ικανότητας 5 g).

Το πειραματικό σχέδιο ήταν τυχαίοποιημένα υπό-τεμάχια. Κύρια τυχαίοποιημένα τεμάχια ήταν τα 4 υλικά και υπό-τεμάχια σε κάθε υλικό οι 3 δόσεις (0=Μάρτυρας, 45 και 90 λίτρα υλικού/τεμάχιο), Το υλικό διαμοιράστηκε με το χέρι σε κάθε τεμάχιο και μετά ενσωματώθηκε με ελαφρύ σκάλισμα. Κάθε τεμάχιο είχε διαστάσεις 20 m μήκος και 3,2 m πλάτος και υπήρχαν περιθώρια (διάδρομοι) πλάτους 2 m μεταξύ των 4 επαναλήψεων και των κυρίων τεμαχίων σε κάθε επανάληψη. Σύνολο πειραματικών τεμαχίων =48 (4 υλικά X 3 δόσεις X 4 επαναλήψεις).

Στη διάρκεια της καλλιέργειας δεν εφαρμόστηκαν φυτοπροστατευτικές ουσίες (εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα), εφαρμόστηκε εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο (στάδιο 4-6 φύλλων) και λίπανση μειωμένων εισροών (16 μονάδες N) σαν βασική (πριν τη σπορά) και επιφανειακή (νιτρική αμμωνία) στη διάρκεια του σταδίου των 8-10 φύλλων..

ΣΤ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

A. Αποτελέσματα φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υποστρωμάτων

1. Πιπεριάς

Αποτελέσματα από μετρήσεις σε χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων (υγρασία, Ηλεκτρική Αγωγιμότητα-EC, και θερμοκρασία) παρουσιάζονται στους Πίνακες 2-7 ως ο μέσος όρος (5 υποδείγματα X 4 επαναλήψεις=20 μετρήσεις/υπόστρωμα) και για τις δύο ποικιλίες πιπεριάς.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους Πίνακες 2-7 ακολουθούν την εξής διάταξη:

Οι μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα στους παρακάτω Πίνακες, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο $\alpha=0,05$.

Οι κωδικοί σε όλους τους Πίνακες προέρχονται από τα αρχικά κάθε υλικού και την αναλογία του με τον μάρτυρα (Control), π.χ. YT 10-1 σημαίνει: Μάρτυρας και Υγρή Τέφρα, σε αναλογία όγκων 10:1.

Οι παρουσιάση των αποτελεσμάτων έγινε με αύξουσα και σημαντική σειρά.

Κωδικοί των μεταχειρίσεων

1. M =Μάρτυρας (μείγμα άμμου+ξανθιάς τύρφης 4:1 ο/ο)
2. Z 10:1 (μείγμα M και Ζεόλιθου 10:1 ο/ο)
3. Z 5:1 (μείγμα M και Ζεόλιθου 5:1 ο/ο)
4. B 10:1 (μείγμα M και Βερμικουλίτη 10:1 ο/ο)
5. B 5:1 (μείγμα M και Βερμικουλίτη 5:1 ο/ο)
6. IT 10:1 (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 10:1 ο/ο)
7. IT 5:1 (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 5:1 ο/ο)
8. YT 10:1 (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 10:1 ο/ο)
9. YT 5:1 (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 5:1 ο/ο)

Τα αποτελέσματα συνοπτικά έδειξαν ότι:

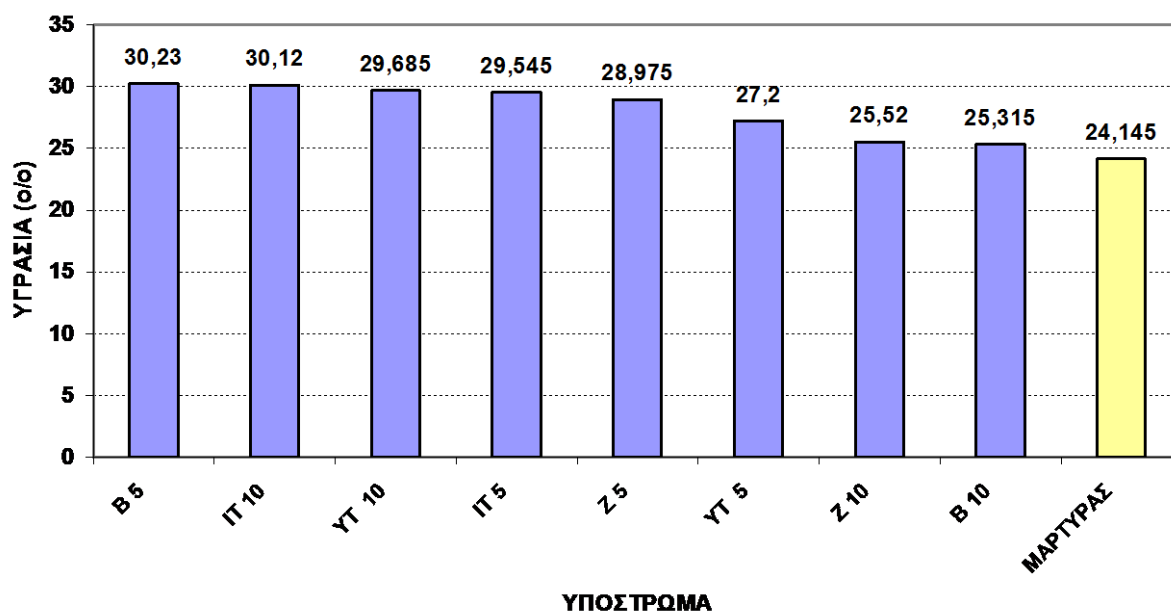
A. η υγρασία των υποστρωμάτων επηρεάσθηκε σημαντικά από τα υλικά και στις δυο ποικιλίες

Β. Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα των υποστρωμάτων επηρεάσθηκε σημαντικά από τα υλικά στην ποικιλία Άρλεκιν αλλά όχι στην Οδισέο
Γ. Η θερμοκρασία των υποστρωμάτων επηρεάσθηκε σημαντικά από τα υλικά και στις δυο ποικιλίες

Πίνακας 2. Σύγκριση μέσων όρων υγρασίας υποστρωμάτων (ο/ο).
Ποικιλία ΑΡΛΕΚΙΝ

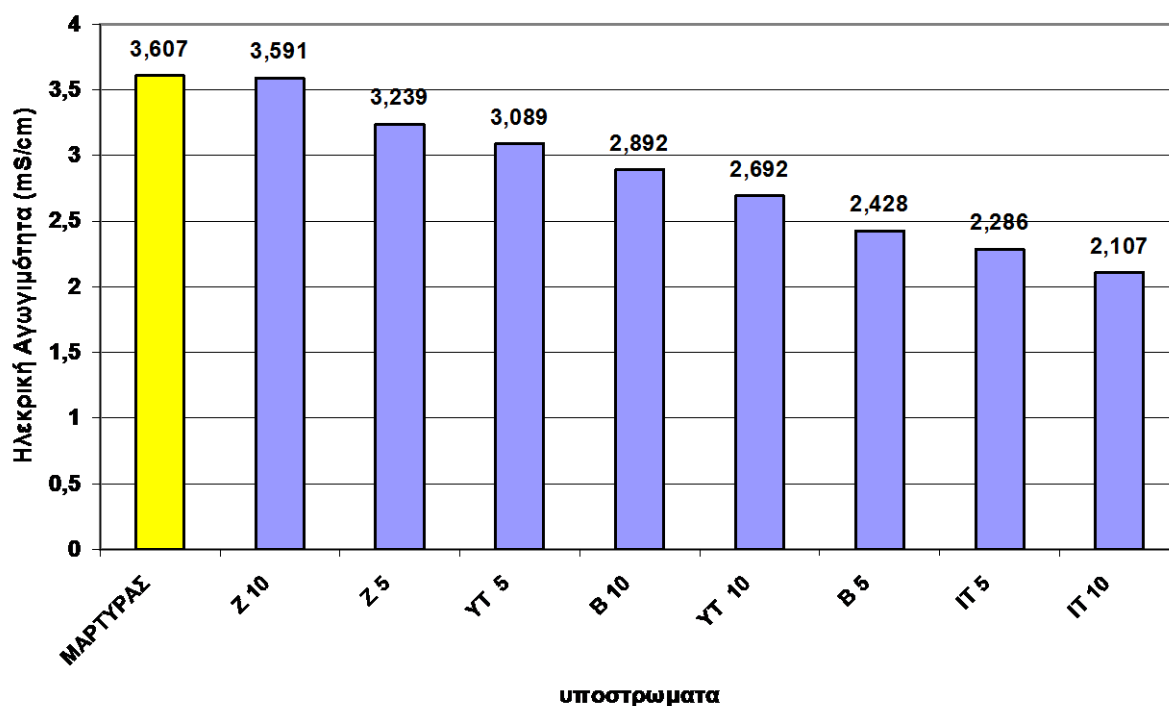
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗΣ				
4	A			30.23
6	A			30.12
8	A			29.685
7	A			29.545
3	A	B		28.975
9	A	B	C	27.2
2		B	C	25.52
5			C	25.315
1			C	24.145

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: Αρλεκιν



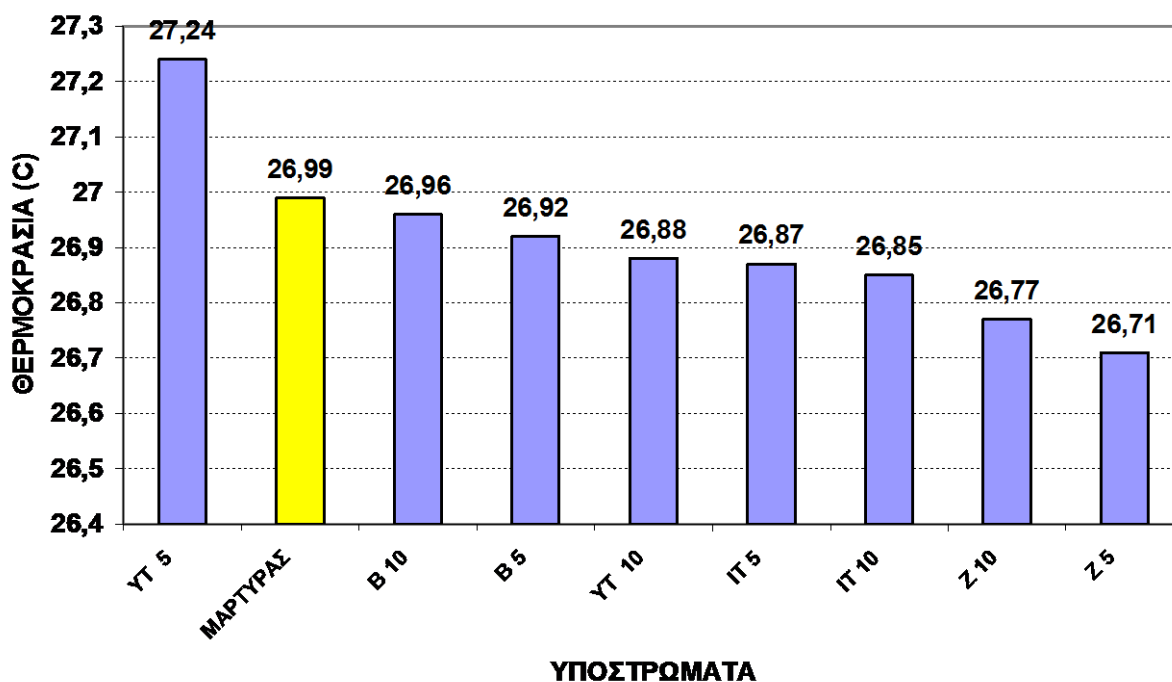
Πίνακας 3. Σύγκριση μέσων όρων Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (mS/cm) υποστρωμάτων. Ποικιλία ΑΡΛΕΚΙΝ

1	A	B				3.607
2	A					3.591
3	A	B	C			3.239
9	A	B	C	D		3.089
5	A	B	C	D	E	2.892
8		B	C	D	E	2.692
4			C	D	E	2.428
7				D	E	2.286
6					E	2.107



Πίνακας 4. Σύγκριση μέσων όρων Θερμοκρασίας (C) υποστρωμάτων. Ποικιλία ΑΡΛΕΚΙΝ

9	A		27.24
1	A	B	26.99
5	A	B	26.96
4		B	26.92
8		B	26.88
7		B	26.87
6		B	26.85
2		B	26.77
3		B	26.71

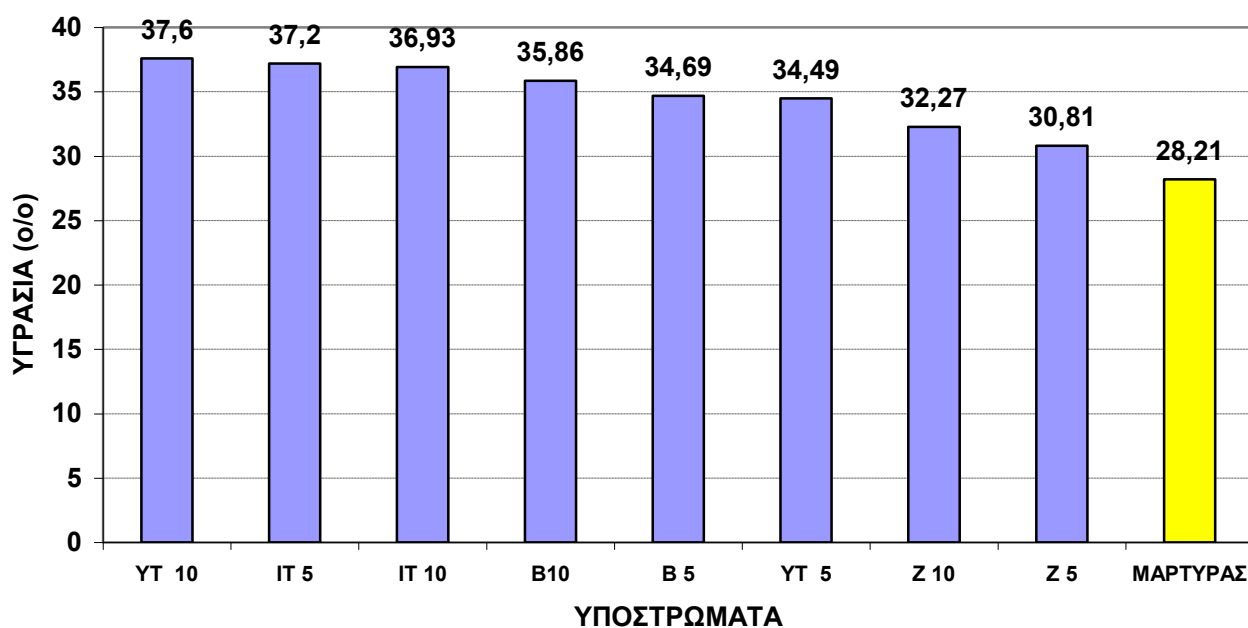


Πίνακας 5. Σύγκριση μέσων όρων υγρασίας υποστρωμάτων (ο/ο).

Ποικιλία ΟΔΙΣΕΟ

8	A				37.6
7	A				37.2
6	A				36.93
5	A	B			35.86
4	A	B	C		34.69
9	A	B	C		34.49
2		B	C		32.27
3			C	D	30.81
1				D	28.21

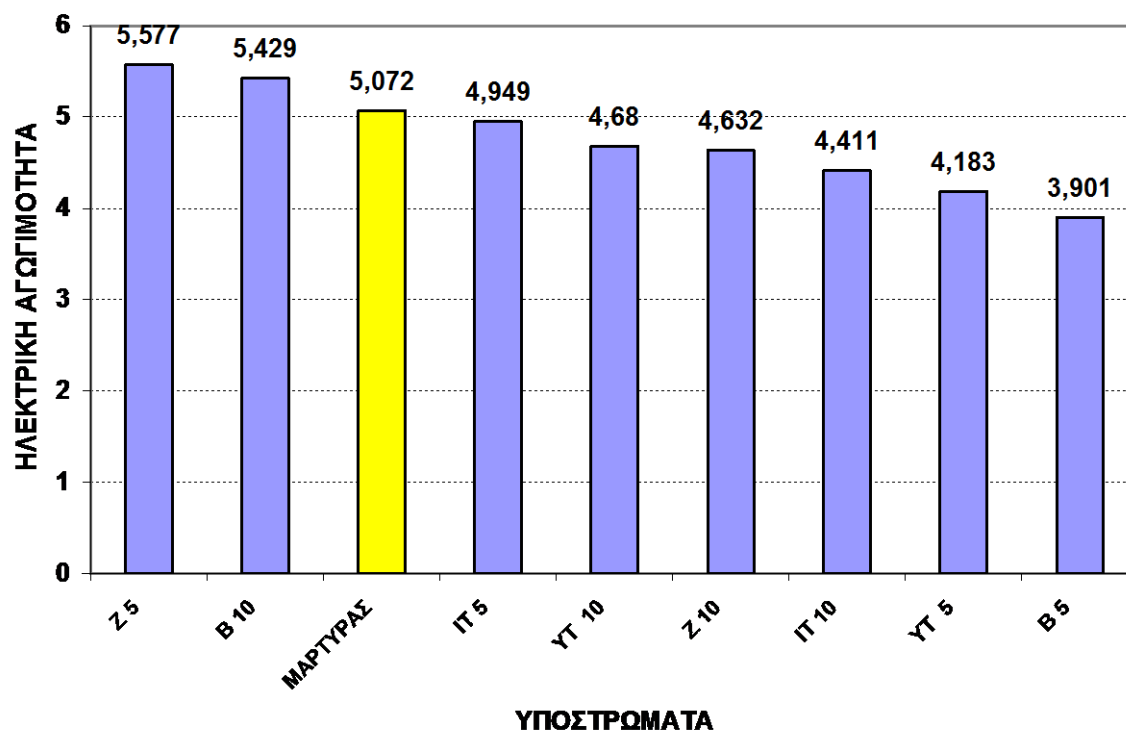
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΔΙΣΕΟ



Πίνακας 6. Σύγκριση μέσων όρων Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (mS/cm) υποστρωμάτων. Ποικιλία ΟΔΙΣΕΟ

3	A	5.577
5	A	5.429
1	A	5.072
7	A	4.949
8	A	4.68
2	A	4.632
6	A	4.411
9	A	4.183
4	A	3.901

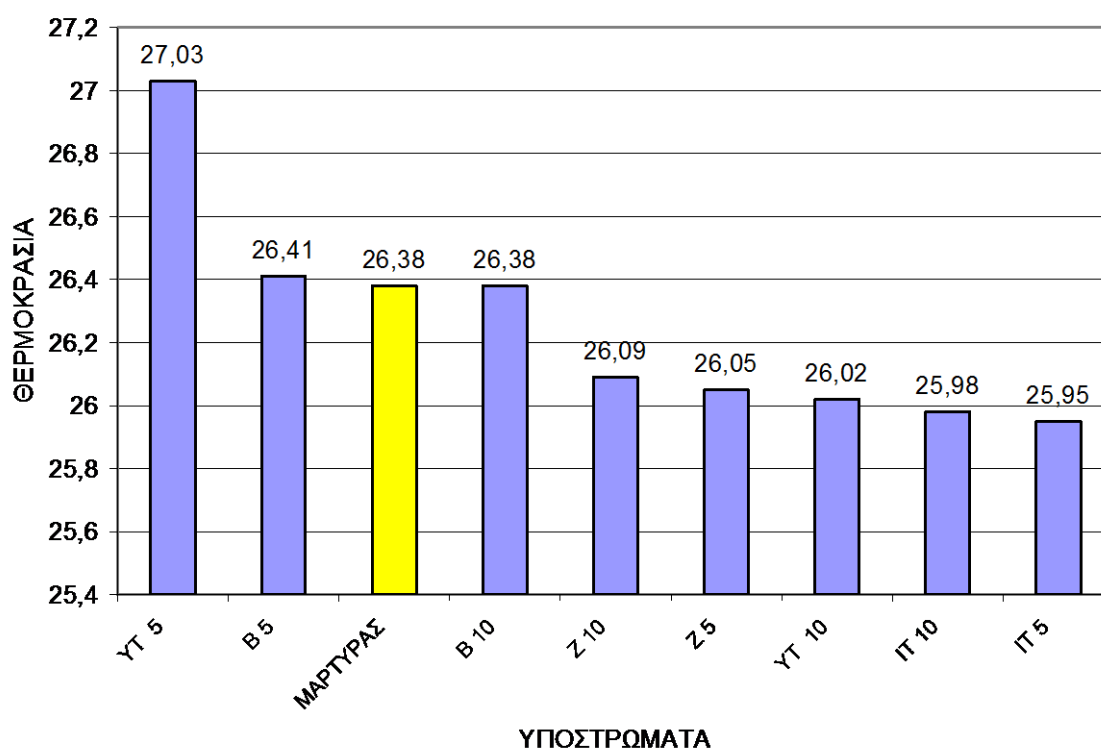
ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΔΙΣΕΟ



Πίνακας 7. Σύγκριση μέσων όρων Θερμοκρασίας (C) υποστρωμάτων. Ποικιλία ΟΔΙΣΕΟ

9	A				27.03
4		B			26.41
1		B	C		26.38
5		B	C		26.38
2		B	C	D	26.09
3			C	D	26.05
8				D	26.02
6				D	25.98
7				D	25.95

ΠΟΙΚΙΛΙΑ: ΟΔΙΣΕΟ



Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μετρήσεων το έτος 2004, για συγκριτικούς λόγους (Αβραμίδου και Γούλιαρη, 2004). Κατά το έτος 2004 έγινε η πρώτη αξιολόγηση των υλικών και αναμενόταν να διαφοροποιηθεί η επίδρασή τους στην διάρκεια των επόμενων ετών, όπως και καταγράφηκε στα αποτελέσματα της παρούσης διατριβής.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα από την μέτρηση υγρασίας υποστρωμάτων (cm^3/cm^3) στις 26-5-2004 και στατιστική ανάλυση μέσων όρων (κριτήριο t , $\alpha=0,05$).

IT 5-1	A				0,265
IT 10-1		B			0,243
YT-5-1			C		0,206
YT 10-1			C		0,206
Z 5-1				D	0,186
B 10-1				D	0,186
Z 10-1				D	0,179
B 5-1				D	0,171
CONTROL				E	0,144

Σημείωση: Μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα από την μέτρηση της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας υποστρωμάτων (mS/cm) στις 26-5-2004 και στατιστική ανάλυση μέσων όρων (κριτήριο t , $\alpha=0,05$).

IT 10-1	A				1,654
IT 5-1		B			1,452
YT 10-1			C		1,180
YT-5-1			C		1,158
CONTROL			C	D	1,024
Z 5-1				D	0,961
Z 10-1				D	0,948
B 5-1				D	0,946
B 10-1				D	0,895

Σημείωση: Μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα από την μέτρηση της Θερμοκρασίας των υποστρωμάτων ($^{\circ}\text{C}$) στις 26-5-2004 και στατιστική ανάλυση μέσων όρων (κριτήριο t , $\alpha=0,05$).

CONTROL	A				27,28
B 5-1	A				26,92
Z 10-1		B			25,43
B 10-1		B			25,37
YT-5-1		B	C		25,09
IT 10-1		B	C	D	24,91
Z 5-1		B	C	D	24,77
IT 5-1			C	D	24,28
YT 10-1				D	24,07

Σημείωση: Μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συγκράτηση υγρασίας (φυσική ιδιότητα των υποστρωμάτων) επηρεάσθηκε σημαντικά από το υλικό. Όλα τα υλικά είχαν σημαντική διαφορά από τον μάρτυρα. Ιδιαίτερα τα δύο είδη τέφρας έδωσαν τη μεγαλύτερη υδατοϊκανότητα στα υποστρώματα (Πίνακας 1), όπως επίσης και την μεγαλύτερη ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC-Πίνακας 2), χωρίς όμως να ξεπερνούν τα κρίσιμα όρια ($2 - 4 \text{ mS/cm}$) για την ανάπτυξη των περισσότερων φυτών.

Τα αποτελέσματα της θερμοκρασίας των υποστρωμάτων (Πίνακας 3) συνάδουν με το περιεχόμενο της υγρασίας τους. Έτσι, ο μάρτυρας έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά (υψηλότερη θερμοκρασία) καθότι είχε την στατιστικά μικρότερη ποσότητα υγρασίας, που επηρεάζει την θερμοαγωγιμότητα του μείγματος/υλικού.

Τα αποτελέσματα ιδιαίτερα της θερμοκρασίας του υποστρώματος, θα συνεξετασθούν σε επόμενη εργασία με τις επικρατούσες θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου (Παράρτημα 3), για να καταδειχθεί η σημαντικότητα αυτής της παραμέτρου (θερμοκρασίας του υποστρώματος) στη συνολικότερη ανάπτυξη και απόδοση των φυτών, και ιδιαίτερα σε λιγότερο θερμόφιλα φυτικά είδη που εξετάζονται στα πλαίσια αυτού του πειραματικού έργου. Η θερμοκρασία του υποστρώματος επηρεάζει σημαντικές λειτουργίες του ριζικού συστήματος και την Ηλεκτρική αγωγιμότητα του μέσου ανάπτυξης, για αυτό και θεωρείται σημαντική η καταγραφή της.

2. Μαρούλι

Τα αποτελέσματα μετρήσεων σε φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων (υγρασία, Ηλεκτρική Αγωγιμότητα-EC, και θερμοκρασία) σε **δύο στάδια ανάπτυξης των φυτών**, παρουσιάζονται στους Πίνακες 4 -6 και στα Σχήματα 4-6 για τις μετρήσεις στις 31-1-2005 (στάδιο συγκομιδής) και στους Πίνακες 7-9 και στα Σχήματα 7-9 για τις μετρήσεις στις 26-11-2005 (3 εβδομάδες μετά τη τελική μεταφύτευση στις γλάστρες).

2.1. Μετρήσεις 31 Ιανουαρίου 2005

2.1.1. Υγρασία.

Η υγρασία επηρεάστηκε σημαντικά από τα υποστρώματα (Πίνακας 4 και Σχήμα 4). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το υπόστρωμα του Μάρτυρα είχε τη μικρότερη ογκομετρική υγρασία από όλα τα υπόλοιπα υποστρώματα και η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική. Επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρξε και μεταξύ των υπολοίπων υποστρωμάτων. Τα υποστρώματα της Ιπτάμενης και Υγρής Τέφρας συγκράτησαν το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας (στατιστικά σημαντικό από τα υπόλοιπα υποστρώματα). Η διαφορά μεταξύ των υποστρωμάτων (μέγιστη-ελάχιστη) ήταν 8,4%.

2.1.2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)

Η EC επηρεάστηκε σημαντικά από τα υποστρώματα (Πίνακας 5 και Σχήμα 5). Τα υποστρώματα του Βερμικουλίτη 10:1 και του Μάρτυρα είχαν τις υψηλότερες τιμές EC και ήταν στατιστικά σημαντική η διαφορά τους από τα υπόλοιπα υποστρώματα. Οι τιμές EC που μετρήθηκαν στο στάδιο αυτό θεωρούνται αρκετά υψηλές (αλατούχο χαρακτηρίζεται έδαφος με $EC >4$ dS/m) και πιθανώς να προήλθαν από διαλυτοποίηση λιπασμάτων λόγω της εφαρμοσθείσας άρδευσης με καταιονισμό, τις προηγούμενες ημέρες ως συμπληρωματική άρδευση της καλλιέργειας.

2.1.3. Θερμοκρασία.

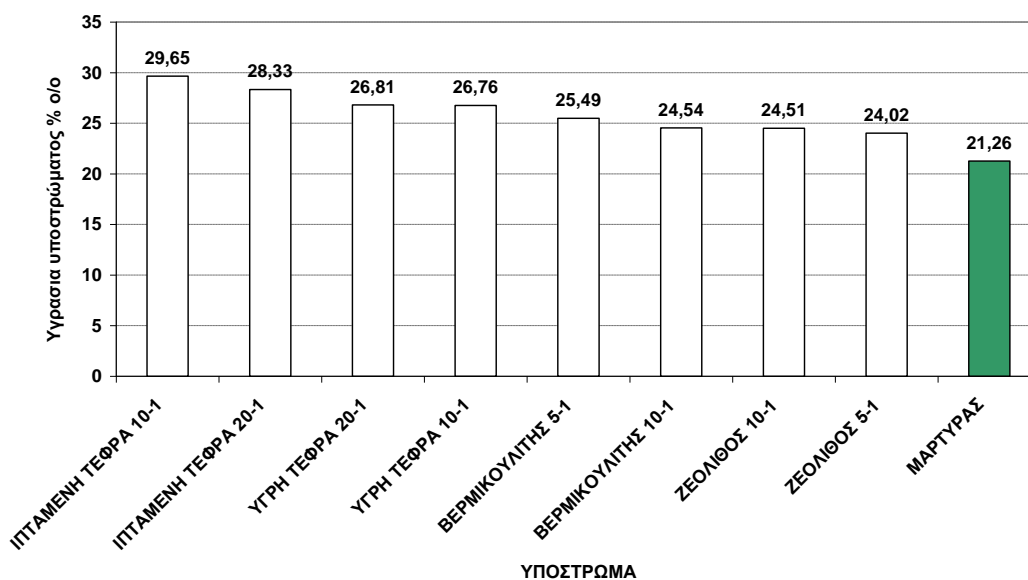
Το τρίτο χαρακτηριστικό των υποστρωμάτων που μετρήθηκε, η θερμοκρασία τους στο μέσο βάθος του ριζικού συστήματος του μαρουλιού, επηρεάστηκε και αυτό από τα υλικά των υποστρωμάτων (Πίνακας 6 και Σχήμα 6). Η διαφορά στην μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία των υποστρωμάτων ήταν περίπου 0,73 °C. Το υπόστρωμα του Ζεόλιθου 5:1 είχε τη μικρότερη θερμοκρασία και ήταν στατιστικά σημαντική η διαφορά από τα υποστρώματα της Υγρής Τέφρας 10:1 και του Βερμικουλίτη 10:1, αλλά όχι από τα υπόλοιπα υποστρώματα.

Πίνακας 4. Ποσοστό υγρασίας υποστρωμάτων και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσω όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΥΓΡΑΣΙΑ % ο/ο
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A	29,65
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A B	28,33
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	B C	26,81
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	B C	26,76
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1	C D	25,49
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10-1	D	24,54
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	D	24,51
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	D	24,02
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	E	21,26

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 4. ΥΓΡΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ % ο/ο στις 31-1-2005

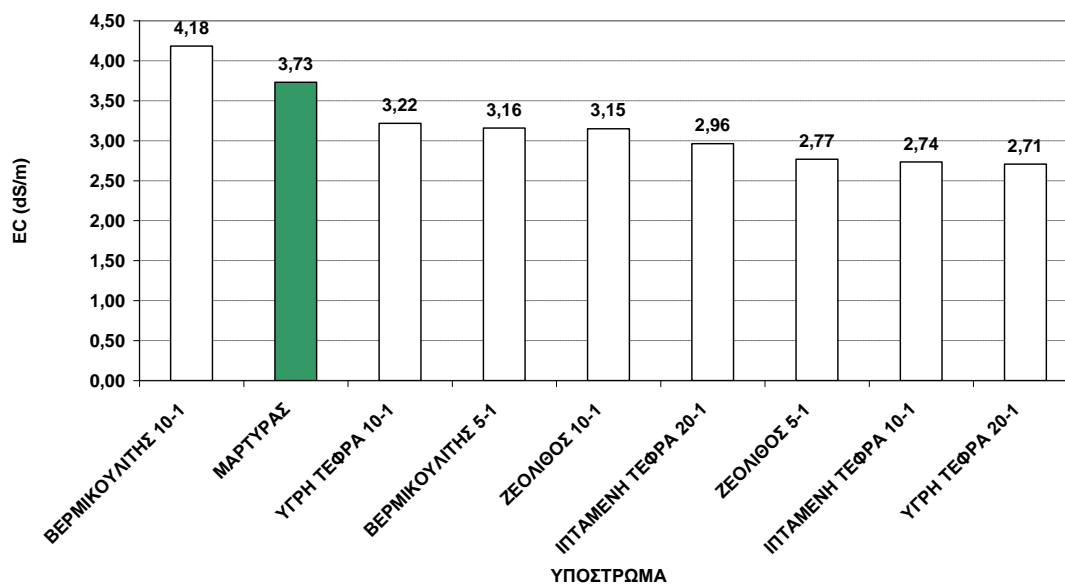


Πίνακας 5. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα υποστρωμάτων και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσω όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		EC (dS/m)
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10-1	A	4,18
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A B	3,73
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1 ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1	B C	3,22
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	B C	3,16
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	B C	2,96
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	C	2,77
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	C	2,74
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	C	2,71

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 5. EC (dS/m) στις 31-1-2005

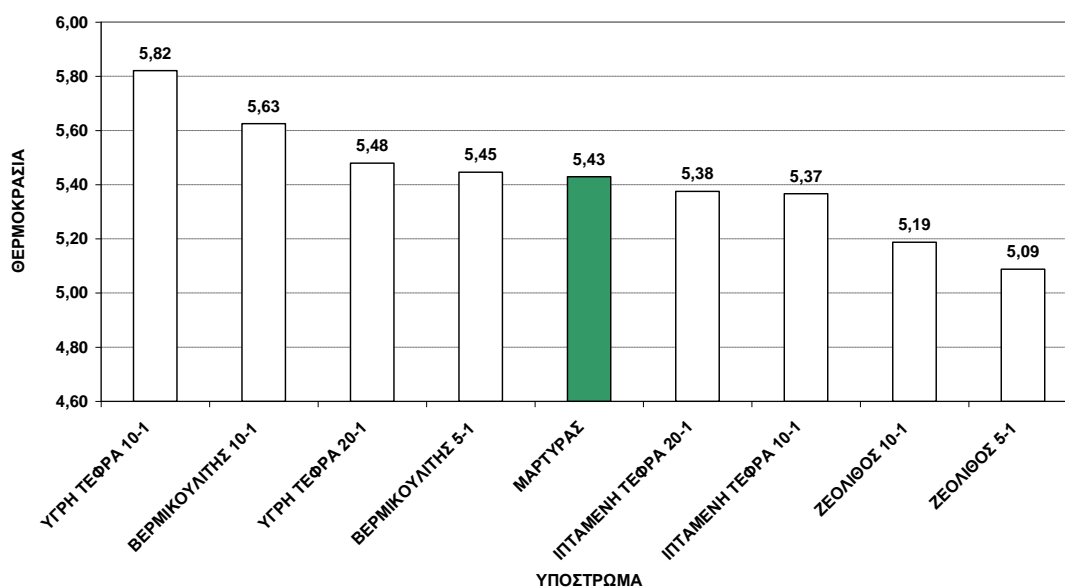


Πίνακας 6. Θερμοκρασία υποστρωμάτων και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσωσ όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)		
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A		5,82
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10-1	A B		5,63
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A B C		5,48
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1	A B C		5,45
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A B C		5,43
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A B C		5,38
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A B C		5,37
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	B C		5,19
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	C		5,09

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 6. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ



2.2. Μετρήσεις 26 Νοεμβρίου 2004

2.2.1. Υγρασία.

Η υγρασία σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, επηρεάσθηκε σημαντικά από τα υποστρώματα (Πίνακας 7 και Σχήμα 7). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το υπόστρωμα του Μάρτυρα είχε τη μικρότερη ογκομετρική υγρασία (19,09% ο/ο) από όλα τα υπόλοιπα υποστρώματα και η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική. Επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρξε και μεταξύ των υπολοίπων υποστρωμάτων. Τα υποστρώματα της Ιπτάμενης Τέφρας (10:1 και 20:1) συγκράτησαν το υψηλότερο ποσοστό υγρασίας (στατιστικά σημαντικό από τα υπόλοιπα υποστρώματα). Η διαφορά μεταξύ των υποστρωμάτων (μέγιστη-ελάχιστη) ήταν 8,1%, παρόμοια με τη διαφορά υγρασίας που παρατηρήθηκε στο στάδιο συγκομιδής (8,4%). Η τάση στα υποστρώματα που παρατηρήθηκε ήταν επίσης παρόμοια με την μέτρηση στο στάδιο συγκομιδής. Η διακύμανση της υγρασίας ήταν 19-27% και ήταν επίσης παρόμοια με την διακύμανση στο στάδιο της συγκομιδής (21%-29%).

2.2.2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)

Η EC επηρεάσθηκε σημαντικά από τα υποστρώματα (Πίνακας 8 και Σχήμα 8). Τα υποστρώματα του Βερμικουλίτη 10:1 και του Μάρτυρα είχαν τις υψηλότερες τιμές EC και ήταν στατιστικά σημαντική η διαφορά τους από τα υπόλοιπα υποστρώματα. Τα υποστρώματα της Υγρής Τέφρας 20:1 και Ιπτάμενης Τέφρας 10:1 είχαν τη χαμηλότερη αγωγιμότητα, παρόμοια τάση με αυτή που παρατηρήθηκε στο στάδιο συγκομιδής. Η διακύμανση της EC ήταν 0,9-1,15 dS/m, αρκετά χαμηλότερη από την διακύμανση στο στάδιο συγκομιδής (2,7-4,2 dSm)

2.2.3. Θερμοκρασία.

Το τρίτο χαρακτηριστικό των υποστρωμάτων που μετρήθηκε, η θερμοκρασία τους στο μέσο βάθος του ριζικού συστήματος του μαρουλιού, επηρεάστηκε και αυτό από τα υλικά των υποστρωμάτων (Πίνακας 9 και Σχήμα 9). Η διαφορά στην μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία των υποστρωμάτων ήταν περίπου 1,8 °C. Τα υποστρώματα του Ζεόλιθου 5:1 και 10:1 είχαν τη μικρότερη θερμοκρασία και ήταν στατιστικά σημαντική η διαφορά από τα υποστρώματα της Υγρής Τέφρας 10:1 και 20:1, αλλά όχι από τα υπόλοιπα υποστρώματα. Παρατηρήθηκε και για αυτό το χαρακτηριστικό παρόμοια τάση με αυτή στο στάδιο συγκομιδής.

Γενικότερα, για τα τρία σημαντικά χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων που μετρήθηκαν στα δύο στάδια ανάπτυξης των φυτών, παρατηρήθηκε η ίδια τάση, που επιβεβαιώνει την σταθερότητα των επιδράσεων των υλικών στα υποστρώματα. Η τάση που παρατηρήθηκε έδειξε ότι, σε σχέση με τα υπόλοιπα υποστρώματα:

- a. ο **Μάρτυρας συγκρατεί το μικρότερο ποσοστό υγρασίας,**
- b. ο Μάρτυρας έχει την **υψηλότερη σχετικά αγωγιμότητα** και
- c. ο Μάρτυρας έχει μια **μέση θερμοκρασία** σε σχέση με τα υπόλοιπα υποστρώματα, με την διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική στις περισσότερες περιπτώσεις, και ιδιαίτερα στην υγρασία και στην ηλεκτρική αγωγιμότητα.

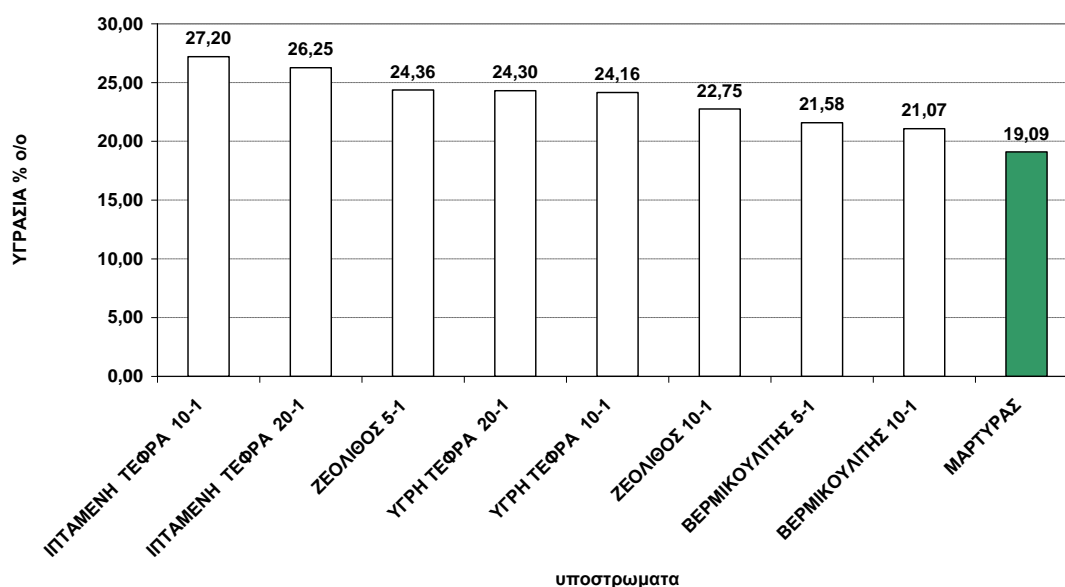
Οι ιδιότητες των υποστρωμάτων που μετρήθηκαν είναι εξαιρετικά σημαντικές για καλλιέργειες σε υδροπονικά υποστρώματα και επηρεάζουν την απόδοση των καλλιεργειών, όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα της απόδοσης.

Πίνακας 7. Ποσοστό υγρασίας υποστρωμάτων και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσω των όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ		ΥΓΡΑΣΙΑ % ο/ο
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ		
10-1	A	27,20
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ		
20-1	A	26,25
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	B	24,36
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	B	24,30
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	B C	24,16
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	C D	22,75
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1		
1	D E	21,58
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ		
10-1	E	21,07
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	F	19,09

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 7. ΥΓΡΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ 26-11-2004

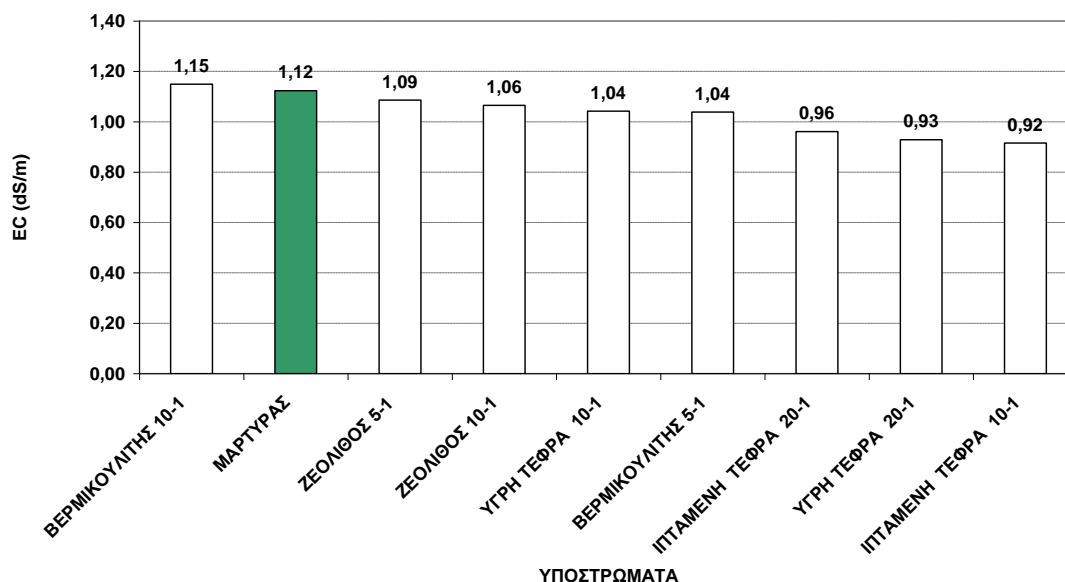


Πίνακας 8. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα υποστρωμάτων και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσω των όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	EC (dS/m)
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10-1	A 1,15
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A B 1,12
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	A B 1,09
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	A B 1,06
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	B C 1,04
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1	B C 1,04
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	C D 0,96
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	D 0,93
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	D 0,92

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 8. EC ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ 26-11-2004

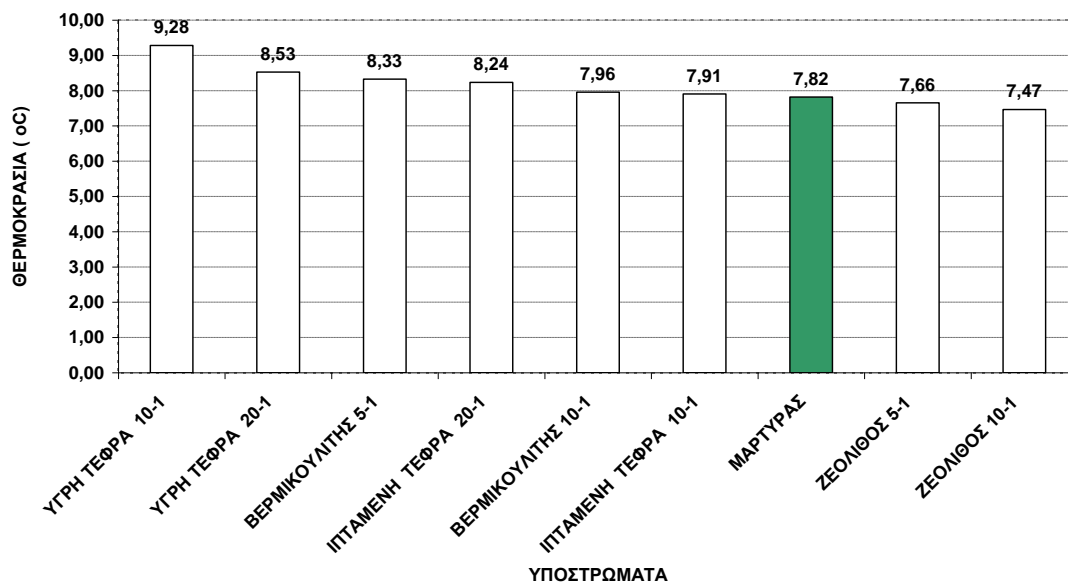


Πίνακας 9. Θερμοκρασία υποστρωμάτων και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσωσ όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A 9,28
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A B 8,53
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1	B C 8,33
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	B C D 8,24
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10-1	B C D 7,96
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	B C D 7,91
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	B C D 7,82
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	C D 7,66
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	D 7,47

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 9. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ 26-11-2004



3. Φράουλα

Τα συνολικά αποτελέσματα από δύο μετρήσεις αρχική και ενδιάμεση) και η στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσω t -test, $\alpha=0,05$) παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα μετρήσεων με το όργανο WET σε δύο ημερομηνίες (13 Απριλίου και 28 Σεπτεμβρίου, 2004) και στατιστικές διαφορές μεταχειρίσεων και χαρακτηριστικών (t -test, $\alpha=0,05$)

Χαρακτηριστικά→	ΥΓΡΑΣΙΑ (m ³ /m ³)	ΥΓΡΑΣΙΑ (m ³ /m ³)	EC (mS/cm)	EC (mS/cm)	T (°C)	T (°C)
Ημερομηνίες→	13/4/2004	28/9/2004	13/4/2004	28/9/2004	13/4/2004	28/9/2004
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ↓	Υγρασία 13-4-04	Υγρασία 28-9-04	EC 13-4-04	EC 28-9-04	T 13-4-04	T 28-9-04
Μάρτυρας	0,299 Γ	0,200 ΒΓ	2,079 Δ	2,186 ΑΒΓ	25,900 ΒΓ	23,390 Β
Ζεόλιθος 10:1	0,306 Γ	0,211 ΒΓ	2,022 Δ	2,005 ΒΓΔ	25,097 Δ	22,920 Β
Ζεόλιθος 5:1	0,296 Γ	0,202 ΒΓ	2,036 Δ	1,940 ΓΔ	25,567 ΓΔ	22,920 Β
Βερμικουλίτης 10:1	0,344 Β	0,206 ΒΓ	2,375 Γ	2,409 ΒΓΔ	26,125 Β	23,750 ΑΒ
Βερμικουλίτης 5:1	0,336 Β	0,221 ΒΓ	2,196 Δ	1,901 Δ	26,087 Β	23,710 ΑΒ
Ιπτάμενη Τέφρα 10:1	0,342 Β	0,214 ΒΓ	2,669 Β	2,267 ΑΒ	26,215 Β	23,169 Β
Ιπτάμενη Τέφρα 5:1	0,385 Α	0,278 Α	3,105 Α	2,350 Α	26,722 Α	23,225 Β
Υγρή Τέφρα 10:1	Δεν μετρήθηκε	0,197 ΒΓ	Δεν μετρήθηκε	2,399 Α	Δεν μετρήθηκε	23,735 ΑΒ
Υγρή Τέφρα 5:1	Δεν μετρήθηκε	0,182 Γ	Δεν μετρήθηκε	2,118 ΑΒΓ	Δεν μετρήθηκε	24,520 Α

Σημείωση: Μεταχειρίσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

Τα αποτελέσματα της πρώτης μέτρησης (13-4-2004) παρουσιάζονται παραπάνω Πίνακα 1. Πρέπει να τονισθεί ότι τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν μια βάση αναφοράς για τις επόμενες μετρήσεις. Από τον Πίνακα 1 φαίνεται ότι τα 4 υλικά και οι αναλογίες τους προκάλεσαν διαφορετική **ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)** στα υποστρώματα. Το μείγμα με την μεγαλύτερη αριθμητικά EC ήταν στην πρώτη μέτρηση (14 Απριλίου 2004) η IT 5:1 και την μικρότερη EC είχε το μείγμα Z 10:1. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι διαφορές στην EC μεταξύ των 9 μεταχειρίσεων στην πρώτη μέτρηση ήταν στατιστικά σημαντικές και οι διαφορές τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Από τον Πίνακα 1 φαίνεται ότι τα υποστρώματα είχαν επίσης διαφορετική συγκράτηση **υγρασίας**. Το μείγμα με την μεγαλύτερη αριθμητικά υγρασία ήταν στην πρώτη μέτρηση (14 Απριλίου 2004) η ΥΤ 5:1 και την μικρότερη υγρασία είχε το μείγμα Z 5:1. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι διαφορές στην υγρασία μεταξύ των

9 μεταχειρίσεων στην πρώτη μέτρηση ήταν στατιστικά σημαντικές και οι διαφορές τους παρουσιάζονται στο Πίνακα 1.

Οι θερμοκρασίες των υποστρωμάτων ήταν επίσης διαφορετικές. Το μείγμα με την μεγαλύτερη αριθμητικά θερμοκρασία ήταν στην πρώτη μέτρηση (14 Απριλίου 2004) η IT 5:1 και την μικρότερη υγρασία είχε το μείγμα Z 5:1. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι διαφορές μεταξύ των 9 μεταχειρίσεων στην πρώτη μέτρηση ήταν στατιστικά σημαντικές και οι διαφορές τους παρουσιάζονται στο Πίνακα 1.

Τα αποτελέσματα από την **επόμενη μέτρηση (28 Σεπτεμβρίου 2004)**, δηλαδή σε διάστημα περίπου 6 μηνών, όπου τα φυτά είχαν εισέλθει σε παραγωγικό στάδιο ανάπτυξης, ακολουθήθηκε κανονικό πρόγραμμα υδρολίπανσης και επίσης προστέθηκαν τα δύο υποστρώματα της υγρής τέφρας (YT), έδειξαν ότι:

A. Υγρασία υποστρωμάτων. Το μείγμα με την μεγαλύτερη αριθμητικά υγρασία ήταν η IT 5:1 και την μικρότερη υγρασία είχε το μείγμα YT 5:1. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι διαφορές στην υγρασία μεταξύ των 9 μεταχειρίσεων ήταν στατιστικά σημαντικές.

B. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC): Το μείγμα με την μεγαλύτερη αριθμητικά EC ήταν ο Z 5:1 και την μικρότερη EC είχε το μείγμα B 5:1. Οι διαφορές στην υγρασία μεταξύ των 9 μεταχειρίσεων ήταν στατιστικά σημαντικές

Γ. Θερμοκρασία (T): Το μείγμα με την μεγαλύτερη αριθμητικά θερμοκρασία ήταν ο YT 5:1 και την μικρότερη T είχαν τα μείγματα Z 5:1 και Z 10:1. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι διαφορές στην υγρασία μεταξύ των 9 μεταχειρίσεων ήταν στατιστικά σημαντικές και οι διαφορές τους παρουσιάζονται στο Πίνακα 1.

B. Αποτελέσματα σε χαρακτηριστικά των φυτών Τα αποτελέσματα των μετρήσεων χλωροφύλλης (σε μονάδες του χλωροφυλλόμετρου SPAD)

1. Πιπεριά

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε χαρακτηριστικά του φυτού, (ποσοστό χλωροφύλλης σε μονάδες του χλωροφυλλόμετρου SPAD) παρουσιάζονται στον Πίνακα 3 και για τις δύο ποικιλίες καθώς και στα Σχήματα που ακολουθούν.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για την ποικιλία Arlequin υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των υποστρωμάτων (το υπόστρωμα B 5 έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά από τα YT 10 και IT5, και το υπόστρωμα Z5 από το IT5). Για την ποικιλία Odiseo υπήρξαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων (τα υποστρώματα B 5 και Z5 έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά από τα YT 10 και IT5). Συνοπτικά, τα υποστρώματα IT 5 και YT10 είχαν την μικρότερη (στατιστικά σημαντική διαφορά) τιμή «χλωροφύλλης» και στις δύο ποικιλίες, ενώ τα υποστρώματα B5 και Z5 είχαν τη μεγαλύτερη τιμή «χλωροφύλλης» και στις δύο ποικιλίες.

Πίνακας 3. Μέσος όρος χλωροφύλλης φύλλων των δύο ποικιλιών.

Η στατιστική ανάλυση μέσων όρων έγινε με το κριτήριο t , $\alpha=0,05$. Μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ*	ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	Ποικιλία:	Arlequin B		Μονάδες SPAD
VERM 5	B 5	A			36.05
ZEO 5	Z 5	A	B		35.43
ZEO 10	Z 10	A	B	C	34.58
FLY 10	IT 10	A	B	C	33.40
BOTTOM 5	YT 5	A	B	C	33.10
VERM 10	B 10	A	B	C	32.48
CONTROL	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	C	32.30
BOTTOM 10	YT 10		B	C	31.68
FLY 5	IT 5			C	30.70

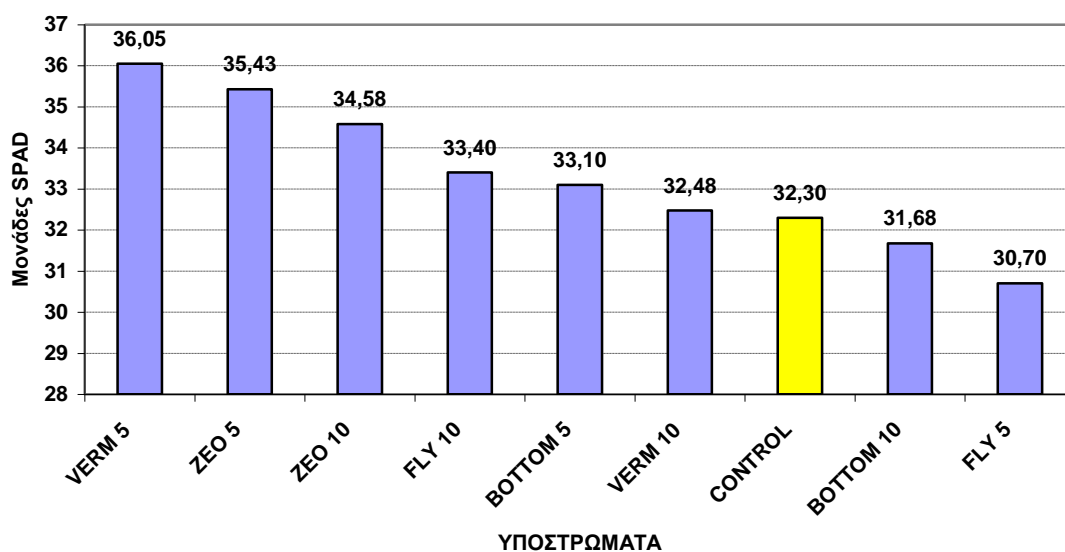
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ		Ποικιλία:	Odiseo B	Μονάδες SPAD	
ZEO 5	Z 5	A		44.90	
VERM 5	B 5	A		44.63	
FLY 10	IT 10	A	B	43.88	
VERM 10	B 10	A	B	43.65	
BOTTOM 5	YT 5	A	B	43.45	
ZEO 10	Z 10	A	B	43.03	
CONTROL	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	42.83	
FLY 5	IT 5		B	42.15	
BOTTOM 10	YT 10		B	41.83	

Πίνακας 4. Σύγκριση μέσων όρων των δυο ποικιλιών.

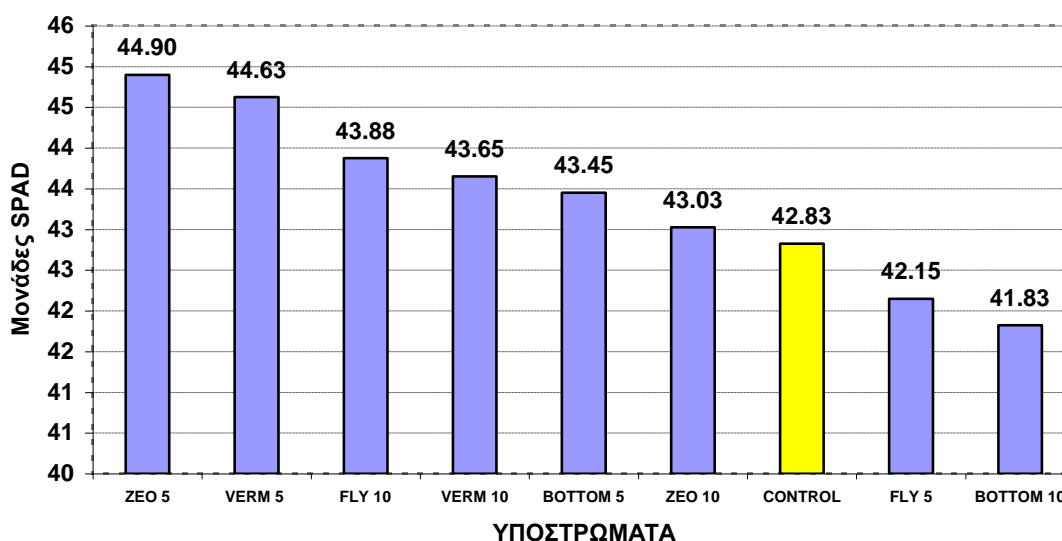
Ποικιλία		Μονάδες SPAD
Οδισέο	A	43.37
Αρλεκιν	B	32,65

* Οι μεταχειρίσεις αναφέρονται σε συντομογραφίες στην Αγγλική και Ελληνική γλώσσα (με τα αρχικά κάθε υλικού και την αναλογία όγκου με τον Μάρτυρα, π.χ. Z 5 = Ζεόλιθος 1: 5 ο/ο με Μάρτυρα.

Σχήμα . Μονάδες SPAD (χλωροφύλλη φύλλων) Ποικιλία: Αρλεκιν



Σχήμα . Μονάδες SPAD (χλωροφύλλη φύλλων) Ποικιλία: Οδισέο



Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μετρήσεων το έτος 2004, για συγκριτικούς λόγους (Αβραμίδου και Γούλιαρη, 2004). Κατά το έτος 2004 έγινε η πρώτη αξιολόγηση των υλικών και αναμενόταν να διαφοροποιηθεί η επίδρασή τους στην διάρκεια των επόμενων ετών, όπως και καταγράφηκε στα αποτελέσματα της παρούσης διατριβής.

Πίνακας 4. Μέσος όρος χλωροφύλλης φύλλων ποικιλίας **Arlequin**. Αποτελέσματα από την μέτρηση στις 26-5-2004 και στατιστική ανάλυση μέσω t (κριτήριο t , $\alpha=0,05$).

ΥΤ 5-1	A	44,53
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	42,93
ΙΤ 10-1	A	41,81
ΥΤ 10-1	A	41,79
z 5-1	A	41,78
Z 10-1	A	41,17
B 10-1	A	41,11
B 5-1	A	41,1
ΙΤ 5-1	A	40,11

Πίνακας 5. Μέσος όρος χλωροφύλλης φύλλων Ποικιλίας **P-311 (Οδισέο)**. Αποτελέσματα από την μέτρηση στις 26-5-2004 και στατιστική ανάλυση μέσω t (κριτήριο t , $\alpha=0,05$).

z 5-1	A		43,14
B 5-1	A		42,98
Z 10-1	A	B	42,1
ΥΤ 5-1	A	B	42,02
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	41,93
B 10-1	A	B	41,88
ΥΤ 10-1	A	B	41,58
ΙΤ 10-1	A	B	40,59
ΙΤ 5-1		B	38,46

Τα αποτελέσματα της πρώτης χρονιάς (2004) εφαρμογής των υλικών διέφεραν αριθμητικά, ως αναμένεται, κυρίως για την ποικιλία Αρλεκιν, ενώ η ποικιλία Odiseo έδειξε παρόμοια συμπεριφορά των υποστρωμάτων με αυτή του έτους 2006.

Επίσης, το 2004 δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αντίθεση με το 2006. Εικάζεται ότι η συμπεριφορά των υποστρωμάτων διαφοροποιήθηκε λόγω της επίδρασης του χρόνου στις φυσικοχημικές ιδιότητες των υλικών και στην αυξημένη

γονιμότητα των υλικών με μεγάλη CEC (Cation Exchange Capacity-Εναλλακτική Ικανότητα Κατιόντων).

2. Φράουλα

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και στατιστικών αναλύσεων σε χαρακτηριστικά του φυτού (**ποσοστό χλωροφύλλης**) για το 2004 παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 για δύο στάδια ανάπτυξης φυτών (τις δύο ημερομηνίες μετρήσεων). Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης **δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές**. Μεταξύ των υποστρωμάτων, το μεγαλύτερο αριθμητικά ποσοστό χλωροφύλλης έδειξαν οι μεταχειρίσεις/υποστρώματα ΥΤ 10:1 και Β 10:1 και το μικρότερο ποσοστό χλωροφύλλης οι μεταχειρίσεις/υποστρώματα ΙΤ 5:1 και Ζ 10:1 για την πρώτη και δεύτερη μέτρηση, αντίστοιχα.

Οι μετρήσεις στα παραπάνω χαρακτηριστικά και σε άλλες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων και αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών συνεχίζονται και το έργο θα περατωθεί τον Δεκέμβριο του 2007. Συνεπώς, η παρούσα εργασία παρουσιάζει προκαταρκτικά μόνο αποτελέσματα της φάσης αυτής.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα μετρήσεων και στατιστικών αναλύσεων για το ποσοστό χλωροφύλλης των φύλλων φράουλας σε δύο στάδια ανάπτυξης των φυτών.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ	Χλωροφύλλη 27-5-2004	Χλωροφύλλη 28-9-2004
Μάρτυρας	45,1 AB	48,7 A
Ζεόλιθος 10:1	46,2 AB	42,4 A
Ζεόλιθος 5:1	47,3 AB	47,9 A
Βερμικουλίτης 10:1	45,6 AB	48,9 A
Βερμικουλίτης 5:1	45,1 AB	48,0 A
Ιπτάμενη Τέφρα 10:1	44,1 B	46,6 A
Ιπτάμενη Τέφρα 5:1	43,8 B	44,9 A
Υγρή Τέφρα 10:1	46,9 AB	45,5 A
Υγρή Τέφρα 5:1	48,9 A	45,1 A

Σημείωση: Μεταχειρίσεις που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

Γ. Αποτελέσματα Απόδοσης Φυτών

1. Πιπεριά.

Τα συνολικά αποτελέσματα και η στατιστική ανάλυση της απόδοσης σε καρπό (μέσο βάρος 5 γλαστρών/επανάληψη) για κάθε ποικιλία και πλευρά (ημερομηνία φύτευσης) παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 6.

Οι μετρήσεις για το 2006 τερματίστηκαν στις 25 Αυγούστου λόγω έντονης προσβολής από αλευρώδη. Έγιναν δυο σετ μετρήσεων ανά ποικιλία και ημερομηνία φύτευσης. Η ποικιλία Αρλεκιν διαφοροποιήθηκε από την ποικιλία Οδισέο ως προς την συνολική απόδοση και την στατιστική σημαντικότητα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω ανά ποικιλία και ημερομηνία φύτευσης.

Αρλεκιν Α (Ημερομηνία φύτευσης 10 Μαρτίου): Τα υποστρώματα Β 10 και Ζ10 είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά (αυξημένη) από τα ΙΤ 5 και ΥΤ10.

Αρλεκιν Β (Ημερομηνία φύτευσης 4 Απριλίου): Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά για κανένα από τα υποστρώματα. Τα υποστρώματα των δυο τεφρών είχαν αριθμητικά τις μικρότερες αποδόσεις.

Οδισέο Α (Ημερομηνία φύτευσης 10 Μαρτίου): Ο Μάρτυρας είχε μεγαλύτερη απόδοση (στατιστικά σημαντική διαφορά) από τα υποστρώματα του Β10 και των 4 τεφρών. Ο Β 5 και Ζ10 επίσης είχαν στατιστικά μεγαλύτερη απόδοση από τα ΙΤ5 και ΥΤ10.

Οδισέο Β (Ημερομηνία φύτευσης 4 Απριλίου): Ο Μάρτυρας είχε στατιστικά μεγαλύτερη απόδοση από τις 4 τέφρες και τα υποστρώματα Ζ5 και Β10.

Η σύγκριση των δυο ποικιλιών και ημερομηνιών φύτευσης έδειξε ότι συνολικά η ποικιλία Αρλεκιν είχε μεγαλύτερη (στατιστικά σημαντική) απόδοση από την Οδισέο αυτή τη χρονιά. Να ληφθεί όμως σοβαρά υπόψη το γεγονός του τερματισμού των μετρήσεων στα τέλη Αυγούστου λόγω της προσβολής από έντομα (αλευρώδης)

ARLEQUIN	A		1795
ODISEO		B	1500

ΠΙΝΑΚΑΣ 6		<i>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ (g/5 γλάστρες)</i>	
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ODISEO A		ΣΥΝΟΛΟ/5 ΓΛΑΣΤΡΕΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A		2246
Z 10	A	B	2023
B 5	A	B	1828
Z 5	A	B	C 1697
B 10		B	C 1416
ΥΤ 5		B	C 1415
ΙΤ 10		B	C 1320
ΙΤ 5			C 1023
ΥΤ 10			C 1003
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ODISEO B		ΣΥΝΟΛΟ/5 ΓΛΑΣΤΡΕΣ
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A		2397
B 5	A	B	1797
Z 10	A	B	1774
Z 5		B	C 1467
B 10		B	C 1374
ΙΤ 10		B	C 1254
ΥΤ 5		B	C 1142
ΙΤ 5			C 978,7
ΥΤ 10			C 853,5
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ARLEQUIN A		ΣΥΝΟΛΟ/5 ΓΛΑΣΤΡΕΣ
B 10	A		2636
Z 10	A		2560
B 5	A	B	2404
ΥΤ 5	A	B	2328
Z 5	A	B	C 2162
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	C 1939
ΙΤ 10	A	B	C 1869
ΙΤ 5		B	C 1561
ΥΤ 10			C 1344
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ARLQUIN B	ΣΥΝΟΛΟ/5 ΓΛΑΣΤΡΕΣ	
B 5	A	1777	
Z 10	A	1684	
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	1660	
B 10	A	1592	
Z 5	A	1467	
ΥΤ 5	A	1393	
ΙΤ 10	A	1391	
ΥΤ 10	A	1308	
ΙΤ 5	A	1241	

Τα ενδεικτικά αποτελέσματα από την απόδοση των δύο υβριδίων πιπεριάς (συνολική απόδοση 4 μετρήσεων), που παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 3.1.1 έδειξαν ότι η απόδοση επηρεάστηκε από τα υποστρώματα, σε ορισμένες περιπτώσεις στατιστικά σημαντικά.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται για τις δύο πλευρές ξεχωριστά, για συγκριτικούς λόγους μόνο αλλά και για να καταδειχθούν πιθανές επιδράσεις λίπανσης-άρδευσης και προσανατολισμού (ηλιοφάνειας). Γενικά για τις δύο ποικιλίες και στις δύο πλευρές, τα υποστρώματα της Ιπτάμενης και Υγρής Τέφρας είχαν την μικρότερη απόδοση ανά γλάστρα με στατιστικά σημαντική διαφορά από τα υπόλοιπα, (σε ορισμένες περιπτώσεις).

Το υβρίδιο Οδισέο (ίδιο με το P113 κατά το 2004) απέδωσε υψηλότερα από το Άρλεκιν (αντίθετη τάση από το 2004).

Τις υψηλότερες αποδόσεις είχαν τα υποστρώματα του Ζεόλιθου και του Βερμικουλίτη, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά από τον Μάρτυρα.

Πίνακας 3.1.1. Απόδοση (g/φυτό- γλάστρα) των δυο υβριδίων (Άρλεκιν και Οδισέο) για το έτος 2005, για κάθε πλευρά (Α ή Β) του θερμοκηπίου καθώς και το σύνολο των δυο πλευρών και το σύνολο των δυο ποικιλιών

Σημείωση: τα υποστρώματα που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (κριτήριο Student's t , $\alpha=0,05$)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ-ΥΒΡΙΔΙΟ-ΠΛΕΥΡΑ					ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟ 10 ΓΛΑΣΤΡΕΣ
(ΑΡΛΕΚΙΝ –Α)					ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ/ΦΥΤΟ
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A				1147
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1	A	B			1111
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1	A	B	C		817
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	C		792
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1		B	C		686
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1			C		603
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1			C		513
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1			C		469
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1			C		434

				ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ/ΦΥΤΟ	
ΟΔΙΣΣΕΟ Α					
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A				2211
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1	A	B			1879
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1	A	B			1856
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1	A	B			1852
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1	A	B			1803
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B			1715
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1	A	B			1683
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1		B	C		1431
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1			C		1045
				ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ/ΦΥΤΟ	
ΑΡΛΕΚΙΝ Β					
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1	A				1724
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1	A	B			1388
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A	B	C		1180
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1	A	B	C		1061
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1		B	C		1027
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1		B	C		960
ΜΑΡΤΥΡΑΣ		B	C		863
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1		B	C		850
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1			C		695
				ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ/ΦΥΤΟ	
ΟΔΙΣΣΕΟ Β					
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1	A				857
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A				815
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1	A				800
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1	A				717
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1	A				691
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A				649
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1	A				542
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1	A				470
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1	A				377
				ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ/ 2 ΦΥΤΑ	
ΑΡΛΕΚΙΝ Α+Β					
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1	A				2327
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A				2327
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1	A	B			2205
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1	A	B	C		1961
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	C		1655
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1	A	B	C		1540
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1		B	C		1495
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1		B	C		1429
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1			C		1380

ΟΔΙΣΣΕΟ A+B					ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ/ 2 ΦΥΤΑ
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A				3026
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1	A	B			2680
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1	A	B			2574
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1	A	B	C		2543
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1	A	B	C		2540
ΜΑΡΤΥΡΑΣ		B	C		2364
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1		B	C		2180
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1			C	D	1973
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1				D	1515
ΌΛΑ ΤΑ ΣΕΤ (4 ΣΕΤ)					ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ/ 4 ΦΥΤΑ
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A				5353
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1	A	B			4901
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1	A	B			4884
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1	A	B	C		4500
ΜΑΡΤΥΡΑΣ		B	C	D	4019
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1		B	C	D	3972
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1			C	D	3720
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1			C	D	3468
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1				D	2895

2. Μαρούλι

Αποτελέσματα από την απόδοση φρέσκου βάρους φύλλων παρουσιάζονται με αύξουσα σειρά απόδοσης στους Πίνακες 1-3 και στα Σχήματα 1-3 για ευκολότερη αναγνώριση των διαφορών και ιδιαίτερα της τάσης που παρατηρήθηκε στα διάφορα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν, για τα τρία επίπεδα λίπανσης. Στους Πίνακες 1-3 επίσης παρουσιάζονται στη τελευταία στήλη, οι εκατοστιαίες (%) διαφορές των υπολοίπων υποστρωμάτων από το υπόστρωμα με την υψηλότερη απόδοση. Ο Πίνακας 10 και το Σχήμα 10, παρουσιάζουν για την σύγκριση των μέσων όρων όλων των υποστρωμάτων για κάθε μια από τις τρεις λιπάνσεις που εφαρμόστηκαν.

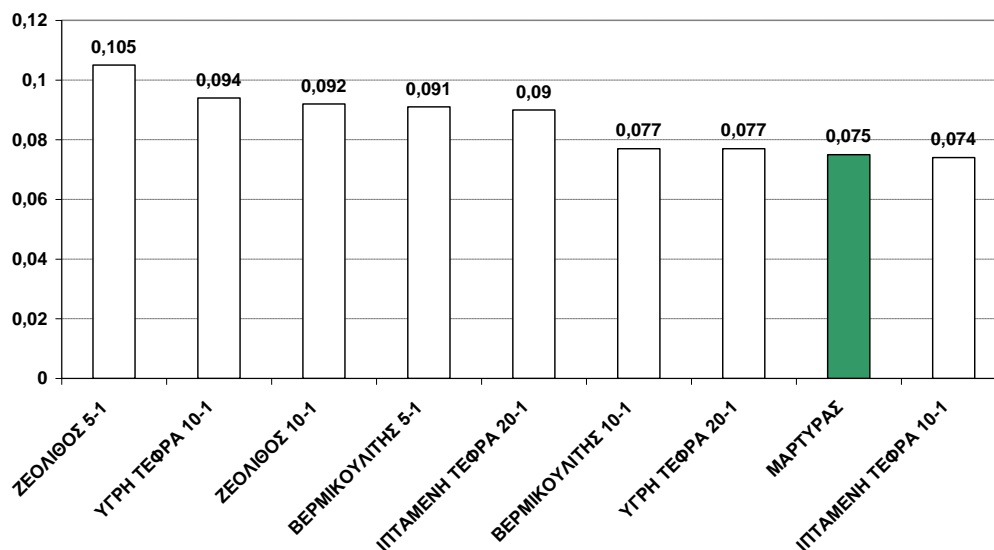
Η απόδοση των υποστρωμάτων που έλαβαν μόνο την εβδομαδιαία υδρολίπανση (Πίνακας 1 και Σχήμα 1), έδειξε ότι όλα τα υποστρώματα εκτός της Ιπτάμενης Τέφρας (IT-10:1 ο/ο) είχαν υψηλότερη απόδοση από τον Μάρτυρα από 12 % έως 40%, αλλά οι διαφορές τους δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, λόγω της παραλλακτικότητας που παρατηρήθηκε μεταξύ των επαναλήψεων. Την υψηλότερη απόδοση είχε το υπόστρωμα του Ζεόλιθου 5:1 ο/ο με διαφορά 11% από το αμέσως επόμενο. Την χαμηλότερη απόδοση είχε το υπόστρωμα της Ιπτάμενης Τέφρας 10:1 ο/ο με διαφορά 2 % από τον μάρτυρα. Οι διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων κυμάνθηκαν από 11-42 % περίπου.

Πίνακας 1. Απόδοση (kg/φυτό-γλάστρα) των 6 σειρών χωρίς επιπλέον λίπανση και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσω όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ Υδρολίπανση μόνο	με	ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/φυτό- γλάστρα)	% Διαφορά από υψηλότερη απόδοση
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	A	0,105	0,00
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A	0,094	11,70
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	A	0,092	14,13
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1	A	0,091	15,38
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A	0,09	16,67
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10-1	A	0,077	36,36
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A	0,077	36,36
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	0,075	40,00
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A	0,074	41,89

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 1. ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ (χωρίς επιπλέον λίπανση-
μόνο υδρολίπανση)



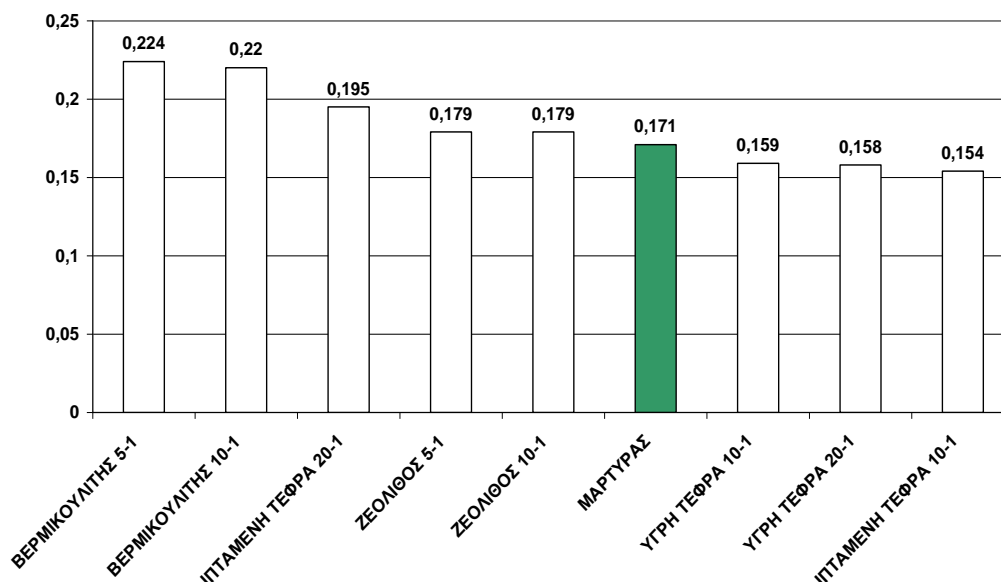
Η απόδοση των υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκε το λίπασμα τύπου 28-14-0 της ΒΦΛ, (Πίνακας 2 και Σχήμα 2) έδειξε ότι ο Μάρτυρας είχε μικρότερη απόδοση από τα περισσότερα υποστρώματα (εκτός των δύο υποστρωμάτων της Υγρής Τέφρας), αν και οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Η αυξημένη N (αζωτούχος) και P (φωσφορική) λίπανση που δόθηκε από το λίπασμα αυτού του τύπου, έδειξε ότι πιθανώς να χρησιμοποιήθηκε αποτελεσματικότερα από τα υποστρώματα του Βερμικουλίτη και λιγότερο αποτελεσματικά από τα υπόλοιπα. Οι διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων κυμάνθηκαν, όπως και στην προηγούμενη λίπανση, από 2-45 % περίπου.

Πίνακας 2. Απόδοση των 2 σειρών με λίπανση ΒΦΛ και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσω των όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ με Λίπανση ΒΦΛ	ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/φυτό -γλάστρα)	% Διαφορά από υψηλότερη απόδοση
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1	A 0,224	0,00
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10-1	A 0,220	1,82
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A 0,195	14,87
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	A 0,179	25,14
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	A 0,179	25,14
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A 0,171	30,99
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A 0,159	40,88
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A 0,158	41,77
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A 0,154	45,45

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 2. ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ (g/φυτό γλάστρα) ΛΙΠΑΣΜΑ ΒΦΛ : 28-14-0



Η απόδοση των υποστρωμάτων που έλαβαν το λίπασμα 14-7-14-(14S)+5 MgO+Ιχνοστοιχεία (Μαγνηφέρτ), (Πίνακας 3 και Σχήμα 3), έδειξε ότι όλα τα υποστρώματα είχαν υψηλότερη απόδοση από τον μάρτυρα. Ο τύπος αυτός λιπάσματος περιείχε τις μισές ποσότητες N και P από τον προηγούμενο της ΒΦΛ, και είχε επιπλέον K σε ίση ποσότητα με το N και S, Mg και ιχνοστοιχεία, ήταν δηλαδή πληρέστερο από το προηγούμενο λίπασμα. Οι διαφορές του Βερμικουλίτη 10:1 ήταν στατιστικά σημαντικές από την Ιπτάμενη Τέφρα 10:1 και του Μάρτυρα, ενώ τα άλλα υποστρώματα δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά. Την υψηλότερη απόδοση είχε το υπόστρωμα του Βερμικουλίτη 10:1 ο/ο με διαφορά 5% από το αμέσως επόμενο και 35% από τον Μάρτυρα. Την χαμηλότερη απόδοση είχε το υπόστρωμα του Μάρτυρα με διαφορά 1 % από το αμέσως μικρότερο. Οι διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων κυμάνθηκαν από 5-35% περίπου.

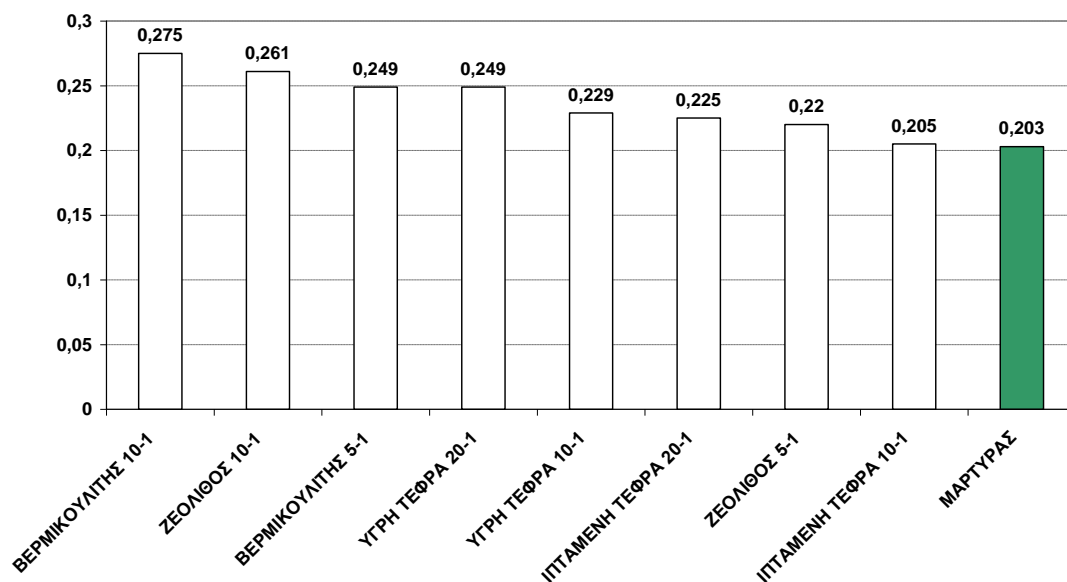
Τα αποτελέσματα έδειξαν αυτής της λίπανσης έδειξαν ότι όπως και στη προηγούμενη λίπανση, τα υποστρώματα του Βερμικουλίτη αξιοποίησαν την N και P λίπανση αποτελεσματικότερα από ότι τα υπόλοιπα υποστρώματα. Επιπλέον η προσθήκη K καθώς και S, Mg επέδρασε σημαντικά στην αύξηση της απόδοσης.

Πίνακας 3. Απόδοση των 2 σειρών με λίπανση ΜΑΓΝΗΦΕΡΤ και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσω όρων με το κριτήριο t-student)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ με Λίπανση ΜΑΓΝΗΦΕΡΤ		ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/φυτόγλάστρα)	% Διαφορά από υψηλότερη απόδοση
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10-1	A	0,275	0,00
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10-1	A B	0,261	5,36
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5-1	A B	0,249	10,44
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A B	0,249	10,44
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	A B	0,229	20,09
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 20-1	A B	0,225	22,22
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5-1	A B	0,22	25,00
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10-1	B	0,205	34,15
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	B	0,203	35,47

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 3. ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ (g/φυτό γλάστρα) ΛΙΠΑΣΜΑ ΜΑΓΝΗΦΕΡΤ: 14-7-17-(14 S)+5 MgO



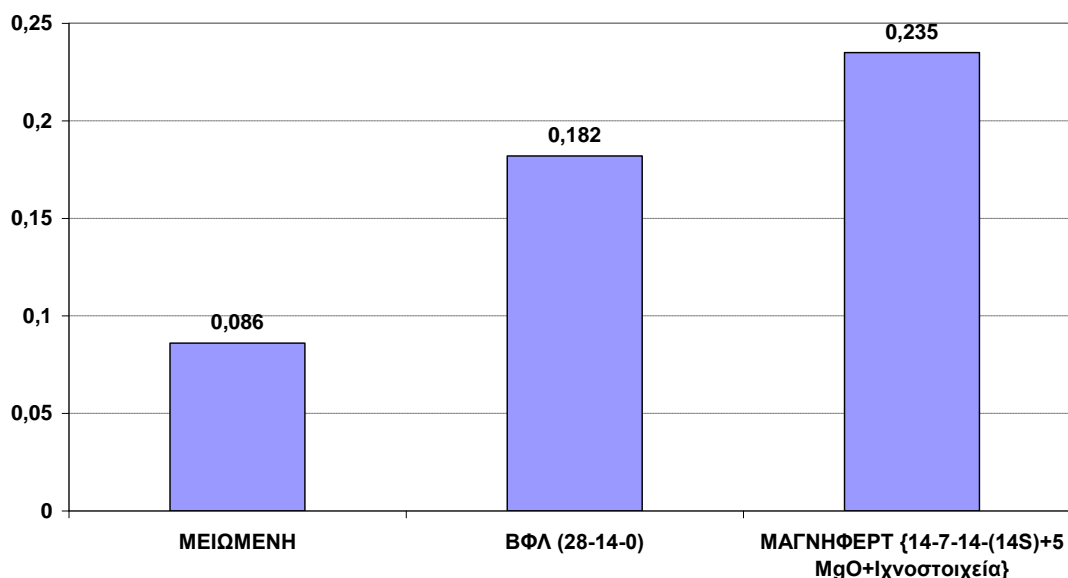
Στον Πίνακα 10 και στο Σχήμα 10, παρουσιάζονται συνοπτικά οι μέσοι όροι απόδοσης των τριών λιπάνσεων που εφαρμόστηκαν. **Οι μέσες τιμές των τριών λιπάνσεων ήταν στατιστικά σημαντικές**, που σημαίνει ότι τα λιπάσματα είχαν επίδραση στην απόδοση και οι διαφορές αναμένεται να επαναληφθούν με πιθανότητα 95% στην επόμενη παραγωγή ή πειραματισμό. Η ιδιαίτερη σημασία της Κ λιπάνσης επισημαίνεται και από τα παρόντα ευρήματα.

Πίνακας 10. Μέση απόδοση των τριών λιπάνσεων που εφαρμόστηκαν και στατιστική ανάλυση (διαφορές μέσων όρων με το κριτήριο t-student)

ΛΙΠΑΝΣΗ	ΑΠΟΔΟΣΗ (kg/φυτό- γλάστρα)	%	Διαφορά από υψηλότερη απόδοση
ΜΕΙΩΜΕΝΗ	0,086	173,2	C
ΒΦΛ (28-14-0)	0,182	29,1	B
ΜΑΓΝΗΦΕΡΤ {14-7-14-(14S)+5 MgO+Ιχνοστοιχεία}	0,235	0,0	A

Σημείωση: μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($\alpha=0,95$).

ΣΧΗΜΑ 10. ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΠΟ ΤΙΣ 3 ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΓΓΑΡΜΟΣΘΗΚΑΝ



Η απόδοση στα υποστρώματα της μειωμένης λίπανσης ήταν 173% μικρότερη από το λίπασμα Μαγνηφέρτ. Τα υποστρώματα που λιπάνθηκαν με το λίπασμα της ΒΦΛ απέδωσαν 29% λιγότερο από το λίπασμα Μαγνηφέρτ. Τα αποτελέσματα δείχνουν την ενισχυτική δράση των επιπλέον θρεπτικών στοιχείων (K, S, Mg) που προστέθηκαν σε στερεή μορφή και αποδόθηκαν βαθμιαία από το λίπασμα Μαγνηφέρτ. Οι ποσότητες που προστέθηκαν στις γλάστρες ήταν συγκριτικά μικρότερες από τις συμβατικές λιπάνσεις που εφαρμόζονται σε καλλιέργεια μαρουλιού. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν το υψηλό δυναμικό των υπό αξιολόγηση υποστρωμάτων, για υδροπονικές μορφές καλλιέργειας.

Τονίζεται ιδιαίτερα και από τα ευρήματα αυτής της μελέτης η σημαντικότητα της καλιούχου λίπανσης στη καλλιέργεια του μαρουλιού. ΑΝ και δόθηκαν μικρές ποσότητες υδατοδιαλυτού καλίου μέσω της εβδομαδιαίας υδρολίπανσης, προφανώς δεν επαρκούσαν για την αύξηση του φυτού. Η επιπλέον Κ λίπανση του λιπάσματος Μαγνηφέρτ εξηγεί σε μεγάλο βαθμό και την αυξημένη απόδοσης ε σχέση με τις άλλες δυο λιπάνσεις.

Σημαντικά συγκριτικά πλεονεκτήματα των πειραματικών υποστρωμάτων, ως προς άλλα ευρέως χρησιμοποιούμενα υποστρώματα (περλίτη, ελαφρόπετρας, πετροβάμβακα, και μείγματα αυτών με τύρφη), είναι ότι:

α. μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνεχή καλλιεργητικά συστήματα (μακροβιότερα) και

β. μέρος των θρεπτικών που συγκρατούνται από τα υλικά (λόγω της υψηλής C.E.C. τους -Cation Exchange Capacity - Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων) μπορούν να είναι διαθέσιμα στις επόμενες καλλιέργειες ή και να αυξηθεί η Αποτελεσματικότητα Χρήσης Λίπανσης (FUE- Fertilizer Use Efficiency) στην ίδια καλλιέργεια, ένας δείκτης παραγωγικότητας που συχνά χρησιμοποιείται συχνά για εκτίμηση της αποδοτικότητας ενός καλλιεργητικού συστήματος.

Αποτελέσματα απόδοσης στον αγρό

3. Γλυκό καλαμπόκι (απόδοση)



Εικόνα 10. Σπάδικες Γλυκού καλαμποκιού.

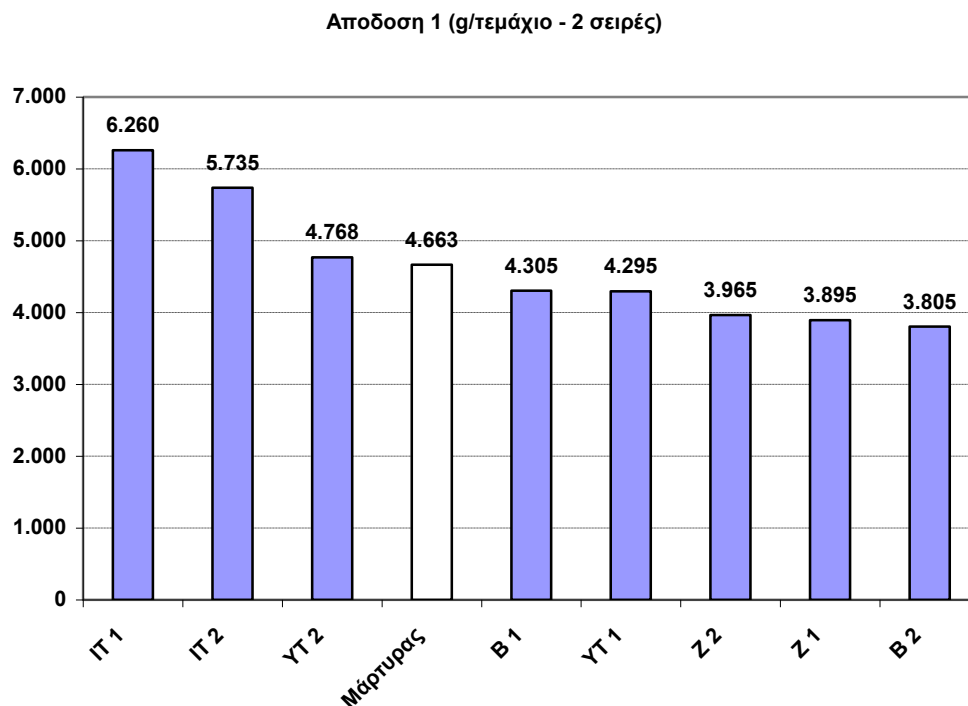
Τα αποτελέσματα απόδοσης και αριθμού σπαδικών από τις δύο συγκομιδές που έγιναν σε διάστημα 3 ημερών (για να υπάρξει ομοιομορφία στην ωρίμανση των σπαδικών, παρουσιάζονται στις εικόνες 1 έως 4.

Αναλυτικότερα, στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την μέτρηση (χειροσυλλογή σπαδικών) στις 17 Ιουλίου 2005 και στην Εικόνα 2, από την χειροσυλλογή στις 20 Ιουλίου 2005. Η Εικόνα 3 παρουσιάζει το σύνολο των δύο αποδόσεων.

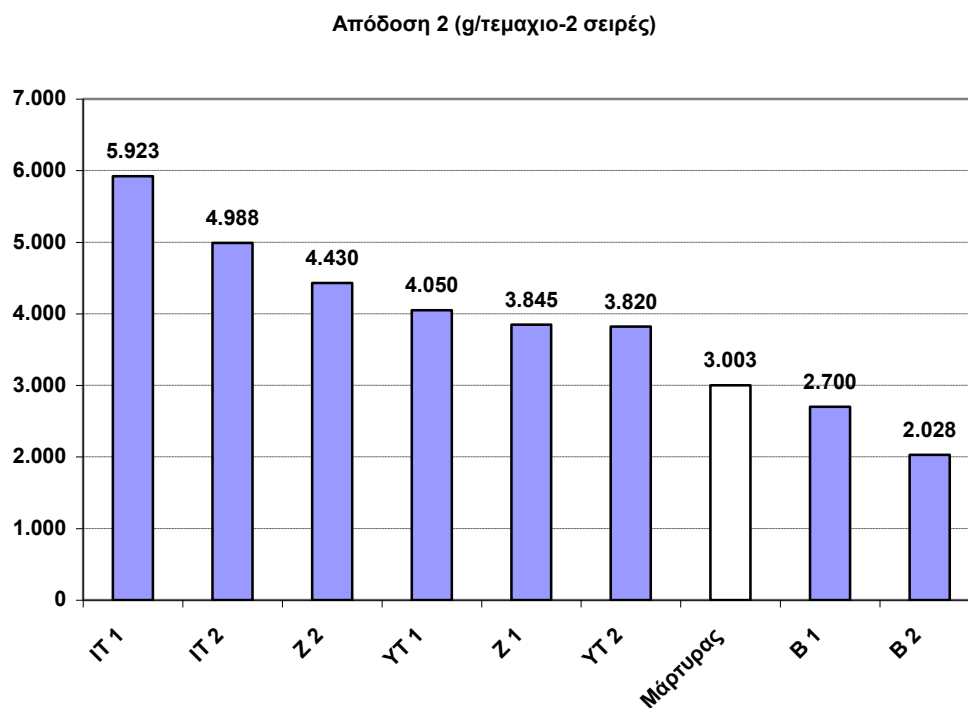
Στη 1^η χειροσυλλογή, η Ιπτάμενη Τέφρα (IT) στις δύο δόσεις της (1 και 2) έδωσε τις υψηλότερες αποδόσεις από τα υπόλοιπα 3 υλικά και δόσεις τους. Η ίδια τάση στην απόδοση παρουσιάσθηκε και στη 2^η χειροσυλλογή, όσον αφορά την IT1 και IT2. Η μεταχείριση «Μάρτυρας» (μηδενική εισροή υλικού) παρουσίασε μείωση στη δεύτερη χειροσυλλογή (οι περισσότεροι σπάδικες είχαν ωριμάσει στην 1^η χειροσυλλογή). Στο σύνολο της απόδοσης , οι μεταχειρίσεις της IT είχαν την υψηλότερη απόδοση, με τον Ζεόλιθο (Z1και Z2) και την Υγρή Τέφρα)YT1 και YT2) να καταλαμβάνουν τις επόμενες θέσεις και τέλος οι δύο δόσεις του Βερμικουλίτη (B1 και B2) να παρουσιάζουν μικρότερη απόδοση από τον Μάρτυρα (M).

Τα συνολικά αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης της απόδοσης κάθε χειροσυλλογής και του αριθμού σπαδίκων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Στη συνολική απόδοση η μεταχείριση IT1 είχε στατιστικά σημαντικά υψηλότερη απόδοση από τις Z1, M, B1 και B2. Η ίδια τάση φάνηκε και στον αριθμό των σπαδίκων.

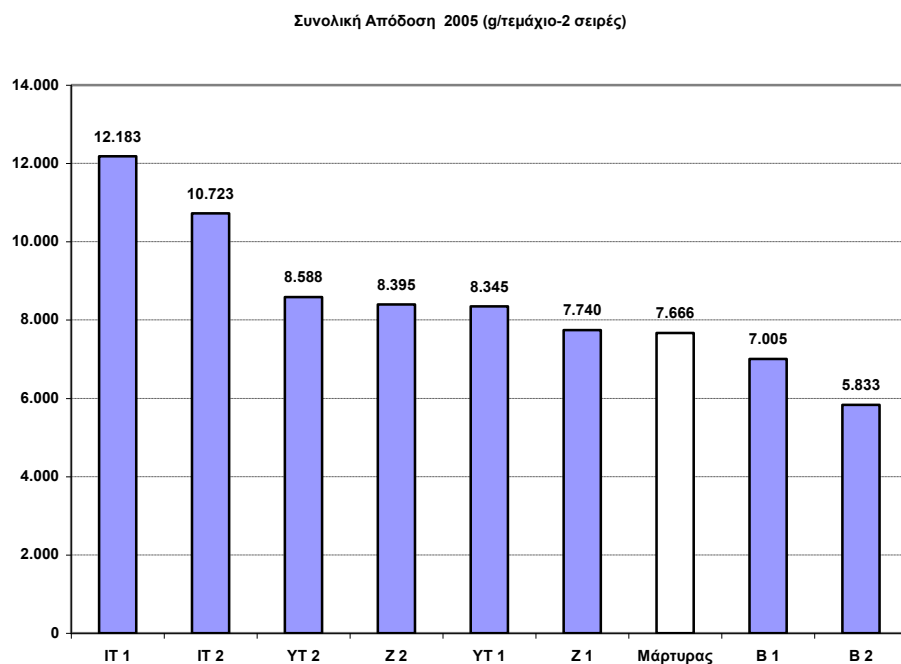
Εικόνα 1. Απόδοση (g) στη πρώτη συγκομιδή από τις δυο μεσαιές σειρές σποράς ανά πειραματικό τεμάχιο



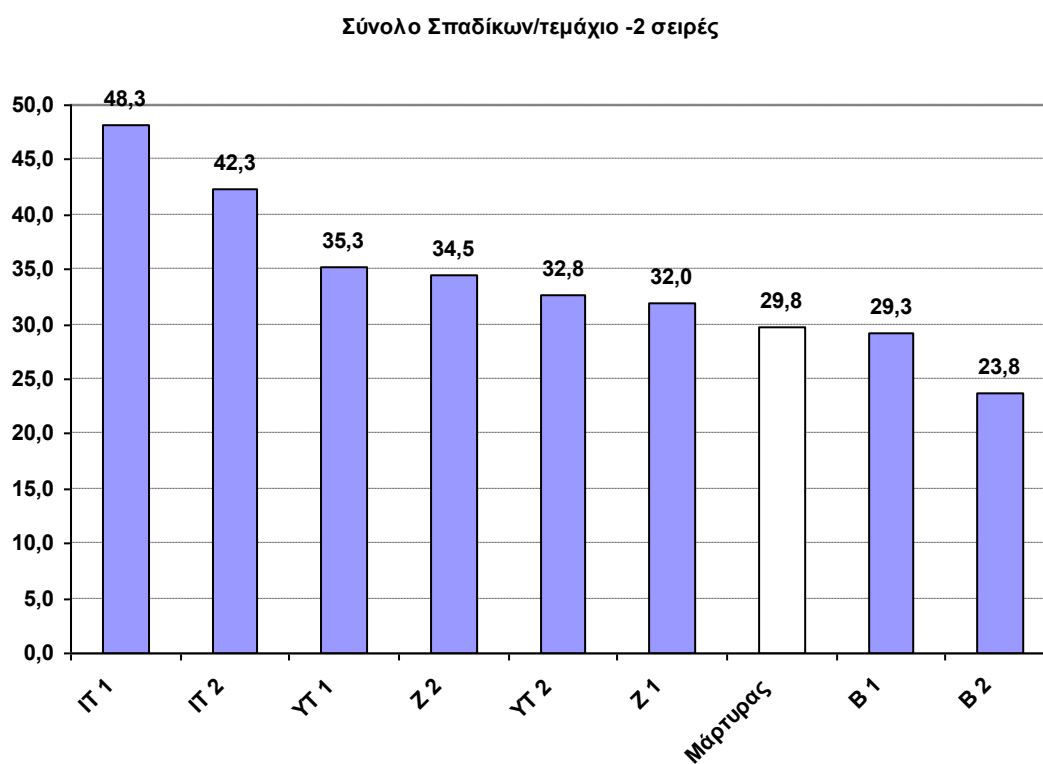
Εικόνα 2. Απόδοση (g) στη δεύτερη συγκομιδή από τις δυο μεσαιές σειρές σποράς ανά πειραματικό τεμάχιο



Εικόνα 3. Συνολική απόδοση (g) από πρώτη και δεύτερη συγκομιδή από τις δυο μεσαίες σειρές σποράς ανά πειραματικό τεμάχιο



Εικόνα 4. Συνολικός αριθμός σπαδικών από την πρώτη και δεύτερη συγκομιδή από τις δυο μεσαίες σειρές σποράς ανά πειραματικό τεμάχιο



Πίνακας 1. Αναλυτικά στατιστικά αποτελέσματα για την απόδοση και τον αριθμό σπαδίκων σε κάθε συγκομιδή και στο τελικό άθροισμα των δυο συγκομιδών

Σημείωση: Οι μεταχειρίσεις που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους με βάση το κριτήριο t-student's, $\alpha=0,05$

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ		Απόδοση 1		
IT 1	A	6.260		
IT 2	A	5.735		
ΥΤ 2	A	4.768		
Μάρτυρας	A	4.663		
B 1	A	4.305		
ΥΤ 1	A	4.295		
Z 2	A	3.965		
Z 1	A	3.895		
B 2	A	3.805		
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ		Απόδοση 2		
IT 1	A	5.923		
IT 2	A	4.988		
Z 2	A	B	4.430	
ΥΤ 1	A	B	C	4.050
Z 1	A	B	C	3.845
ΥΤ 2	A	B	C	3.820
Μάρτυρας		B	C	3.003
B 1		B	C	2.700
B 2			C	2.028
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ		Συνολική Απόδοση		
IT 1	A	12.183		
IT 2	A	B	10.723	
ΥΤ 2	A	B	C	8.588
Z 2	A	B	C	8.395
ΥΤ 1	A	B	C	8.345
Z 1		B	C	7.740
Μάρτυρας		B	C	7.666
B 1		B	C	7.005
B 2			C	5.833

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ **Σπάδικες 1**

IT 1	A	22,5
IT 2	A	20,3
YT 2	A	17,8
Μάρτυρας	A	17,3
YT 1	A	17,3
B 1	A	17,0
Z 2	A	15,5
Z 1	A	14,8
B 2	A	14,5

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ **Σπάδικες 2**

IT 1	A			25,8
IT 2	A	B		22,0
Z 2	A	B	C	19,0
YT 1	A	B	C	18,0
Z 1	A	B	C	17,3
YT 2		B	C	15,0
Μάρτυρας		B	C	12,4
B 1		B	C	12,3
B 2			C	9,3

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ **Σύνολο Σπαδίκων**

IT 1	A			48,3
IT 2	A	B		42,3
YT 1	A	B	C	35,3
Z 2	A	B	C	34,5
YT 2		B	C	32,8
Z 1		B	C	32,0
Μάρτυρας			C	29,8
B 1		B	C	29,3
B 2			C	23,8

Z. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

A. Έρευνα στο Θερμοκήπιο

A.1. Πιπεριά

Συνοπτικά οι παρατηρήσεις και μετρήσεις για το 2006 έδειξαν ότι τα 4 υλικά και οι αναλογίες που χρησιμοποιήθηκαν επέδρασαν σε χαρακτηριστικά του υποστρώματος και τα υποστρώματα επέδρασαν σε αγρονομικά χαρακτηριστικά του φυτού.

Τα υποστρώματα επηρεάσθηκαν στατιστικά σημαντικά από τα υλικά και στις τρεις φυσικοχημικές ιδιότητες που μετρήθηκαν. Το ποσοστό χλωροφύλλης των φύλλων επηρεάσθηκε από τα υλικά και στις δυο ποικιλίες πιπεριάς. Η απόδοση επηρεάσθηκε και αυτή σημαντικά με εξαίρεση την ποικιλία Άρλεκιν στην Β ημερομηνία φύτευσης.

Περαιτέρω πειραματισμός στα επόμενα 3 έτη θα καταδείξει αν η επίδραση που παρατηρήθηκε στη διάρκεια του 2004 είναι συνεχής ή μη καθώς επίσης και τη πιθανή αθροιστική επίδραση των υλικών και σε άλλα χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων και των φυτών που θα μετρηθούν στη συνέχεια του έργου.

Η χρήση συνεπώς των ανωτέρω υλικών μπορεί **προκαταρκτικά** να συσταθεί για υδροπονικά υποστρώματα με ευεργετικά αποτελέσματα για τους παραγωγούς, όπως την **αύξηση της υδατοϊκανότητας** και τη **μειωμένη θερμοκρασία** του υποστρώματος, που είναι σημαντικές ιδιότητες για θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Τα αποτελέσματα και αυτής της χρονιάς επιβεβαίωσαν τις τάσεις που καταδείχθηκαν το 2004 και 2005.

Η απόδοση των πιπεριών επηρεάσθηκε από τα υποστρώματα σε όλα τα έτη μετρήσεων, Στα συγκεντρωτικά αποτελέσματα όλων των ποικιλιών και δύο πλευρών, οι δύο τύποι και δόσεις τέφρας είχαν την μικρότερη απόδοση από τον Μάρτυρα (όχι στατιστικά σημαντική διαφορά στις περισσότερες περιπτώσεις) και οι δύο δόσεις του Ζεόλιθου και Βερμικουλίτη είχαν μεγαλύτερη απόδοση από τον Μάρτυρα (όχι στατιστικά σημαντική διαφορά με εξαίρεση τον Βερμικουλίτη 10:1).

Εικάζεται ότι η παρατηρηθείσα τάση αύξησης της διαφοράς στην απόδοση από τον Μάρτυρα οφείλεται στη σταθεροποίηση των ιδιοτήτων των μεταχειρίσεων και στη καλύτερη αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων που παρέχονται με την υδρολίπανση. Να σημειωθεί όμως ότι στα υποστρώματα χρησιμοποιήθηκε μειωμένη λίπανση στη διάρκεια του όλου έργου.

A.2. Μαρούλι.

Συνοπτικά οι παρατηρήσεις και μετρήσεις για την καλλιέργεια μαρουλιού (που ακολούθησε στα ίδια υποστρώματα την καλλιέργεια πιπεριάς) έδειξαν ότι :

A. τα υλικά και οι αναλογίες τους που χρησιμοποιήθηκαν για δημιουργία διαφόρων υποστρωμάτων, επέδρασαν σημαντικά σε χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων που είναι κρίσιμα/σημαντικά για υδροπονικές καλλιέργειες.

B. τα υποστρώματα επέδρασαν σε αγρονομικά χαρακτηριστικά του φυτού (απόδοση).

Γ. οι τρεις διαφορετικές λιπάνσεις που χρησιμοποιήθηκαν επέδρασαν στην απόδοση και είχαν σε ορισμένες περιπτώσεις στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ οι αριθμητικές διαφορές τους ήταν περίπου 2-45%

Δ. Τα αποτελέσματα από την καλλιέργεια μαρουλιού, ήταν παρόμοια με αυτά της καλλιέργειας πιπεριάς που προηγήθηκε στα ίδια υποστρώματα και τριανταφυλλιάς σε παρόμοια υποστρώματα στον ίδιο χώρο (Αβραμίδου και Γουλιάρη, 2004, Γκέρτσας, 2004 και Πλούμη, 2004).

Περαιτέρω πειραματισμός σε επόμενα έτη θα καταδείξει αν η επίδραση που παρατηρήθηκε στη διάρκεια του 2004 είναι συνεχής ή μη καθώς επίσης και την πιθανή αθροιστική επίδραση των υλικών και σε **άλλα χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων και των φυτών που θα μετρηθούν στη συνέχεια του έργου.**

Η χρήση συνεπώς των ανωτέρω υλικών μπορεί **προκαταρκτικά** να συσταθεί για υδροπονικά υποστρώματα με ευεργετικά αποτελέσματα για τους παραγωγούς, όπως την **αύξηση της υδατοϊκανότητας, την μείωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας λόγω λιπασμάτων και υδρολίπανσης και τη αυξημένη θερμοκρασία** του υποστρώματος (για χειμερινές καλλιέργειες), που είναι σημαντικές ιδιότητες για θερμοκηπιακές και υδροπονικές καλλιέργειες.

A.3. Φράουλα

Συνοπτικά οι παρατηρήσεις και μετρήσεις για το 2004 έδειξαν ότι τα 4 υλικά και οι αναλογίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία υποστρωμάτων με βάση την άμμο και τύρφη, επέδρασαν σε χαρακτηριστικά του υποστρώματος και του φυτού.

Σημαντικά χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων (υγρασία, ηλεκτρική αγωγιμότητα και θερμοκρασία) που επηρεάζουν την ανάπτυξη και απόδοση των φυτών, επηρεάστηκαν στατιστικά σημαντικά από τα υλικά. Το ποσοστό χλωροφύλλης (έμμεσος δείκτης της κανονικής ανάπτυξης και θρέψης των φυτών και της τελικής απόδοσής τους) δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τα υλικά σε ένα στάδιο ανάπτυξης (ώριμα φυτά) ενώ επηρεάστηκε στο πρώιμο στάδιο. Η φύτευση των φυταρίων φράουλας έγινε πολύ όψιμα λόγω καθυστέρησης παραλαβής όλων των υλικών. Παρόλα αυτά, τα φυτά συνήλθαν από το αρχική καταπόνηση και συνέχισαν την ανάπτυξή τους σε κανονικούς ρυθμούς μετά την έναρξη των κανονικών κύκλων άρδευσης και λίπανσης. Η καρποφορία και καρπόδεσή τους όμως επηρεάστηκε από τις υψηλές θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν την περίοδο Ιούνιο-Αύγουστο (Παράρτημα 2), για αυτό το λόγο δεν έγιναν μετρήσεις απόδοσης.

Περαιτέρω πειραματισμός σε επόμενα έτη θα καταδείξει αν η επίδραση που παρατηρήθηκε στη διάρκεια του 2004 είναι συνεχής ή μη καθώς επίσης και την πιθανή αθροιστική επίδραση των υλικών και σε άλλα χαρακτηριστικά των υποστρωμάτων και των φυτών που θα μετρηθούν στη συνέχεια της έρευνας.

Η χρήση συνεπώς των ανωτέρω υλικών μπορεί προκαταρκτικά να συσταθεί για υδροπονικά υποστρώματα με ευεργετικά αποτελέσματα για τους παραγωγούς, όσον αφορά την συγκράτηση υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων.

B. Έρευνα σε αγρούς.
B.1.Γλυκό Καλαμπόκι.

Τα αποτελέσματα από την συνολική απόδοση και τον αριθμό σπαδίκων ανά τεμάχιο έδειξαν ότι ορισμένα υλικά επέδρασαν θετικά στην απόδοση και υπήρξε και στατιστικά σημαντική διαφορά (μεταξύ ιπτάμενης τέφρας και βερμικουλίτη). Σε επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από τα 3 έτη της έρευνας.

Η. ΣΥΓΚΡΙΣΗ «ΝΕΩΝ» ΚΑΙ «ΠΑΛΑΙΩΝ» ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Α.1. Αποτελέσματα από εργαστηριακές αναλύσεις pH (1:1) και Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC) στα υδροπονικά υποστρώματα (παλαιά και νέα)

Οι παρακάτω Πίνακες 1 και 2 αναφέρουν τα αποτελέσματα εργαστηριακών προσδιορισμών σε δύο σημαντικές χημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των 3 πρώτων ετών του έργου (2004, 2005, 2006 και 2007- στα 9 «ΠΑΛΑΙΑ» υποστρώματα και στα 9 «ΝΕΑ» που δημιουργήθηκαν και αξιολογήθηκαν μόνο στο τελευταίο έτος του έργου, 2007. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται αποτελέσματα από την «ομαδοποιημένη» σύγκριση όλων των 18 υποστρωμάτων. Οι αναλύσεις έγιναν σε δείγματα εδάφους και αποσταγμένου νερού σε σχέση 1:1 και σε 3 επαναλήψεις κάθε δείγματος.

Η στατιστική ανάλυση των μέσων τιμών έγινε με το λογισμικό JMP[®] 7.0 και χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο student's t-test σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$. *Υποστρώματα που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά.* Οι Πίνακες αναφέρουν τα αποτελέσματα σε αύξουσα αριθμητική και στατιστική σειρά.

Τα **9 «ΝΕΑ» υποστρώματα** που χρησιμοποιήθηκαν και αξιολογήθηκαν μόνο το 2007, είναι τα παρακάτω (μείγματα σε αναλογίες όγκων):

1. Άμμος+ξανθιά τύρφη 6:1 ο/ο (νέος ΜΑΡΤΥΡΑΣ)
2. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ζεόλιθος 10:1:1
3. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη τέφρα 10:2:1
4. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Ιπτάμενη τέφρα 10:1:1
5. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη Τέφρα 10:1:1:1
6. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Υγρή τέφρα 10:2:1
7. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Υγρή Τέφρα 10:1:1
8. Άμμος+Τύρφη+Περλίτης 4:1:1
9. Έδαφος (ιλοσηπλώδες) + κοπριά (αγελάδας) 1:1

Τα **9 «ΠΑΛΑΙΑ»** υποστρώματα που αξιολογήθηκαν το 2004 έως και το 2007 ήταν τα εξής (οι αναλογίες ανάμειξης των υλικών είναι σε όγκους, ο/ο)

- 10. M**=Μάρτυρας (μείγμα άμμου+ξανθιάς τύρφης 4:1 ο/ο)
- 11. Z 10:1** (μείγμα M και Ζεόλιθου 10:1 ο/ο)
- 12. Z 5:1** (μείγμα M και Ζεόλιθου 5:1 ο/ο)
- 13. B 10:1** (μείγμα M και Βερμικουλίτη 10:1 ο/ο)
- 14. B 5:1** (μείγμα M και Βερμικουλίτη 5:1 ο/ο)
- 15. IT 10:1** (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 10:1 ο/ο)
- 16. IT 5:1** (μείγμα M και Ιπτάμενης Τέφρας 5:1 ο/ο)
- 17. YT 10:1** (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 10:1 ο/ο)
- 18. YT 5:1** (μείγμα M και Υγρής Τέφρας 5:1 ο/ο)

A. Αποτελέσματα χημικής αντίδρασης (pH)

Το pH των ΝΕΩΝ υποστρωμάτων κυμάνθηκε από 6,8 έως 7,8 που θεωρείτε ελαφρώς (7,1-7,5) έως μέσο (7,6-8,2) αλκαλικό και γενικά δεν θεωρείτε ως προβληματικό για την κανονική ανάπτυξη των περισσότερων φυτικών ειδών.

Παράλληλα όμως δεν αντιπροσωπεύει και ένα "βέλτιστο εύρος pH" για τα περισσότερα λαχανοκομικά είδη (6,5-7,5). Ορισμένα υποστρώματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο pH τους, ενώ ο ΜΑΡΤΥΡΑΣ είχε σημαντική διαφορά μόνο με το υπόστρωμα Νο. 2 (ΜΑΡΤΥΡΑΣ +Βερμικουλίτης +Ζεόλιθος 10:1:1).

Το pH των ΠΑΛΑΙΩΝ υποστρωμάτων κυμάνθηκε από 6,5 έως 7,8 που θεωρείτε ελαφρώς όξινο (6,5-6,9) για τα περισσότερα υποστρώματα (5 στα 9), ελαφρώς αλκαλικό (7,1-7,5) έως μέσο (7,6-8,2) αλκαλικό και γενικά δεν θεωρείτε ως προβληματικό για την κανονική ανάπτυξη των περισσότερων φυτικών ειδών. Οι στατιστικές διαφορές ήταν σε περισσότερα από τα ΝΕΑ υποστρώματα. Ο ΜΑΡΤΥΡΑΣ ήταν σημαντικά διαφορετικός από τα περισσότερα υποστρώματα. ΤΑ υποστρώματα που περιείχαν τέφρες (υγρή – ιπτάμενη) είχαν αριθμητικά υψηλότερες τιμές pH από τα

υποστρώματα με ζεόλιθο και βερμικουλίτη, με σημαντική εξαίρεση το μείγμα Μάρτυρα+Ζεόλιθου 5:1 που έδειξε σχετικά υψηλό (7,2) pH.

Συμπερασματικά, τα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα είχαν ελαφρώς χαμηλότερο pH από τα ΝΕΑ, γεγονός που πιθανώς να οφείλεται στην 4ετή χρήση υδρολίπανσης που οξινοποίησε περισσότερο αυτά τα υποστρώματα σε σύγκριση με τα ΝΕΑ που χρησιμοποιήθηκε υδρολίπανση μόνο σε 1 έτος. Οι τιμές της χημικής αντίδρασης που μετρήθηκαν δεν θεωρούνται αποτρεπτικές για την ανάπτυξη και απόδοση φυτών, χωρίς όμως να βρίσκονται στο επιθυμητό ή βέλτιστο εύρος για τα περισσότερα υδροπονικά παραγόμενα φυτικά είδη. Συνιστάται η χρήση ελαφρώς οξινοποιητικών λιπασμάτων και υδρολίπανσης, για τη σταδιακή μείωση του pH κατά περίπου 0,5. Στα υποστρώματα αυτά βρίσκεται σε εξέλιξη (2008-2009) έρευνα με νέο αντικείμενο τη βελτιστοποίηση του pH με εφαρμογή διαφόρων λιπασμάτων και υδρολίπανσης.

B. Αποτελέσματα Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC-mS/cm).

Τα ΝΕΑ υποστρώματα έδειξαν χαμηλότερη EC (εύρος τιμών 0,29-1,05 κανονική) από τα ΠΑΛΑΙΑ (εύρος τιμών 0,73-3,09 μέση έως υψηλή) με τον Μάρτυρα να είναι σημαντικά διαφορετικός (χαμηλότερη τιμή) από τα περισσότερα ΝΕΑ υποστρώματα. Στα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα, ο Μάρτυρας ήταν σημαντικά διαφορετικός από 2 μόνο υποστρώματα. Στην ομαδοποιημένη σύγκριση των μέσων όρων (Πίνακας 3)

Γ. Ομαδοποιημένη σύγκριση μέσων όρων

Στη στατιστική ανάλυση που έγινε με ομαδοποίηση των 18 υποστρωμάτων, παρατηρήθηκαν (Πίνακας 1.3) σημαντικές διαφορές μεταξύ των ΝΕΩΝ και ΠΑΛΑΙΩΝ σε αρκετά υποστρώματα. Ο Πίνακας αυτός αποτελεί τη βάση του νέου ερευνητικού έργου που βρίσκεται σε εξέλιξη. Τα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα φαίνεται να έχουν συγκριτικά μικρότερες τιμές pH αλλά υψηλότερες τιμές EC από τα ΝΕΑ υποστρώματα.

Τα υποστρώματα των ΜΑΡΤΥΡΩΝ είχαν επίσης στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις δύο ιδιότητες. Να σημειωθεί ότι ο Μάρτυρας στα πρώτα 4 έτη (ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα) ήταν μείγμα Άμμου+Τύρφης 4:1 ο/ο ενώ στο τελευταίο έτος ο Μάρτυρας (στα ΝΕΑ υποστρώματα) περιείχε περισσότερο ποσοστό άμμου και λιγότερο τύρφης από τον προηγούμενο μάρτυρα (μείγμα Άμμου+Τύρφης 6:1 ο/ο. Ο σκοπός αλλαγής του Μάρτυρα στο τελευταίο έτος πειραματισμού ήταν η επιπλέον αξιολόγηση ενός μείγματος με μειωμένη ποσότητας τύρφης κατ' όγκο (δηλαδή περισσότερο όγκο άμμου-αξιολόγηση ενός «οικονομικότερου» μείγματος) για να αξιολογηθεί επίσης και η μεταβολή των δυο σημαντικών ιδιοτήτων που μετρήθηκαν. Επιπλέον ο νέος Μάρτυρας στη διάρκεια των περίπου 12 μηνών που αξιολογήθηκε, θεωρείται ότι δεν έχει σταθεροποιήσει τις φυσικοχημικές του ιδιότητες, στον ίδιο βαθμό με τον παλιό Μάρτυρα, που αξιολογήθηκε για 4 έτη.

Πίνακας 1 Σύγκριση μέσων όρων pH και Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC) ΝΕΩΝ υποστρωμάτων.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ-ΝΕΟ				pH
3. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη τέφρα 10:2:1	A			7,77
4. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Ιπτάμενη τέφρα 10:1:1	A	B		7,63
5. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη Τέφρα 10:1:1:1	A	B		7,63
9. Έδαφος (ιλυοπηλώδες)+κοπριά	A	B		7,60
6. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Υγρή τέφρα 10:2:1	A	B		7,57
ΜΑΡΤΥΡΑΣ 6:1	A	B		7,57
8. Αμμος+Τύρφη+Περλίτης 4:1:1	A	B		7,47
7. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Υγρή Τέφρα 10:1:1		B		7,33
2. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ζεόλιθος 10:1:1			C	6,80
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ-ΝΕΟ				EC (mS/cm)
5. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη Τέφρα 10:1:1:1	A			1,05
9. Έδαφος (ιλυοπηλώδες)+κοπριά	A			0,92
3. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη τέφρα 10:2:1		B		0,70
4. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Ιπτάμενη τέφρα 10:1:1		B		0,70
2. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ζεόλιθος 10:1:1		B		0,64
ΜΑΡΤΥΡΑΣ 6:1			C	0,45
8. Αμμος+Τύρφη+Περλίτης 4:1:1			C	0,35
7. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Υγρή Τέφρα 10:1:1			C	0,31
6. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Υγρή τέφρα 10:2:1			C	0,29

Σημείωση: Οι Μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Πίνακας 2. Σύγκριση μέσων όρων pH και Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC) ΠΑΛΛΙΩΝ υποστρωμάτων. Υποστρώματα που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ-ΠΑΛΛΙΟ						pH
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1	A					7,83
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1		B				7,40
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1		B	C			7,20
ΜΑΡΤΥΡΑΣ 4:1			C			7,10
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1				D		6,83
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1				D		6,80
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1				D		6,77
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1				D		6,77
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1					E	6,47
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ-ΠΑΛΛΙΟ						EC (mS/cm)
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A					3,09
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1	A	B				2,28
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1		B				2,27
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1		B				2,16
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1		B	C			1,97
ΜΑΡΤΥΡΑΣ 4:1		B	C	D		1,73
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1			C	D	E	1,16
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1				D	E	1,02
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1					E	0,73

Σημείωση: Οι τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Πίνακας 3. Στατιστική ανάλυση στα ομαδοποιημένα υποστρώματα.

ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΑ)									pH
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1	A								7,83
3. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη τέφρα 10:2:1	A								7,77
4. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Ιπτάμενη τέφρα 10:1:1	A	B							7,63
5. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη Τέφρα 10:1:1:1	A	B							7,63
9. Έδαφος (ιλυοπηλώδες)+κοπριά	A	B	C						7,60
ΜΑΡΤΥΡΑΣ 6:1	A	B	C						7,57
6. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Υγρή τέφρα 10:2:1	A	B	C						7,57
8. Αμμος+Τύρφη+Περλίτης 4:1:1		B	C	D					7,47
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1		B	C	D					7,40
7. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Υγρή Τέφρα 10:1:1			C	D	E				7,33
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1				D	E				7,20
ΜΑΡΤΥΡΑΣ 4:1					E	F			7,10
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1						F	G		6,83
2. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ζεόλιθος 10:1:1							G		6,80
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1							G		6,80
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1							G		6,77
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1							G		6,77
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1								H	6,47
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ-ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ (ΣΥΝΟΛΙΚΑ)									EC (mS/cm)
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 10:1	A								3,09
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 10:1		B							2,28
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 10:1		B							2,27
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 5:1		B							2,16
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 5:1		B							1,97
ΜΑΡΤΥΡΑΣ 4:1		B							1,73
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 10:1			C						1,16
5. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη Τέφρα 10:1:1:1			C						1,05
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 5:1			C						1,02
9. Έδαφος (ιλυοπηλώδες)+κοπριά			C	D					0,92
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 5:1			C	D	E				0,73
3. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ιπτάμενη τέφρα 10:2:1			C	D	E				0,70
4. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Ιπτάμενη τέφρα 10:1:1			C	D	E				0,70
2. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Ζεόλιθος 10:1:1			C	D	E				0,64
ΜΑΡΤΥΡΑΣ 6:1				D	E				0,45
8. Αμμος+Τύρφη+Περλίτης 4:1:1				D	E				0,35
7. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Ζεόλιθος+Υγρή Τέφρα 10:1:1					E				0,31
6. ΜΑΡΤΥΡΑΣ+Βερμικουλίτης+Υγρή τέφρα 10:2:1					E				0,29

Σημείωση: Οι τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

B. Αποτελέσματα από μετρήσεις W.E.T. (υγρασία-ηλεκτρική αγωγιμότητα-θερμοκρασία) στα υδροπονικά υποστρώματα (παλαιά και νέα)

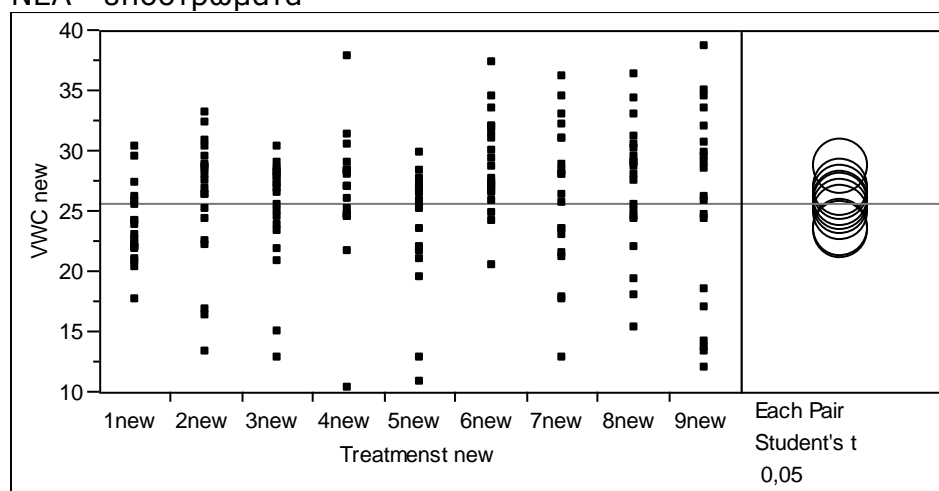
1. Υγρασία υποστρωμάτων (ο/ο %)

Τα ΝΕΑ υποστρώματα (Πίνακας 1) έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκράτηση νερού, με το Νο. 6 (ΜΑΡΤΥΡΑΣ + Βερμικουλίτης +Υγρή τέφρα 10:2:1 ο/ο) να έχει την υψηλότερη ποσότητα υγρασίας και τον ΜΑΡΤΥΡΑ την χαμηλότερη, με εύρος τιμών 23,4-28,7% ο/ο.

Τα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα (Πίνακας 2) έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκράτηση νερού, με το Νο. 9 (ΥΤ 5:1 (μείγμα Μ και Υγρής Τέφρας 5:1 ο/ο) να έχει την υψηλότερη ποσότητα υγρασίας και τον ΜΑΡΤΥΡΑ την χαμηλότερη, με εύρος τιμών 16,5-24,6% ο/ο.

Στην ομαδοποιημένη σύγκριση (Πίνακας 3) υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ ΝΕΩΝ και ΠΑΛΑΙΩΝ υποστρωμάτων. Οι διακυμάνσεις των μέσων τιμών ανά επανάληψη και υπο-επανάληψη (20 τιμές=4Χ5) παρουσιάζονται στις εικόνες 1 έως 3 για τα διάφορα υποστρώματα.

Εικόνα 1. Διακύμανση μέσω τιμών υγρασίας των 20 επαναλήψεων στα ΝΕΑ υποστρώματα

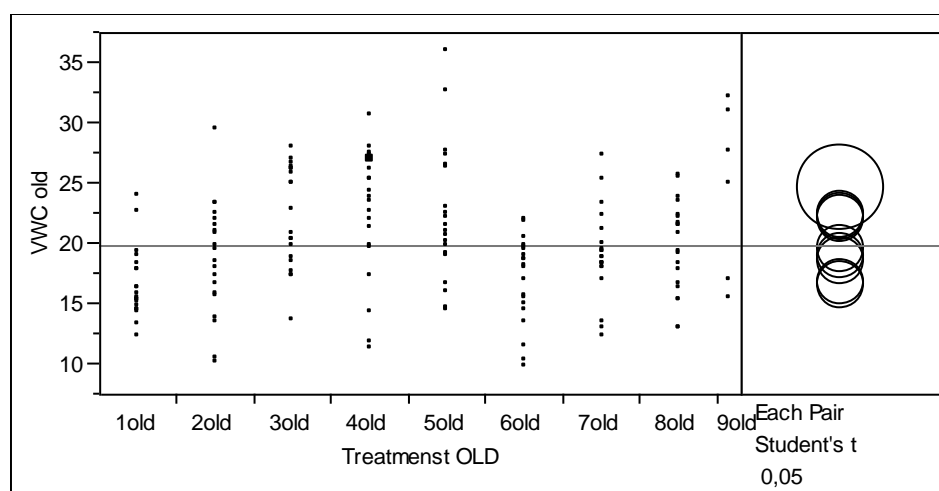


Πίνακας 1. Μέσες τιμές υγρασίας των ΝΕΩΝ υποστρωμάτων

Υπόστρωμα	Μέση Τιμή	
6NEO	A	28,7
8NEO	A B	26,9
4NEO	A B C	26,4
7NEO	A B C	26,0
2NEO	A B C	25,7
9NEO	B C	25,4
3NEO	B C	24,9
5NEO	C	23,6
1 NEO	C	23,4
ΜΑΡΤΥΡΑΣ		

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα 2. Διακύμανση μέσων τιμών υγρασίας των 20 επαναλήψεων στα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα

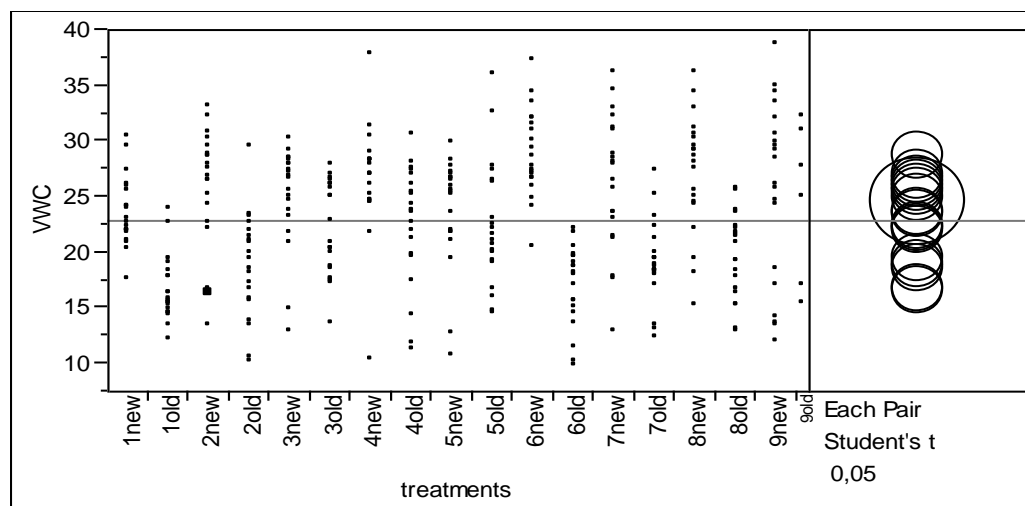


Πίνακας 2. Μέσες τιμές υγρασίας των ΠΑΛΑΙΩΝ υποστρωμάτων

Υπόστρωμα	Μέση Τιμή
9ΠΑΛΑΙΟ	A 24,6
4ΠΑΛΑΙΟ	A 22,3
5ΠΑΛΑΙΟ	A B 22,2
3ΠΑΛΑΙΟ	A B 22,0
8ΠΑΛΑΙΟ	B C 19,5
7ΠΑΛΑΙΟ	C D 18,9
2ΠΑΛΑΙΟ	C D 18,5
6ΠΑΛΑΙΟ	C D 16,8
1 ΠΑΛΑΙΟ ΜΑΡΤΥΡΑΣ	D 16,5

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα 3. Διακύμανση μέσω των τιμών υγρασίας των 20 επαναλήψεων σε ΟΛΑ τα υποστρώματα



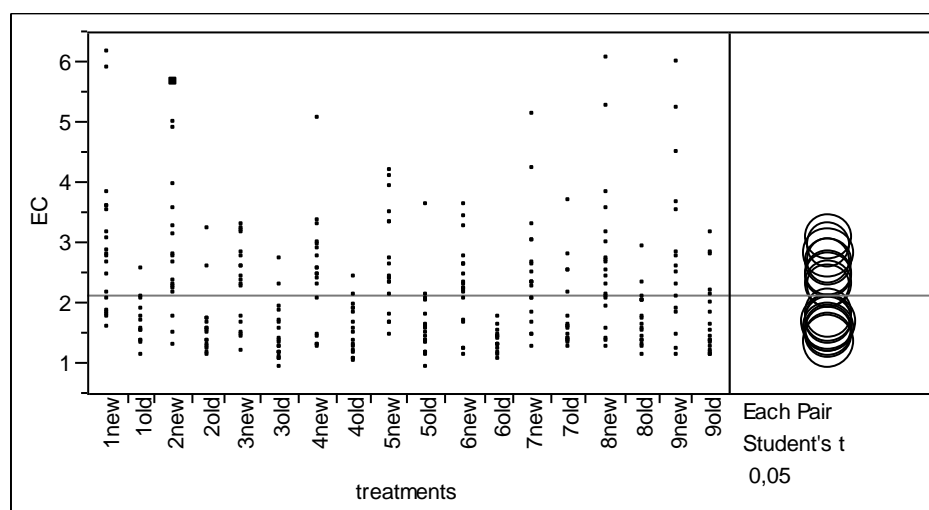
Πίνακας 3. Μέσες τιμές υγρασίας ΟΛΩΝ των υποστρωμάτων

Υπόστρωμα	Μέση Τιμή
6NEO A	28,7
8NEO A B	26,9
4NEO A B C	26,4
7NEO A B C	26,0
2NEO A B C	25,7
9NEO B C	25,4
3NEO B C D	24,9
9ΠΑΛΑΙΟ A B C D	24,6
5NEO C D	23,6
1NEO C D	23,4
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	
4ΠΑΛΑΙΟ D E	22,3
5ΠΑΛΑΙΟ D E	22,2
3ΠΑΛΑΙΟ D E F	22,0
8ΠΑΛΑΙΟ E F G	19,5
7ΠΑΛΑΙΟ F G	18,9
2ΠΑΛΑΙΟ G	18,5
6ΠΑΛΑΙΟ G	16,8
1ΠΑΛΑΙΟ G	16,5
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC-mS/cm) των υποστρωμάτων

Εικόνα .2.1. Διακύμανση μέσω των τιμών EC των 20 επαναλήψεων σε ΟΛΑ τα υποστρώματα



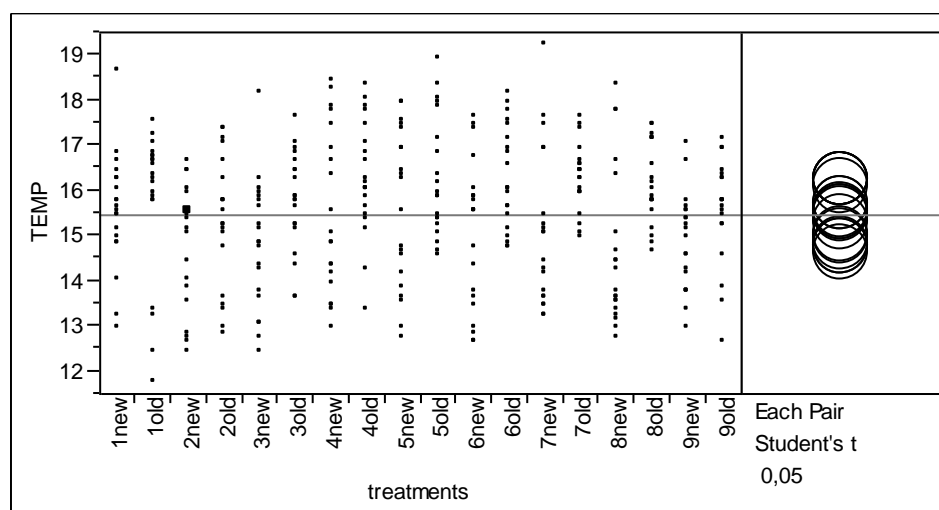
Πίνακας .2.1. Μέσες τιμές EC ΟΛΩΝ των υποστρωμάτων

Υπόστρωμα	Μέση Τιμή
2NEO A	3,09
1 NEO A B	2,95
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	
9NEO A B C	2,82
8NEO A B C	2,68
5NEO A B C	2,66
7NEO B C	2,47
4NEO B C	2,44
3NEO C D	2,31
6NEO C D	2,27
7ΠΑΛΑΙΟ D E	1,82
9ΠΑΛΑΙΟ E	1,72
8ΠΑΛΑΙΟ E	1,71
1 ΠΑΛΑΙΟ E	1,66
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	
2ΠΑΛΑΙΟ E	1,59
5ΠΑΛΑΙΟ E	1,58
4ΠΑΛΑΙΟ E	1,52
3ΠΑΛΑΙΟ E	1,44
6ΠΑΛΑΙΟ E	1,34

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

3. Θερμοκρασία (° C) υποστρωμάτων

Εικόνα 3.1. Διακύμανση μέσω των τιμών θερμοκρασίας των 20 επαναλήψεων σε ΟΛΑ τα υποστρώματα



Πίνακας 3.1 Μέσες τιμές θερμοκρασίας ΟΛΩΝ των υποστρωμάτων

Υπόστρωμα						Μέση Τιμή
5ΠΑΛΑΙΟ	A					16,2
6ΠΑΛΑΙΟ	A					16,2
4ΠΑΛΑΙΟ	A					16,2
7ΠΑΛΑΙΟ	A					16,2
8ΠΑΛΑΙΟ	A	B				16,1
3ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C			15,7
1 ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C			15,7
ΜΑΡΤΥΡΑΣ						
5ΝΕΟ	A	B	C	D		15,5
9ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C	D		15,5
1 ΝΕΟ	A	B	C	D		15,5
ΜΑΡΤΥΡΑΣ						
4ΝΕΟ	A	B	C	D	E	15,5
2ΠΑΛΑΙΟ		B	C	D	E	15,3
7ΝΕΟ			C	D	E	15,0
6ΝΕΟ			C	D	E	15,0
9ΝΕΟ				D	E	14,8
2ΝΕΟ				D	E	14,7
3ΝΕΟ				D	E	14,7
8ΝΕΟ					E	14,6

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Γ. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΤΑ «ΝΕΑ» ΚΑΙ «ΠΑΛΑΙΑ» ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.

Η απόδοση του μαρουλιού (ποικιλία Long Island) μετρήθηκε στις 11-1-2008, σε δυο πειραματικά των 369 γλαστρών που φυτεύτηκαν ταυτόχρονα. Η μέση απόδοση στα «παλαιά» υποστρώματα κυμάνθηκε από 844 έως 2199 g (σε 10 γλάστρες) ενώ στα «νέα» υποστρώματα από 596 έως 2997 g (σε 10 γλάστρες).

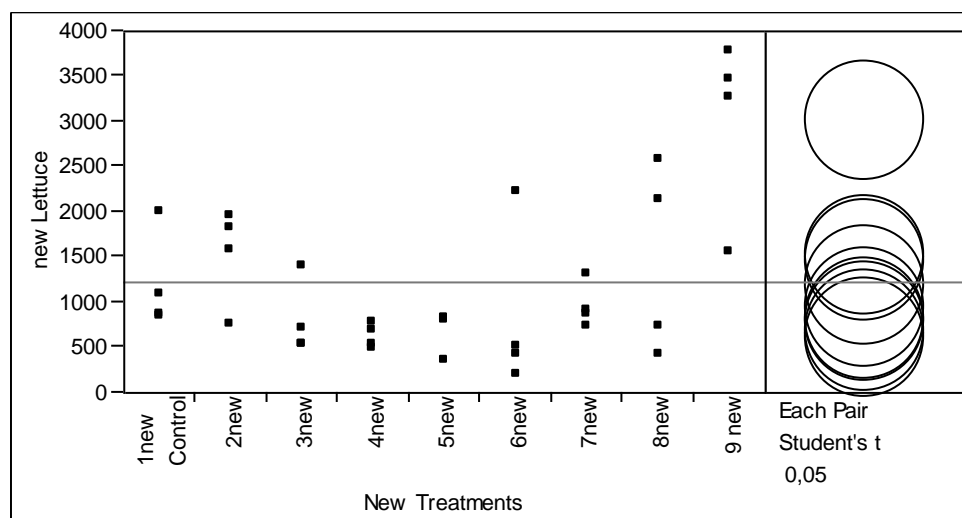
Η στατιστική ανάλυση ανά είδος υποστρωμάτων και με ομαδοποίησή τους παρουσιάζεται στους Πίνακες 1 έως 3. Η διακύμανση των μετρήσεων επίσης παρουσιάζεται στις Εικόνες 1 έως 3.

Στα ΝΕΑ υποστρώματα (Πίνακας 1) παρατηρήθηκε μια σημαντική διακύμανση τιμών και έτσι οι διαφορές των μέσων όρων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές με εξαίρεση το υπόστρωμα Νο. 9 (Έδαφος, ιλυοπηλώδες+κοπριά), αν και οι αριθμητικές τιμές των διαφορών μεταξύ των υποστρωμάτων ήταν μεγάλες.

Στα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα (Πίνακας 2) παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων με υψηλότερη απόδοση από το υπόστρωμα Νο. 3 (Μάρτυρας+Ζεόλιθος 5:1) και χαμηλότερη από το υπόστρωμα Νο. 6 (Μάρτυρας+IT 10:1).

Στη ομαδοποιημένη ανάλυση των 18 υποστρωμάτων (Πίνακας 3) υπήρξαν πολλές σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων (ΝΕΩΝ και ΠΑΛΑΙΩΝ) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο σε ένα πολυπαραγοντικό μοντέλο επιλογής βέλτιστου υποστρώματος.

Εικόνα 1. Διακύμανση μέσω των τιμών των 4 επαναλήψεων στα ΝΕΑ υποστρώματα

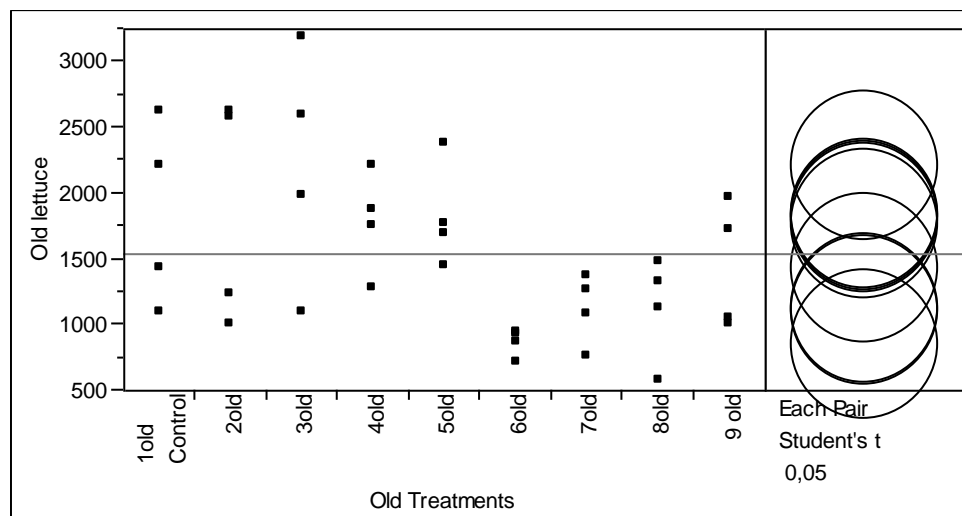


Πίνακας 1 . Μέση απόδοση ΝΕΩΝ υποστρωμάτων (g/ 10 γλάστρες)
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ **Μέση τιμή**

9 ΝΕΟ	A	2997,0
2 ΝΕΟ	B	1505,0
8 ΝΕΟ	B	1453,5
1 ΝΕΟ ΜΑΡΤΥΡΑΣ	B	1177,0
7 ΝΕΟ	B	932,0
6 ΝΕΟ	B	810,0
3 ΝΕΟ	B	771,5
5 ΝΕΟ	B	675,5
4 ΝΕΟ	B	596,8

Σημείωση: Οι τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα 2. Διακύμανση μέσω των τιμών των 4 επαναλήψεων στα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα

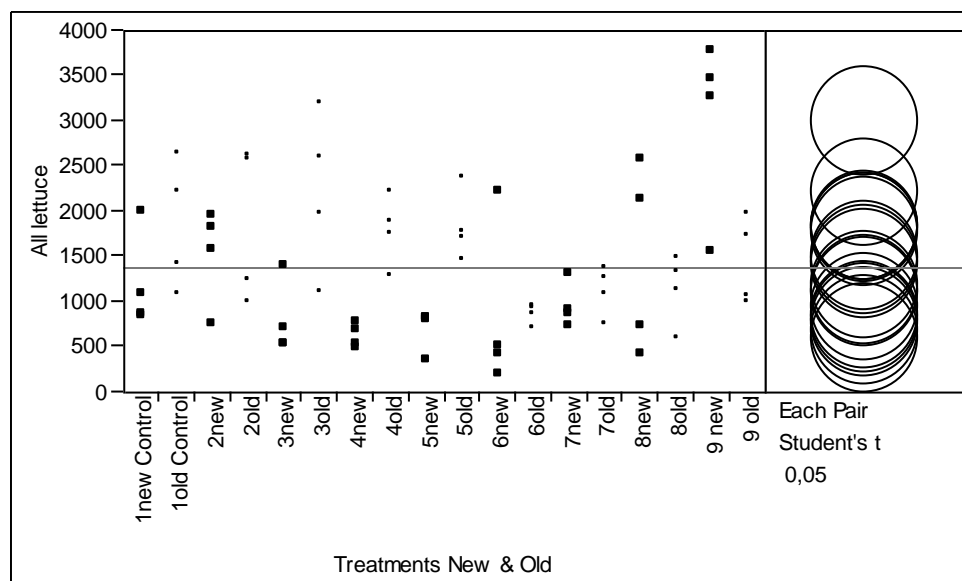


Πίνακας 2 . Μέση απόδοση ΠΑΛΑΙΩΝ υποστρωμάτων (g/ 10 γλάστρες)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	Μέση τιμή
3 ΠΑΛΑΙΟ A	2199,5
2 ΠΑΛΑΙΟ A B	1842,0
1 ΠΑΛΑΙΟ A B	1823,0
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	
5 ΠΑΛΑΙΟ A B	1811,0
4 ΠΑΛΑΙΟ A B	1766,0
9 ΠΑΛΑΙΟ A B C	1420,0
8 ΠΑΛΑΙΟ B C	1113,5
7 ΠΑΛΑΙΟ B C	1099,0
6 ΠΑΛΑΙΟ C	844,5

Σημείωση: Οι τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

Εικόνα 3. Διακύμανση μέσω των τιμών των 4 επαναλήψεων σε ΟΛΑ τα υποστρώματα



Πίνακας 3 . Μέση απόδοση όλων των υποστρωμάτων (g/ 10 γλάστρες)

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ							Μέση τιμή
9 ΝΕΟ	A						2997,0
3 ΠΑΛΑΙΟ	A	B					2199,5
2 ΠΑΛΑΙΟ		B	C				1842,0
1 ΠΑΛΑΙΟ ΜΑΡΤΥΡΑΣ		B	C				1823,0
5 ΠΑΛΑΙΟ		B	C				1811,0
4 ΠΑΛΑΙΟ		B	C	D			1766,0
2 ΝΕΟ		B	C	D	E		1505,0
8 ΝΕΟ		B	C	D	E	F	1453,5
9 ΠΑΛΑΙΟ		B	C	D	E	F	1420,0
1 ΝΕΟ ΜΑΡΤΥΡΑΣ			C	D	E	F	1177,0
8 ΠΑΛΑΙΟ			C	D	E	F	1113,5
7 ΠΑΛΑΙΟ			C	D	E	F	1099,0
7 ΝΕΟ				D	E	F	932,0
6 ΠΑΛΑΙΟ					E	F	844,5
6 ΝΕΟ					E	F	810,0
3 ΝΕΟ					E	F	771,5
5 ΝΕΟ					E	F	675,5
4 ΝΕΟ						F	596,8

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Δ. Αποτελέσματα από μετρήσεις χλωροφύλλης φύλλων (SPAD units) στα υδροπονικά υποστρώματα (παλαιά και νέα)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΑΡΟΥΛΙΑ

Οι μετρήσεις χλωροφύλλης (σε μονάδες SPAD) σε φύλλα του μαρουλιού (ποικιλία Long Island) έγιναν στις 6-12-2007 και σε μεσαίο στάδιο ανάπτυξης φυτών, πριν τη συγκομιδή, σε δυο πειραματικά των 369 γλαστρών που φυτεύθηκαν ταυτόχρονα. Η μέση τιμή στα «παλαιά» υποστρώματα κυμάνθηκε από 27,5 έως 32,9 (σε 5 τυχαίες γλάστρες/επανάληψη και 3 φύλλα ανά γλάστρα, στις 4 επαναλήψεις) ενώ στα «νέα» υποστρώματα από 28,8 έως 34,5.

Η στατιστική ανάλυση ανά είδος υποστρωμάτων και με ομαδοποίησή τους παρουσιάζεται στους Πίνακες 1Α έως 3Α. Η διακύμανση των μετρήσεων επίσης παρουσιάζεται στις Εικόνες 1Α έως 3Α.

Το υπόστρωμα Νο. 9 έδειξε την μεγαλύτερη τιμή και το Νο. 7 την μικρότερη «χλωροφύλλης» από τα ΝΕΑ υποστρώματα που ήταν και τα μόνα υποστρώματα είχαν και στατιστικά σημαντική διαφορά σε αυτή την παράμετρο. Αντίστοιχα, από τα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα τα Νο. 3 και Νο. 8, που είχαν και στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ διαφορά σημαντική υπάρχει και μεταξύ των Νο. 6 από το Νο. 3.

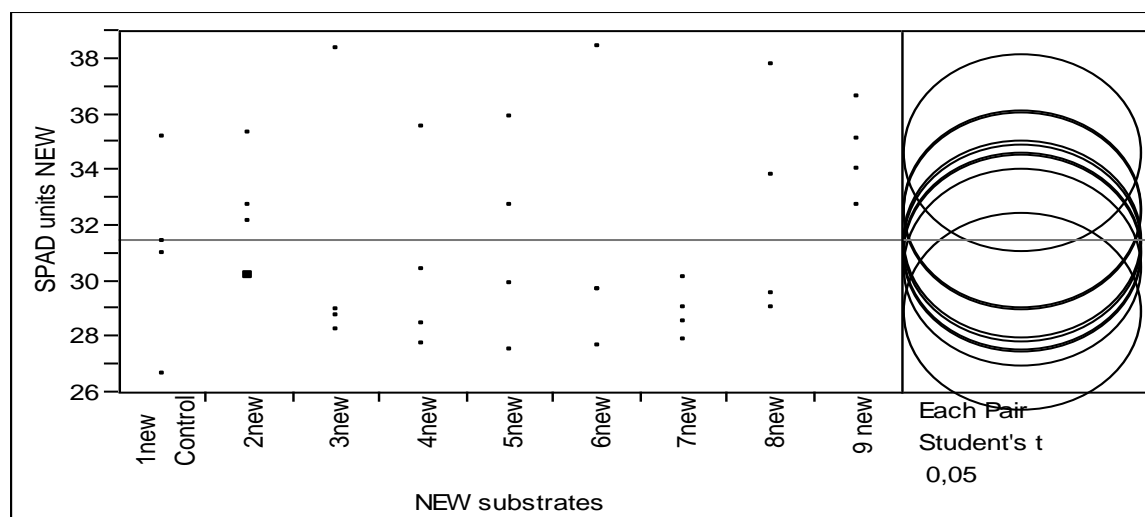
Στην ομαδοποιημένη σύγκριση, στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρξαν μεταξύ του Νο. 9 ΝΕΟ και των Νο. 7 ΠΑΛΑΙΟ, Νο. 7 ΝΕΟ, Νο. 6 ΠΑΛΑΙΟ και Νο. 8 ΠΑΛΑΙΟ.

Σε σύγκριση με τις μέσες τιμές απόδοσης (προηγούμενο κεφάλαιο) φαίνεται ότι υπάρχει ισχυρή σχέση μεταξύ «απόδοσης» και «χλωροφύλλης». Από την στατιστική ανάλυση (γραμμική παλινδρόμηση) που παρουσιάζεται στην Εικόνα 4 (με όλα τα δεδομένα) και Εικόνα 5 (με αφαίρεση των «εσφαλμένων» σημείων - Mahalanobis Outlier Distance Plot method) φαίνεται ότι η γραμμική σχέση πρόβλεψης της απόδοσης από τις μετρήσεις χλωροφύλλης είναι στατιστικά σημαντική και ότι η «χλωροφύλλη» μπορεί να εξηγήσει από μόνη της το 25% (**ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ= -2417 + 123* SPAD units, R²=0,25**) έως το 41% (**ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ= -3162 + 146*SPAD units, R²=0,41**) της

παραλλακτικότητας στην «απόδοση». Έτσι, η μέτρηση χλωροφύλλης είναι σημαντική παράμετρος σε ένα πιθανό πολυπαραγοντικό μοντέλο εκτίμησης της απόδοσης του μαρουλιού.

Τα αποτελέσματα από τις πιπεριές έδειξαν παρόμοια τάση. μεταξύ απόδοσης και μετρήσεων χλωροφύλλης.

Εικόνα 1Α. Διακύμανση μέσων τιμών των 4 επαναλήψεων στα ΝΕΑ υποστρώματα για μετρήσεις χλωροφύλλης (SPAD units)

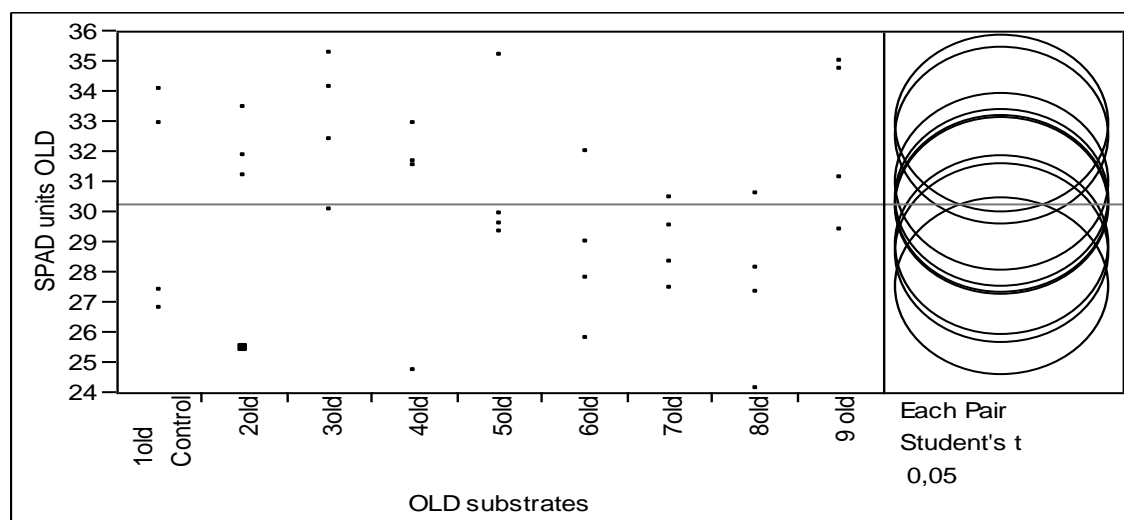


Πίνακας 1Α . Μέσες τιμές χλωροφύλλης φύλλων (SPAD units) ΝΕΩΝ υποστρωμάτων

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ			Μέση τιμή
9 ΝΕΟ	A		34,5
2ΝΕΟ	A	B	32,5
8ΝΕΟ	A	B	32,5
5ΝΕΟ	A	B	31,5
6ΝΕΟ	A	B	31,3
3ΝΕΟ	A	B	31,0
1 ΝΕΟ ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	31,0
ΜΑΡΤΥΡΑΣ			
4ΝΕΟ	A	B	30,5
7ΝΕΟ		B	28,8

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα 2Α. Διακύμανση μέσω των τιμών των 4 επαναλήψεων στα ΠΑΛΑΙΑ υποστρώματα για μετρήσεις χλωροφύλλης (SPAD units)

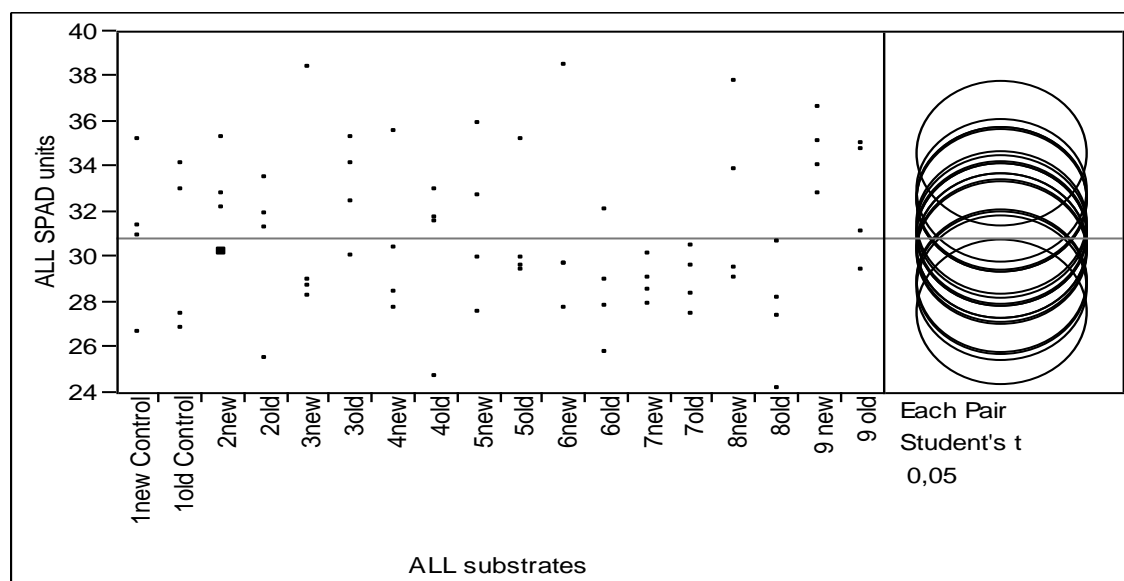


Πίνακας 2Α. Μέσες τιμές χλωροφύλλης φύλλων (SPAD units) ΠΑΛΑΙΩΝ υποστρωμάτων

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ				Μέση τιμή
3ΠΑΛΑΙΟ	A			32,9
9 ΠΑΛΑΙΟ	A	B		32,5
5ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C	31,0
2ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C	30,4
1 ΠΑΛΑΙΟ ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	C	30,2
4ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C	30,2
7ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C	28,9
6ΠΑΛΑΙΟ		B	C	28,6
8ΠΑΛΑΙΟ			C	27,5

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα 3Α. Διακύμανση μέσω των τιμών των 4 επαναλήψεων σε ΟΛΑ τα υποστρώματα για μετρήσεις χλωροφύλλης (SPAD units)



Πίνακας 3Α. Μέσες τιμές χλωροφύλλης φύλλων (SPAD units) ΟΛΩΝ των υποστρωμάτων

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ

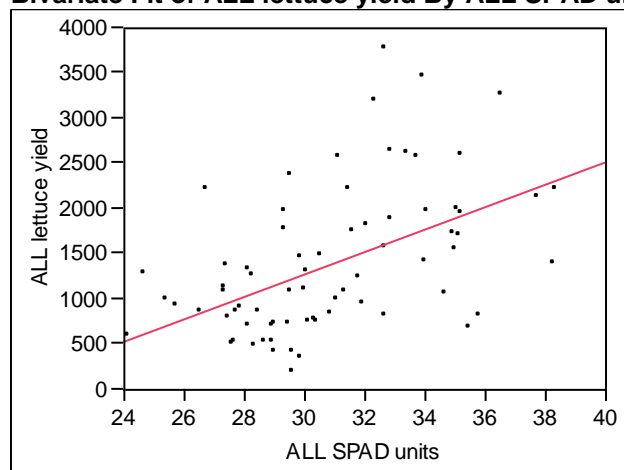
Μέση τιμή

9 ΝΕΟ	A			34,5
3ΠΑΛΑΙΟ	A	B		32,9
2ΝΕΟ	A	B		32,5
9 ΠΑΛΑΙΟ	A	B		32,5
8ΝΕΟ	A	B		32,5
5ΝΕΟ	A	B	C	31,5
6ΝΕΟ	A	B	C	31,3
3ΝΕΟ	A	B	C	31,0
1 ΝΕΟ ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	C	31,0
5ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C	31,0
4ΝΕΟ	A	B	C	30,5
2ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C	30,4
1 ΠΑΛΑΙΟ ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	C	30,2
4ΠΑΛΑΙΟ	A	B	C	30,2
7ΠΑΛΑΙΟ		B	C	28,9
7ΝΕΟ		B	C	28,8
6ΠΑΛΑΙΟ		B	C	28,6
8ΠΑΛΑΙΟ			C	27,5

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα .4. Γραμμική παλινδρόμηση «απόδοσης» και «χλωροφύλλης» με ΟΛΑ τα δεδομένα

Bivariate Fit of ALL lettuce yield By ALL SPAD units



— Linear Fit

Linear Fit

ALL lettuce yield = -2416,677 + 122,98005*ALL SPAD units
 ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ = -2416,677 + 122,98005* SPAD units

Summary of Fit

RSquare	0,250469
RSquare Adj	0,239761
Root Μέση Τιμή Square Error	702,5909
Μέση Τιμή of Response	1379,819
Observations (or Sum Wgts)	72

Analysis of Variance

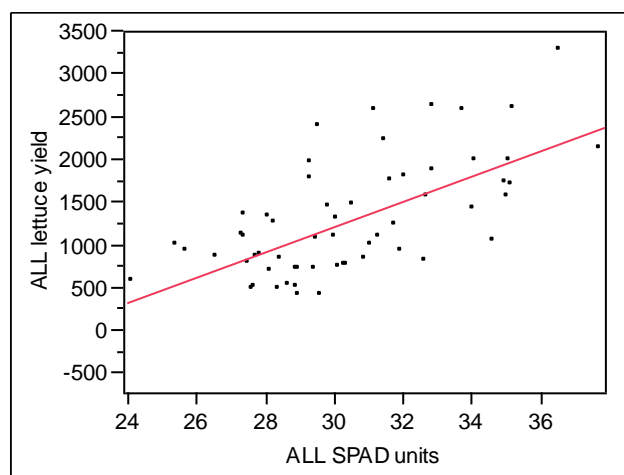
Source	DF	Sum of Squares	Μέση Τιμή Square	F Ratio
Model	1	11546954	11546954	23,3917
Error	70	34554377	493633,96	Prob > F
C. Total	71	46101331		<,0001

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-2416,677	789,3228	-3,06	0,0031
ALL SPAD units	122,98005	25,42749	4,84	<,0001

Εικόνα 5. Γραμμική παλινδρόμηση «απόδοσης» και «χλωροφύλλης» με αφαίρεση «εσφαλμένων-outliers” δεδομένων (Mahalanobis Outlier Distance Plot method)

Bivariate Fit of ALL lettuce yield By ALL SPAD units



— Linear Fit

Linear Fit

ALL lettuce yield = -3161,876 + 145,83208*ALL SPAD units
 ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ= -3161,876 + 145,83208*SPAD units

Summary of Fit

RSquare	0,409158
RSquare Adj	0,398792
Root Μέση Τιμή Square Error	517,9715
Μέση Τιμή of Response	1278,39
Observations (or Sum Wgts)	59

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Μέση Τιμή Square	F Ratio
Model	1	10590232	10590232	39,4724
Error	57	15292784	268294,45	Prob > F
C. Total	58	25883016		<,0001

Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-3161,876	709,9537	-4,45	<,0001
ALL SPAD units	145,83208	23,21166	6,28	<,0001

Θ. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΓΧΩΡΙΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΑ

Ένα σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα των υποστρωμάτων που αξιολογήθηκαν στο Ερευνητικό έργο είναι η μακροβιότητά τους λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας άμμου και ανόργανων υλικών (συνεχής χρήση τους για πολλά έτη >20) σε σχέση με τα περισσότερα ανόργανα εμπορικά υποστρώματα που έχουν διάρκεια ζωής από 1 έως 2 έτη (πετροβάμβακας, περλίτης, ελαφρόπετρα). Παρατηρήθηκε επίσης μια σταθερότητα στις βασικές φυσικο-χημικές τους ιδιότητες, γεγονός που μπορεί να αξιοποιηθεί ως θετικό εμπορικό χαρακτηριστικό σε συνάρτηση με την «μακροβιότητά» τους.

Άλλα επιχειρηματικά πλεονεκτήματα για επαγγελματίες φυτωριούχους και παραγωγούς είναι:

- το μικρό κόστος τους (Ο Ελληνικός βερμικουλίτης μπορεί να ανταγωνισθεί το κόστος των εισαγόμενων ειδών βερμικουλίτη από Γερμανία και Ν. Αφρική με τρέχον κόστος τους περίπου 20-24 €/100 λίτρα. Η ιπτάμενη και υγρή τέφρα προσφέρονται ουσιαστικά δωρεάν για χρήση με μόνο το κόστος μεταφοράς τους. (Δεν βρέθηκαν επαρκή οικονομικά δεδομένα για τον Ελληνικό ζεόλιθο σε σχέση με τον εισαγόμενο από Βουλγαρία και άλλες γειτονικές χώρες)
- η «εύκολη και οικονομική» μεταβολή των ιδιοτήτων τους για προσαρμογή σε διαφορετικά φυτικά είδη. Το pH ρυθμισθεί σχετικά εύκολα και με οικονομικό τρόπο (μείωση με χρήση θείου, θειϊκής αμμωνίας, θειϊκού σιδήρου ή υδατοδιαλυτά λιπάσματα με χαμηλό pH). Αντίθετα αν η οργανική ουσία που χρησιμοποιείται στο μείγμα είναι ισχυρά όξινη, τα 4 υπό μελέτη υλικά ρυθμίζουν την οξύτητα σε βέλτιστα επίπεδα λόγω της αλκαλικής τους αντίδρασης.
- η σημαντική ικανότητα συγκράτησης και εναλλαγής θρεπτικών κατιόντων (CEC) και ανιόντων, όπως παρατηρήθηκε στα πειράματα «μειωμένων εισροών» του έργου.
- η σχετικά υψηλή συγκράτηση υγρασίας
- οι βέλτιστες συνθήκες θερμοκρασίας και αερισμού των ριζών
- εξαιρετική στραγγισιμότητα

- η Ηλεκτρική Αγωγιμότητά τους κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα και δεν αποτελεί πρόβλημα στην ανάπτυξη και απόδοση των φυτών, στη διάρκεια του χρόνου αξιολόγησής τους

Θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη στην αξιολόγηση των πειραματικών αποτελεσμάτων το γεγονός ότι τα διάφορα φυτικά είδη στο θερμοκήπιο και στους αγρούς, αναπτύχθηκαν σε συνθήκες «μειωμένων εισροών» στα πλαίσια της προσέγγισης LISA (Low Input Sustainable Agriculture-Αειφορική Γεωργία Μειωμένων Εισροών). Έτσι χρησιμοποιήθηκαν μειωμένες εισροές άρδευσης, λίπανσης και φυτοπροστασίας. Με βάση τα αποτελέσματα του 4-ετούς ερευνητικού έργου και τις μετρήσεις σε φυσικο-χημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων και σε ποικιλία φυτικών ειδών, συνάγεται ότι τα υλικά που μελετήθηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικά υποστρώματα σε σχέση με τα κοινά «εμπορικά» υποστρώματα με μικρότερο κόστος, μακροβιότερη χρήση και συγκρίσιμα αποτελέσματα στην απόδοση.

Περαιτέρω αξιολόγηση των υλικών απαιτείται ως προς την δυνατότητα βελτίωσης ορισμένων χαρακτηριστικών τους και ιδιαίτερα της χημικής τους αντίδρασης. Επίσης απαιτείται περαιτέρω αξιολόγηση φυτικών ειδών, λόγω της «ειδικής ή εξειδικευμένης» επίδρασης που επέδειξαν τα υποστρώματα σε αγρονομικά χαρακτηριστικά των διαφόρων φυτικών ειδών που μελετήθηκαν. Τέλος, τα υποστρώματα αυτά θα πρέπει να αξιολογηθούν συγκριτικά με γνωστά εμπορικά υποστρώματα σε συνθήκες μειωμένων αλλά και βέλτιστων εισροών, για να εκτιμηθεί η συγκριτική διαφορά τους. Η βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε στο παρόν έργο είναι σημαντική αφετηρία και μοναδική στη παγκόσμια βιβλιογραφία για την επόμενη φάση περαιτέρω αξιολόγησης των 4 γεωλογικών υλικών ως υδροπονικά υποστρώματα.

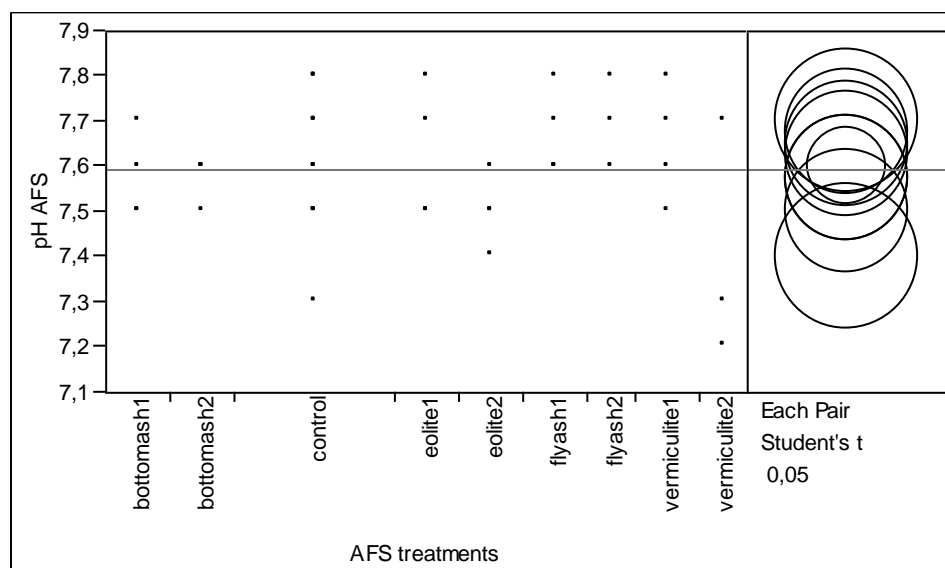
I. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ

Συνοπτικά αποτελέσματα από τους 2 αγρούς στα 3 έτη 1. Εδαφολογικές αναλύσεις (Μετρήσεις pH και EC)

1.1. Εδαφολογικές αναλύσεις για το έτος 2004

Δυο σημαντικές χημικές ιδιότητες που μελετήθηκαν και επηρεάζουν την αύξηση και απόδοση των φυτών ήταν το pH και η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC). Στους παρακάτω Πίνακες Γ.1 - Γ6 και Εικόνες Γ.1 - Γ.6 παρουσιάζεται η μεταβολή των δυο ιδιοτήτων στους δυο αγρούς και στα 3 έτη της μελέτης και η διακύμανση των τιμών. Τα εδαφικά δείγματα έχουν αποθηκευθεί για περαιτέρω αναλύσεις.

Εικόνα Γ.1. Διακύμανση τιμών pH στον αγρό Θέρμης -2004

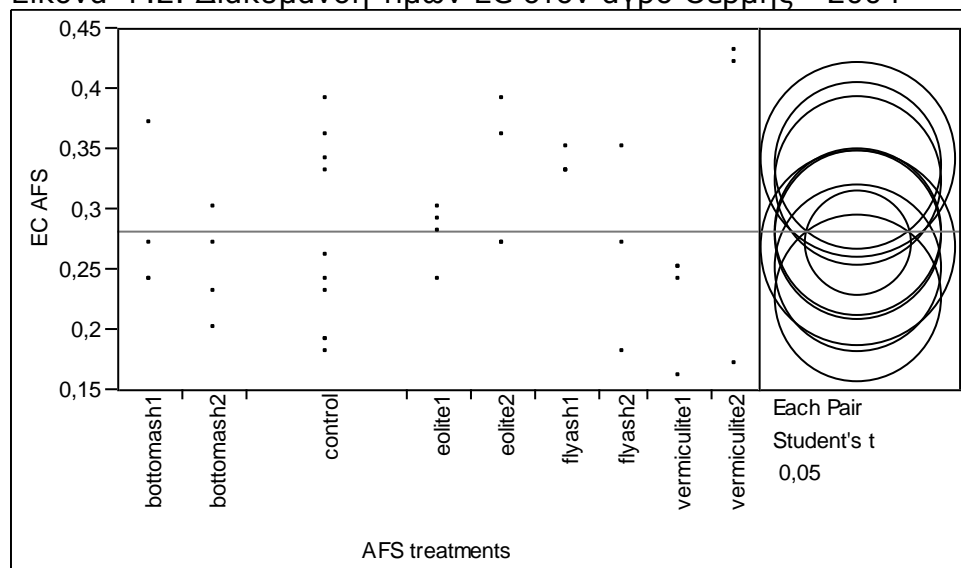


Πίνακας Γ.1. Σύγκριση μέσων τιμών pH στον αγρό Θέρμης -2004

Level	Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A 7,70
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A 7,68
Βερμικουλίτης 1	A 7,65
Ζεόλιθος 1	A 7,63
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A 7,60
Υγρή Τέφρα 1	A B 7,58
Υγρή Τέφρα 2	A B 7,58
Ζεόλιθος 2	A B 7,50
Βερμικουλίτης 2	B 7,40

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

Εικόνα Γ.2. Διακύμανση τιμών EC στον αγρό Θέρμης -2004

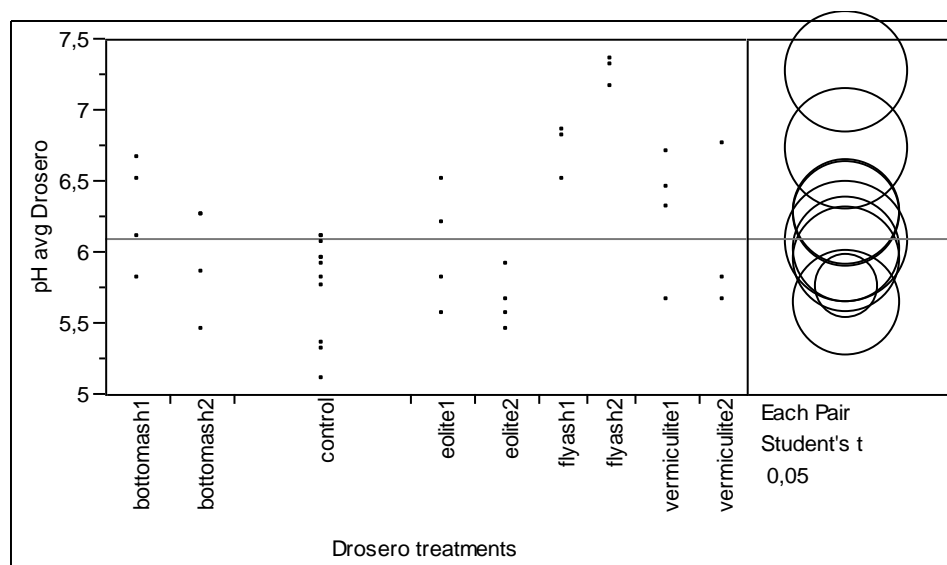


Πίνακας Γ.2. Σύγκριση μέσων τιμών EC στον αγρό Θέρμης -2004

	Level		Mean
Βερμικουλίτης 2	A		0,34
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A		0,34
Ζεόλιθος 2	A	B	0,32
Υγρή Τέφρα 1	A	B	0,28
Ζεόλιθος 1	A	B	0,28
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	B	0,27
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A	B	0,27
Υγρή Τέφρα 2	A	B	0,25
Βερμικουλίτης 1	B		0,23

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα Γ.3. Διακύμανση τιμών pH στον αγρό Δροσερού -2004

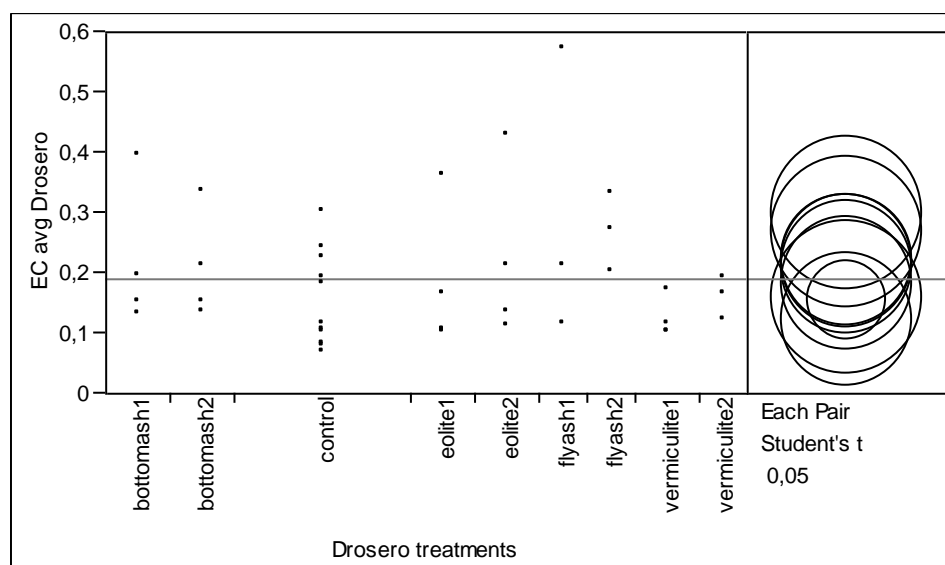


Πίνακας Γ.3. Σύγκριση μέσων τιμών pH στον αγρό Δροσερού -2004

Level				Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A			7,27
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A	B		6,72
Βερμικουλίτης 1		B	C	6,28
Υγρή Τέφρα 1		B	C	6,26
Βερμικουλίτης 2			C D	6,07
Ζεόλιθος 1			C D	6,01
Υγρή Τέφρα 2			C D	5,95
ΜΑΡΤΥΡΑΣ			D	5,76
Ζεόλιθος 2			D	5,64

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

Εικόνα Γ.4. Διακύμανση τιμών EC στον αγρό Δροσερού -2004



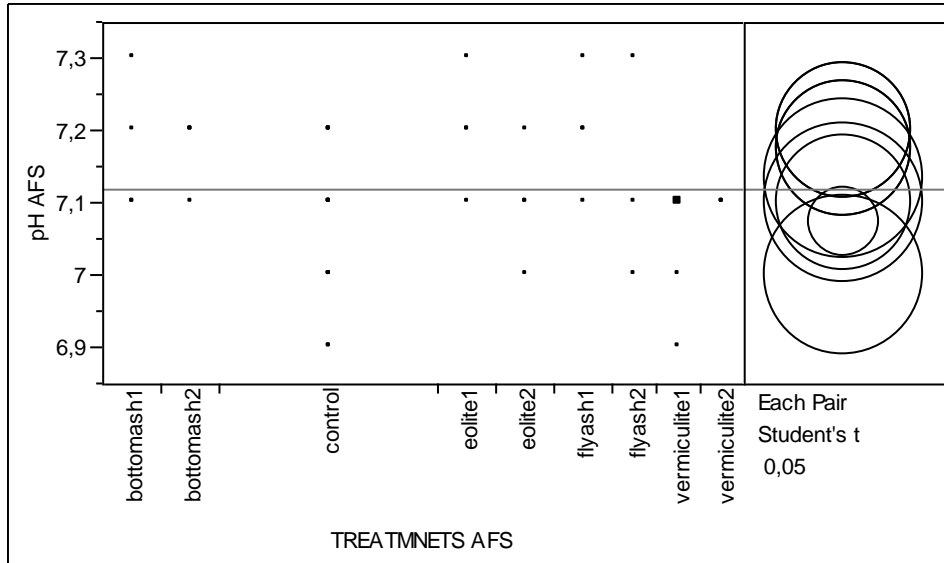
Πίνακας Γ.4. Σύγκριση μέσων τιμών EC στον αγρό Δροσερού -2004

Level		Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A	0,30
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A B	0,27
Ζεόλιθος 2	A B	0,22
Υγρή Τέφρα 1	A B	0,22
Υγρή Τέφρα 2	A B	0,21
Ζεόλιθος 1	A B	0,18
Βερμικουλίτης 2	A B	0,16
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	B	0,15
Βερμικουλίτης 1	B	0,12

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

1.2. Εδαφολογικές αναλύσεις για το έτος 2005

Εικόνα Γ.5 . Διακύμανση τιμών pH στον αγρό Θέρμης -2005

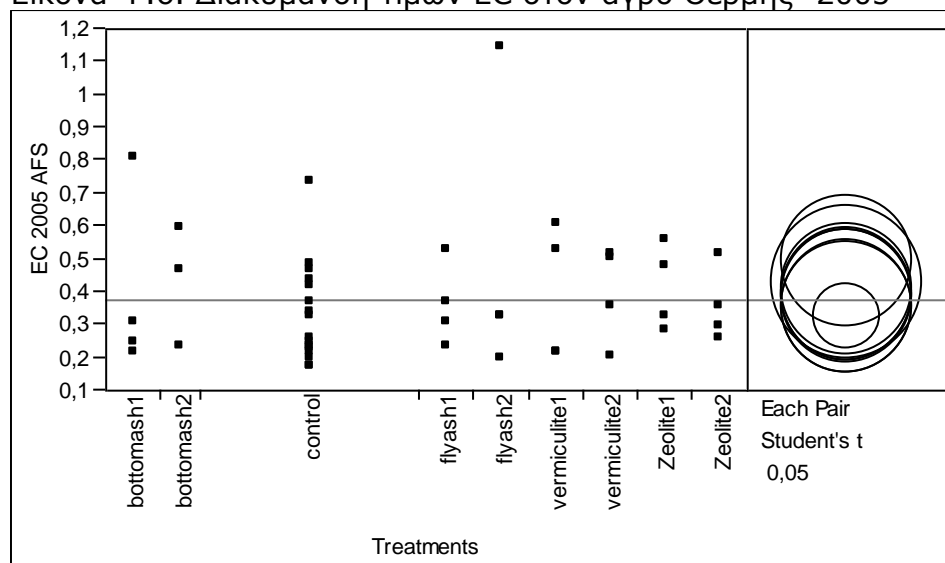


Πίνακας Γ.5 . Σύγκριση μέσω τιμών pH στον αγρό Θέρμης -2005

Level				Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A			7,20
Ζεόλιθος 1	A			7,20
Υγρή Τέφρα 1	A	B		7,18
Υγρή Τέφρα 2	A	B		7,18
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A	B	C	7,13
Ζεόλιθος 2	A	B	C	7,10
Βερμικουλίτης 2	A	B	C	7,10
ΜΑΡΤΥΡΑΣ		B	C	7,07
Βερμικουλίτης 1			C	7,00

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα Γ.6. Διακύμανση τιμών EC στον αγρό Θέρμης -2005

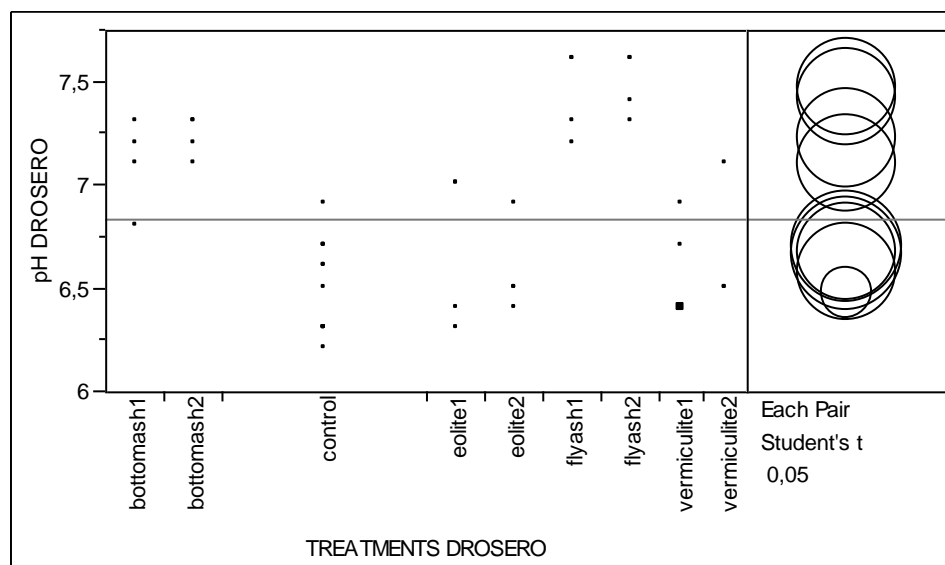


Πίνακας Γ.6. Σύγκριση μέσω τιμών EC στον αγρό Θέρμης -2005

Level		Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A	0,49
Υγρή Τέφρα 2	A	0,43
Ζεόλιθος 1	A	0,41
Βερμικουλίτης 2	A	0,39
Υγρή Τέφρα 1	A	0,39
Βερμικουλίτης 1	A	0,39
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A	0,35
Ζεόλιθος 2	A	0,35
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	0,33

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

Εικόνα Γ.7 . Διακύμανση τιμών pH στον αγρό Δροσερού -2005

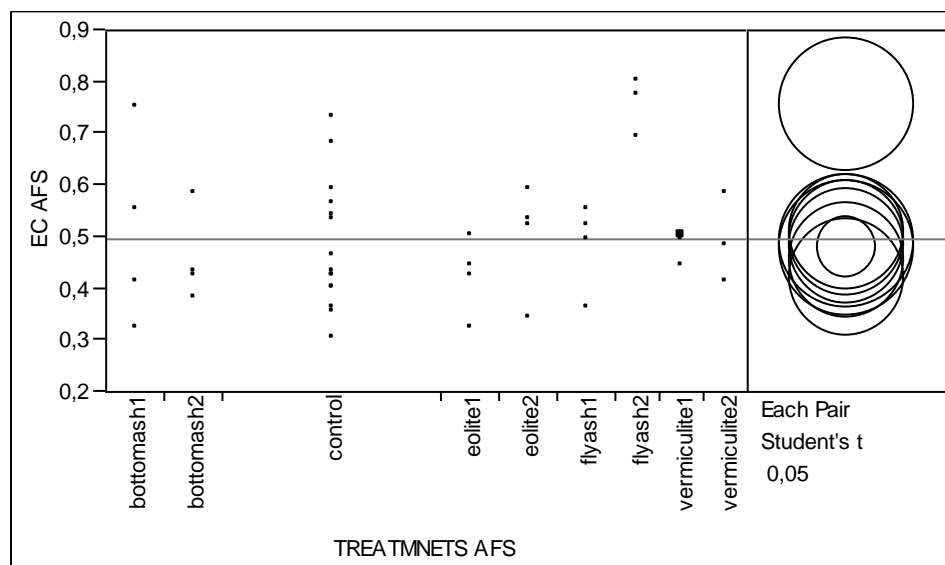


Πίνακας Γ.7. Σύγκριση μέσω τιμών pH στον αγρό Δροσερού-2005

Level	Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 2 A	7,41
Ιπτάμενη Τέφρα 1 A B	7,21
Υγρή Τέφρα 2 A B	6.91
Υγρή Τέφρα 1 B	6,71
Βερμικουλίτης 2 C	6,42
Ζεόλιθος 1 C	6,31
Βερμικουλίτης 1 C	6,28
Ζεόλιθος 2 C D	6,05
ΜΑΡΤΥΡΑΣ D	5,78

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα Γ.8. Διακύμανση τιμών EC στον αγρό Θέρμης -2005



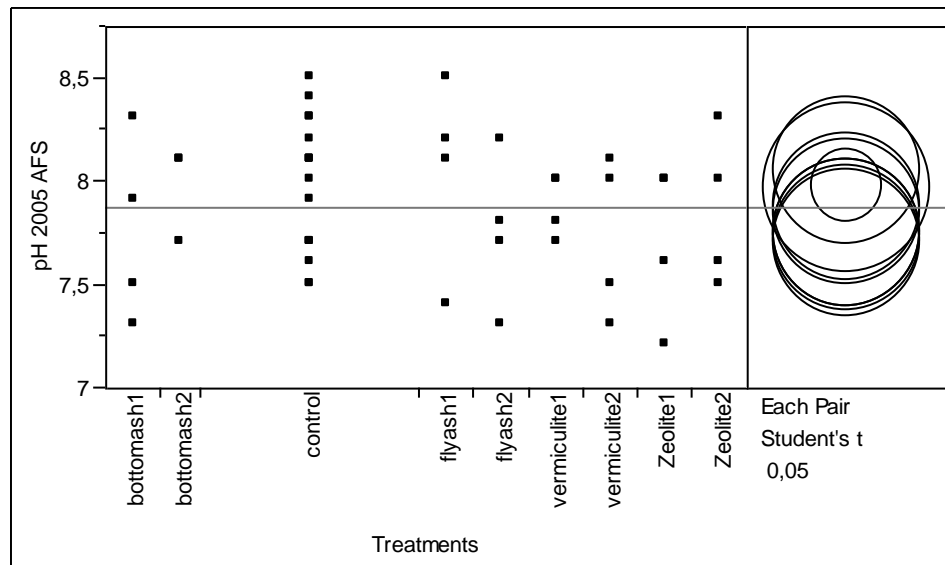
Πίνακας Γ.8 . Σύγκριση μέσων τιμών EC στον αγρό Θέρμης -2005

Level		Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A	0,75
Υγρή Τέφρα 1	B	0,51
Ζεόλιθος 2	B	0,50
Βερμικουλίτης 2	B	0,49
Ιπτάμενη Τέφρα 1	B	0,48
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	B	0,48
Βερμικουλίτης 1	B	0,48
Υγρή Τέφρα 2	B	0,45
Ζεόλιθος 1	B	0,42

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

1.3. Εδαφολογικές αναλύσεις για το έτος 2006

Εικόνα Γ.9. Διακύμανση τιμών pH στον αγρό Θέρμης -2006

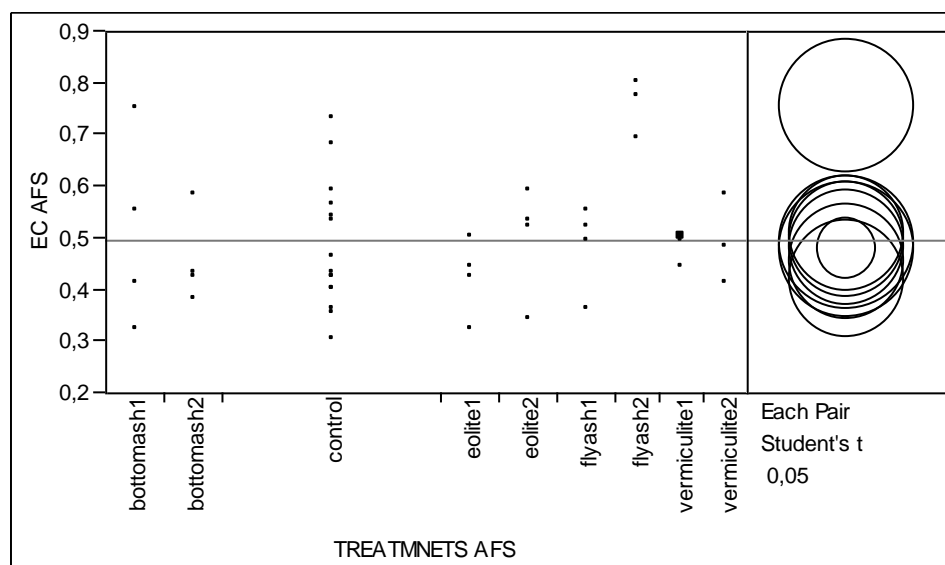


Πίνακας Γ.9 . Σύγκριση μέσων τιμών pH στον αγρό Θέρμης –2006

Level		Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A	8,05
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A	7,98
Υγρή Τέφρα 2	A	7,97
Βερμικουλίτης 1	A	7,88
Ζεόλιθος 2	A	7,85
Υγρή Τέφρα 1	A	7,75
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A	7,75
Βερμικουλίτης 2	A	7,73
Ζεόλιθος 1	A	7,70

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

Εικόνα Γ.10 . Διακύμανση τιμών EC στον αγρό Θέρμης -2006

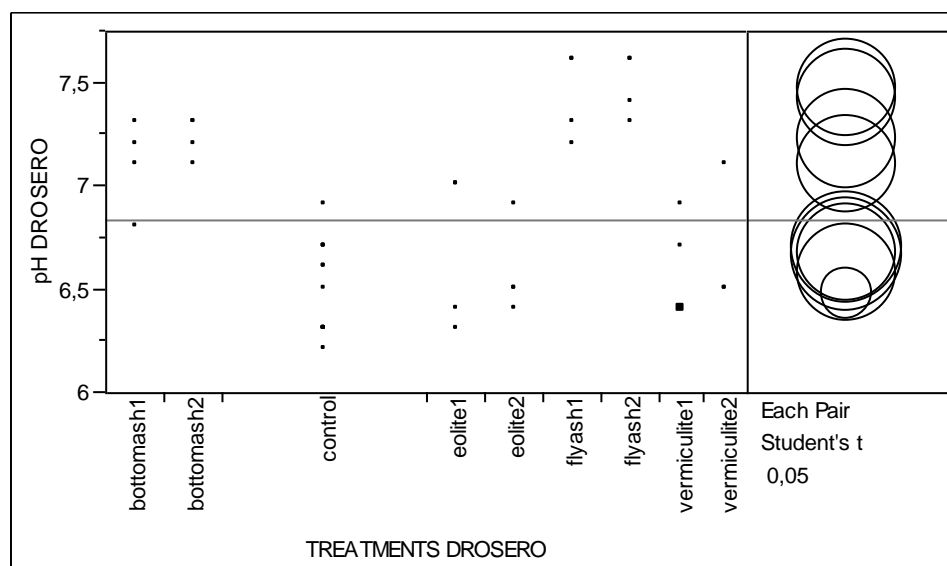


Πίνακας Γ.10. Σύγκριση μέσων τιμών EC στον αγρό Θέρμης -2006

Level		Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A	0,75
Υγρή Τέφρα 1	B	0,51
Ζεόλιθος 2	B	0,50
Βερμικουλίτης 2	B	0,49
Ιπτάμενη Τέφρα 1	B	0,48
MARTYΡΑΣ	B	0,48
Βερμικουλίτης 1	B	0,48
Υγρή Τέφρα 2	B	0,45
Ζεόλιθος 1	B	0,42

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Εικόνα Γ.11 . Διακύμανση τιμών pH στον αγρό Δροσερού -2006



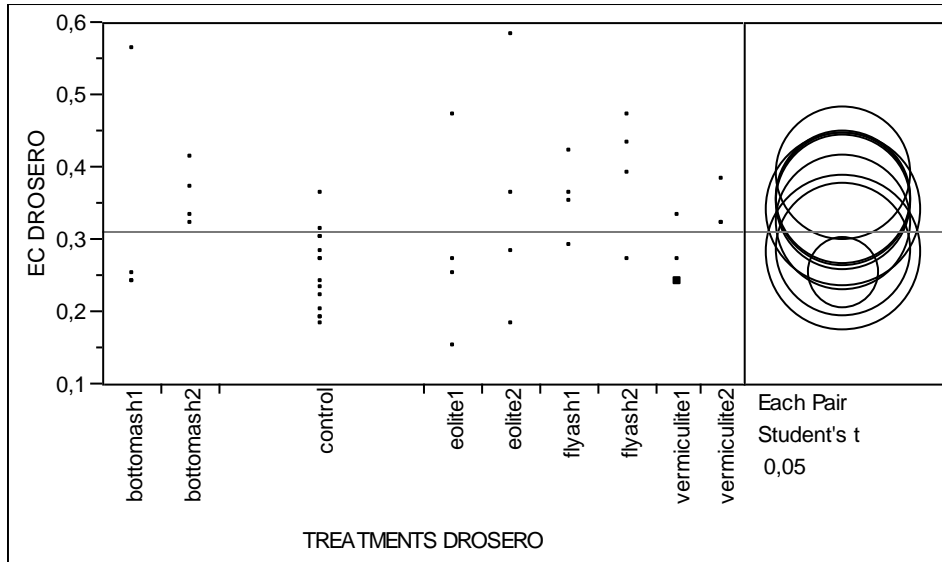
Πίνακας Γ.11 . Σύγκριση μέσων τιμών pH στον αγρό Δροσερού-2006

Level	Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 2 A	7,48
Ιπτάμενη Τέφρα 1 A B	7,43
Υγρή Τέφρα 2 A B	7,23
Υγρή Τέφρα 1 B	7,10
Βερμικουλίτης 2 C	6,70
Ζεόλιθος 1 C	6,68
Βερμικουλίτης 1 C	6,67
Ζεόλιθος 2 C	6,58
ΜΑΡΤΥΡΑΣ D	5,91

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο $P=0,05$

1.4. Εδαφολογικές αναλύσεις για το έτος 2007

Εικόνα Γ.12. Διακύμανση τιμών EC στον αγρό Δροσερού -2007



Πίνακας Γ.12 . Σύγκριση μέσων τιμών EC στον αγρό Δροσερού-2007

Level			Mean
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A		0,39
Υγρή Τέφρα 2	A	B	0,36
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A	B	0,36
Ζεόλιθος 2	A	B	0,35
Βερμικουλίτης 2	A	B	0,34
Υγρή Τέφρα 1	A	B	0,32
Ζεόλιθος 1	A	B	0,29
Βερμικουλίτης 1	A	B	0,28
ΜΑΡΤΥΡΑΣ		B	0,25

Σημείωση: Μέσες τιμές που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

2. Πειραματικός Αγρός ΑΓΣΘ –ΘΕΡΜΗ - Ν. Θεσσαλονίκης

Η απόδοση του γλυκού καλαμποκιού στην Θέρμη (έδαφος με βασικό pH) δεν επηρεάσθηκε σημαντικά από τις δύο δόσεις και από τα 4 υλικά (Πίνακας Β.1). Σε σχέση με το προηγούμενο έτος, η απόδοση αυξήθηκε αριθμητικά κυρίως ανάμεσα στις 3 δόσεις. Μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με το 2004 έδειξαν οι δύο τύποι της τέφρας.

Στον Πίνακα Β.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με διαφορετική στατιστική ανάλυση θεωρώντας ως μεταχειρίσεις το κάθε υλικό με την δόση του (1 ή 2). Έτσι, το σχέδιο αναλύεται ως 9 μεταχειρίσεις (4 υλικά Χ 2 δόσεις +Μάρτυρας). Τα αποτελέσματα για τον αγρό ΑΓΣ-Θέρμης έδειξαν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 9 μεταχειρίσεων ως προς την απόδοση και το συνολικό αριθμό σπαδικών αλλά μόνο ως προς το μέσο βάρος σπάδικα (τα υλικά Βερμικουλίτης 2, Ζεόλιθος 1 και Ιπτάμενη Τέφρα 1 ήταν σημαντικά από την Υγρή Τέφρα 1, ως προς το χαρακτηριστικό αυτό).

Υπήρξε όμως μεγάλη αριθμητική διαφορά ως προς την απόδοση όλων των μεταχειρίσεων από τον Μάρτυρα (εκτός από την Υγρή Τέφρα 1)

3. Πειραματικός Αγρός ΔΡΟΣΕΡΟΥ - Ν. Ημαθίας

Η απόδοση του γλυκού καλαμποκιού στον αγρό Δροσερού ((όξινο έδαφος) επηρεάσθηκε σημαντικά και από τα 4 υλικά αλλά όχι από τις δύο δόσεις (Πίνακας Β.1) . Σε σχέση με το προηγούμενο έτος, η απόδοση αυξήθηκε αριθμητικά κυρίως στα 4 υλικά και στις 2 δόσεις. Μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με το 2004 έδειξαν οι δύο τύποι της τέφρας αλλά τη μεγαλύτερη αύξηση συγκριτικά την έδειξε ο ζεόλιθος.

Στον Πίνακα Β.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα με διαφορετική στατιστική ανάλυση θεωρώντας ως μεταχειρίσεις το κάθε υλικό με την δόση του (1 ή 2). Έτσι, το σχέδιο αναλύεται ως 9 μεταχειρίσεις (4 υλικά Χ 2 δόσεις +Μάρτυρας). Τα αποτελέσματα για τον αγρό Δροσερού έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 9 μεταχειρίσεων ως προς την απόδοση και το συνολικό αριθμό σπαδικών αλλά όχι ως προς το μέσο βάρος σπάδικα

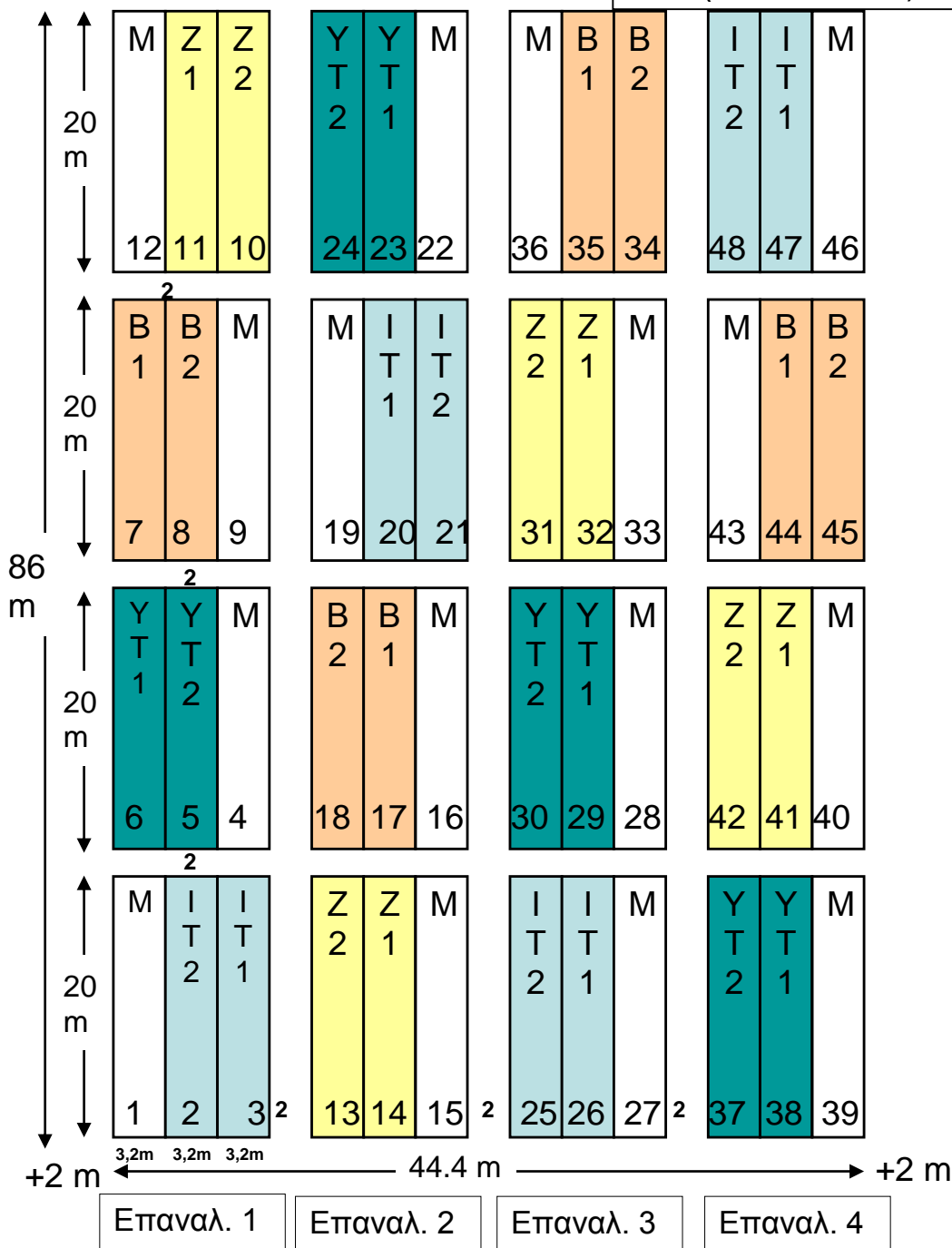
Πειραματικό Σχέδιο Αγρού

Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σπάρθηκαν 4 γραμμές γλυκού καλαμποκιού 0.75 -0,8 m.

ΣΧΕΔΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Γλυκό καλαμπόκι, ποικιλία: Excalibur F1-Express F1
Έκταση πειραματικού=48.4 m X 90 m= 4356 m²

Κωδικοί: M=Μάρτυρας ΥΤ=Υγρή Τέφρα, ΙΤ=Ιπτάμενη Τέφρα Ζ=Ζεόλιθος Β=Βερμικουλίτης
(1=45 liters 2=90 liters)



ΠΙΝΑΚΑΣ Β.1. Συνολικά αποτελέσματα σύγκρισης μέσων όρων της επίδρασης των 4 υλικών και των 3 δόσεων τους, στην απόδοση (kg/2 σειρές τεμαχίου) γλυκού καλαμποκιού στους δύο αγρούς το έτος 2005 Διαφορές μέσων όρων (t-test, $\alpha=0,05$).

* Μέσοι όροι που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα, δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

ΑΓΡΟΣ	ΥΛΙΚΟ	ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ 2005	*	Απόδοση 2004
ΑΓΣ	ΖΕΟΛΙΘΟΣ	9,41	A	9,72 A
	ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ	10,14	A	9,11 AB
	ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ (ΙΤ)	10,28	A	8,0 AB
	ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ (ΥΤ)	9,37	A	6,16 B
ΔΡΟΣΕΡΟ	ΖΕΟΛΙΘΟΣ	7,97	AB	2,78 B
	ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ	6,31	B	4,54 AB
	ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ (ΙΤ)	10,20	A	5,59 A
	ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ (ΥΤ)	8,40	AB	5,19 A

ΑΓΡΟΣ	Επίπεδο (Δόση) υλικού, <i>liters/plot</i>	ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ 2005	*	Απόδοση 2004
ΑΓΣ	0	8,33	A	6,88 B
	45	9,47	A	8,55 A
	90	11,27	A	9,32 A
ΔΡΟΣΕΡΟ	0	8,06	A	3,43 B
	45	8,45	A	5,77 A
	90	8,46	A	4,37 B

Πίνακας Β.2. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα από την απόδοση (g/2 σειρές), αριθμό σπαδικών (σε 2 σειρές) και μέσο βάρος σπάδικα ανα μεταχείριση για τον αγρό ΑΓΣ-Θέρμης.
Οι αριθμοί 1 και 2 μετά το όνομα υλικού αναφέρονται στις δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν. Δόση 2 = δόση 1x2)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΑΓΡΟ ΑΓΣ-ΘΕΡΜΗ 2005		
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (g/2 σειρές)
Βερμικουλίτης 2	A	14327
Υγρή Τέφρα 2	A	11005
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A	10988
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A	10875
Ζεόλιθος 2	A	10660
Βερμικουλίτης 1	A	9520
Υγρή Τέφρα 1	A	9275
Μάρτυρας	A	8205
Ζεόλιθος 1	A	7285
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ		Σύνολο σπαδικών/2 σειρές
Βερμικουλίτης 2	A	51,0
Ζεόλιθος 2	A	40,8
Υγρή Τέφρα 2	A	40,5
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A	40,3
Ιπτάμενη Τέφρα 2	A	40,0
Μάρτυρας	A	39,5
Υγρή Τέφρα 1	A	39,3
Βερμικουλίτης 1	A	35,8
Ζεόλιθος 1	A	26,5
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ		Μ.Ο βάρους σπαδικα (g)
Βερμικουλίτης 2	A	279,9
Ζεόλιθος 1	A	273,6
Ιπτάμενη Τέφρα 1	A	271,9
Ιπτάμενη Τέφρα 2	AB	264,4
Βερμικουλίτης 1	AB	263,8
Υγρή Τέφρα 2	AB	258,9
Ζεόλιθος 2	AB	258,7
Μάρτυρας	AB	253,0
Υγρή Τέφρα 1	B	230,9

Σημείωση: Μεταχειρίσεις που σημειώνονται με το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

Πίνακας Β.3. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα από την απόδοση (σειρές), αριθμό σπαδικών (σε 2 σειρές) και μέσο βάρος σπάδικα ανα μεταχείριση για τον αγρό Δροσερού.

Οι αριθμοί 1 και 2 μετά το όνομα υλικού αναφέρονται στις δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν. Δόση 2 = δόση 1x2)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΑΓΡΟ ΔΡΟΣΕΡΟΥ 2005				
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ			ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (g/2 σειρές)	
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 1	A		12183,0	
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 2	A	B	10723,0	
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 2	A	B	C	8588,0
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 2	A	B	C	8395,0
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 1	A	B	C	8345,0
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 1		B	C	7740,0
ΜΑΡΤΥΡΑΣ		B	C	7666,0
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 1		B	C	7005,0
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 2			C	5833,0
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ			Μ.Ο. σπαδικών/2 σειρές	
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 1	A		48,3	
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 2	A		42,3	
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 1	A	B	35,3	
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 2	A	B	34,5	
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 2		B	C	32,8
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 1		B	C	32,0
ΜΑΡΤΥΡΑΣ			C	29,8
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 1			C	29,3
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 2			C	23,8
ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ			Μ.Ο βάρους σπαδικα (g)	
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 2	A		261,7	
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 2	A		253,9	
ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ 1	A		253,4	
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	A		248,2	
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 2	A		244,1	
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 2	A		241,3	
ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ 1	A		237,4	
ΖΕΟΛΙΘΟΣ 1	A		232,1	
ΥΓΡΗ ΤΕΦΡΑ 1	A		232,0	

Σημείωση: Μεταχειρίσεις που σημειώνονται από το ίδιο γράμμα δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο P=0,05

4. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥΣ ΑΓΡΟΥΣ

- Οι μέση απόδοση και στους δύο αγρούς κατά το 2005 ήταν αριθμητικά υψηλότερη από το 2004, γεγονός που εικάζεται ότι οφείλεται στην πρωϊμότερη σπορά κατά το 2005 (βέλτιστες ημερομηνίες), στη καλύτερη καταπολέμηση των ζιζανίων και στην μικρότερη εμφάνιση εχθρών και ασθενειών, στους δύο αγρούς
- Μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση παρατηρήθηκε στον αγρό Δροσερού (σχεδόν 100% σε σχέση με το 2004) και στον αγρό ΑΓΣ-Θέρμης (περίπου 65%).
- Ενισχύθηκε η απόδοση των δύο τύπων τέφρας στον αγρό ΑΓΣ-Θέρμης και η απόδοση του ζεόλιθου και βερμικουλίτη στον αγρό Δροσερού με παράλληλα και μεγάλη αύξηση και των δύο τύπων τέφρας στον ίδιο αγρό.
- Οι περισσότερες μεταχειρίσεις έδειξαν μεγαλύτερη απόδοση από τον Μάρτυρα και στους δύο αγρούς
- Αν συνεχισθεί και στις επόμενες καλλιεργητικές περιόδους η γενική τάση που παρατηρήθηκε το 2004 και το 2005, τα αποτελέσματα θα έχουν ενισχυμένη στατιστική αξία και συνεπώς πλέον αξιόπιστο οικονομικό-εφαρμόσιμο αποτέλεσμα.

Πίνακας με Κρίσιμα όρια τιμών pH και EC και περιγραφή για την ανάλυση εδάφους

1. pH

<4.5	Πολύ ισχυρώς όξινο
4.5-5.2	Ισχυρώς όξινο
5.2-6.5	Μέτρια όξινο
6.5-6.9	Ελαφρώς όξινο
7.0	Ουδέτερο
7.1-7.5	Ελαφρώς αλκαλικό
7.6-8.2	Μέτρια αλκαλικό
8.2-9.0	Ισχυρώς αλκαλικό
>9.1	Πολύ ισχυρώς αλκαλικό

2. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) εδάφους

<1 (dS/m στους 25 °C)	Κανονική
1-2	Μέτρια
2-4	Υψηλή
>4	Πολύ υψηλή

Κ. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

1. Πειραματισμός στον Αγρό

Οι ποσότητες των 4 υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στους αγρούς ήταν $45 \text{ l}/64 \text{ m}^2=0,7 \text{ l}/ \text{m}^2$ (η μικρότερη δόση) και $90 \text{ l}/64 \text{ m}^2=1,41 \text{ l}/ \text{m}^2$ η μεγαλύτερη δόση στο πρώτο έτος και κατόπιν οι δόσεις αθροιστικά ήταν διπλάσιες για το 2005 (1,41 και 2,81 l/ m^2) και τριπλάσιες για το 2006 (2,1 και 4,22 l/ m^2), καθότι στα ίδια πειραματικά τεμάχια εφαρμοζόταν η ίδια δόση κάθε έτος. Τα 4 υλικά συμπεριφέρθηκαν διαφορετικά στους δύο αγρούς και κυρίως επηρέασαν την χημική αντίδραση των δυο διαφορετικών εδαφών με προφανώς εντονότερη επίδραση στο όξινο έδαφος λόγω της αλκαλικής αντίδρασης των υλικών

Τα τελικά αποτελέσματα των αποδόσεων στους δύο αγρούς επιβεβαίωσαν γενικά την επίδραση των μεταχειρίσεων στα αγρονομικά χαρακτηριστικά «απόδοση», «φρέσκο μεικτό βάρος σπαδικών» και «αριθμός σπαδικών» στο γλυκό καλαμπόκι. Τα χαρακτηριστικά αυτό σχετίζονται άμεσα με την συνολική απόδοση του φυτού. Τα τεμάχια με **μηδενική εισροή** των πειραματικών υλικών, είχαν στις περισσότερες περιπτώσεις το μικρότερο βάρος σπάδικα και την χαμηλότερη απόδοση ανά τεμάχιο, γεγονός που σημαίνει ότι η προσθήκη των υλικών αύξησε την απόδοση του γλυκού καλαμποκιού. Η μεγάλη αριθμητική αύξηση της απόδοσης στον όξινο αγρό του Δροσερού, εικάζεται ότι οφείλεται περισσότερο στην επίδραση των υλικών και δόσεων και λιγότερο στις καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόστηκαν.

2. Πειραματισμός στο Θερμοκήπιο

Η **απόδοση σε καρπό** των δύο ποικιλιών πιπεριάς στο θερμοκήπιο, επηρεάστηκε από τα υποστρώματα. Γενικά για τις δύο ποικιλίες και στις δύο πλευρές, τα υποστρώματα της Τέφρας είχαν την μικρότερη απόδοση ανά γλάστρα με στατιστικά σημαντική

διαφορά από τα υπόλοιπα, σε ορισμένες περιπτώσεις. Τις υψηλότερες αποδόσεις είχαν τα υποστρώματα του Ζεόλιθου και του Βερμικουλίτη, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά από τον Μάρτυρα.

Τα αποτελέσματα αυτά διαφοροποιήθηκαν από τις αποδόσεις του 2004, με κύριο χαρακτηριστικό ότι περισσότερα υποστρώματα είχαν μεγαλύτερη απόδοση από τον Μάρτυρα σε σύγκριση με το 2004, γεγονός που εικάζεται ότι οφείλεται στη σταθεροποίηση των ιδιοτήτων των μεταχειρίσεων και στη καλύτερη αξιοποίηση των θρεπτικών στοιχείων που παρέχονται με την υδρολίπανση.

3. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από την αποκτηθείσα εμπειρία του ερευνητικού έργου, προτείνονται οι ακόλουθες ενέργειες ως συνέχεια και περαιτέρω αξιολόγηση των 4 υλικών:

1. Να γίνει περαιτέρω ανάλυση των εδαφικών και υδροπονικών (υποστρώματα) δειγμάτων που συλλέχθηκαν και έχουν αποθηκευθεί, για να αξιολογηθεί η επίδραση των 4 υλικών και σε άλλες φυσικοχημικές ιδιότητες των δυο εδαφών και των 18 υποστρωμάτων
2. Να συνεχισθεί η μελέτη των 4 υλικών σε **α**: αγρούς με καλλιέργεια άλλων φυτικών ειδών (λαχανοκομικών φυτών, φυτών μεγάλης καλλιέργειας και δενδρωδών καλλιεργειών) για να μελετηθεί η διαφορική επίδραση των υλικών σε συνάρτηση με το φυτικό είδος , **β**: σε περισσότερους εδαφικούς τύπους σε πειράματα 2ετούς διάρκειας κατ' ελάχιστο και **γ**. Με την παράλληλη αξιοποίηση άλλων εμπορικών ανόργανων «εδαφοβελτιωτικών» π.χ. γεωργικό ασβέστη, περλίτη, εισαγόμενος βερμικουλίτη και ζεόλιθο.
3. Να γίνουν συγκριτικά πειράματα υδροπονίας με γνωστά εμπορικά υποστρώματα και με τα αξιολογημένα υποστρώματα και οικονομική μελέτη σε 3ετή διάρκεια πειραματισμού και να αξιοποιηθεί περαιτέρω η υποδομή που δημιουργήθηκε στα πλαίσια αυτού του έργου στο θερμοκήπιο.
4. Να μελετηθούν παράλληλα και οι άλλες πηγές από την Ελλάδα υγρής και ιπτάμενης τέφρας.
5. Να προωθηθεί η χρήση των δυο μορφών τέφρας ως εδαφοβελτιωτικό υλικό σε όξινα εδάφη ($pH < 6$) μετά από ανάλυση για βαρέα μέταλλα.
6. Η εφαρμογή βερμικουλίτη και ζεόλιθου σε εδάφη μπορεί να έχει θετική επίδραση στην απόδοση και στη σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A. ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Αβραμίδου, Π. και Αικ. Γούλιερη.** 2004. Αξιολόγηση τεσσάρων υλικών (ζεόλιθου, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας) ως υδροπονικά υποστρώματα σε καλλιέργεια δύο ποικιλιών πιπεριάς στο θερμοκήπιο. Πτυχιακή Διατριβή, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, ΤΕΙ-Θεσσαλονίκης..
- Ανώνυμος.** 2002. Υδροπονικές καλλιέργειες-Ετήσια Έκδοση. Εκδόσεις ΖΕΥΣ Α.Ε. , Αθήνα.
- Βαρβέρης, Λ.** 1977. Φράουλα-οδηγός για την καλλιέργειά της. Αγροτικές Συνεταιριστικές Εκδόσεις, Θεσσαλονίκη.
- Γκέρτσης, Α.** 2004· 1^η , 2^η και 3^η Τριμηνιαία Έκθεση Προόδου Ερευνητικού Έργου «ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΖΕΟΛΙΘΙΚΩΝ ΤΟΦΩΝ, ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗ, ΥΓΡΗΣ ΚΑΙ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΩΣ ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ» *Τμήμα έργου Α. Εφαρμογές σε καλλιέργειες αγρού.* ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ και ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (Ι.Γ.Μ.Ε.), Γ' ΚΟΙΝΟΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ (2000-2006), ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ» (Ε.Π.ΑΝ.) - ΜΕΤΡΟ 7.3. Αριθμός Σύμβασης 2239/03.
- Γκέρτσης, Α.** 2005, 2006, 2007, 2008, Έκθέσεις Ερευνητικού Έργου «ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΖΕΟΛΙΘΙΚΩΝ ΤΟΦΩΝ, ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗ, ΥΓΡΗΣ ΚΑΙ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΩΣ ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ»
- Δημητράκης Γ. Κ.** 1973. (Έκδοση Β). Λαχανοκομία, σελ.151-153. Εκδόσεις Ανθοκηπουρική, Αθήνα.
- ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε** 2001 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ «ΔΩΔΕΚΑ ΧΡΟΝΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ» (Περιλήψεις)
- Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών Χανίων** 2003 Έρευνα/Υδροπονία και αρωματικά φυτά (Περιλήψεις)
- Κουκουλάκης, Π. Α.** Παπαδόπουλος, Π. Πετρόπουλος, Α. Κούταλος. 1998. Η λίπανση της φράουλας. Τεχνική έκδοση, Θεσσαλονίκη.
- Μαρκάκης, Κ.** 1994. Λίπανση κηπευτικών. Αφιέρωμα: Λίπανση-Θρέψη, Γεωργική Τεχνολογία, Ιαν. 1994, σ. 226-227.
- Μαυρογιαννόπουλος, Γ.Ν.** 1994. Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Μπουρνάκας, Β.** 1996. Λίπανση μαρουλιού. Αφιέρωμα: Ορθολογική λίπανση των καλλιεργειών, Γεωργία_Κτηνοτροφία, τεύχος 9, δεκ. 1996. σ. 282-283.
- Ολυμπίου Μ. Χ.** 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Παναγόπουλος Χ. Γ.** 1995 Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς.

- ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ** 2003 (Περιλήψεις)
Παπαϊωάννου- Σουλιώτη 10/2000 ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ Πιπεριά-
 Προσβολές από ακάρεα σελ. 92
- Πλούμη, Δ.** 2004. Αξιολόγηση τεσσάρων υλικών (ζεόλιθου, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας) ως υδροπονικά υποστρώματα σε καλλιέργεια 10 ποικιλιών τριανταφυλλιάς στο θερμοκήπιο. Πτυχιακή Διατριβή, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, ΤΕΙ-Θεσσαλονίκης.
- Σπάρτης Ι. Νικ, Καλτσικής Ι. Παντ.** 1985. Ανθοκηπευτικές καλλιέργειες, Τόμος Α, Κηπευτικές καλλιέργειες. σελ.61-67, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα.
Τμήμα έργου Β. Εφαρμογές σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες υδροπονίας.
- Τζωρτζάκης Α. Ε.** 1/2000 ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ Αξιολόγηση αναπαραγωγικής ικανότητα πληθυσμών των κομβονηματοδών *Meloidogyne incognita* και *M.javanica* σε υβρίδια πιπεριάς, σελ. 35-36
- Τράκα-Μαυρωνά Αικ.** 2001. Σημειώσεις Λαχανοκομίας ΙΙ. ΤΕΙ Θεσσαλονίκης.
- Ciufolini, C.** 1979 ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗ (Μετάφραση στην Ελληνική) Εκδόσεις ΨΙΧΑΛΟΥ, Αθήνα.

B. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Bertos MF, Li X, Simons SJR, Hills CD, Carey PJ** GREEN CHEMISTRY 6(8):428-436 2004 Investigation of accelerated carbonation for stabilization of MSWincinerator ashes and the sequestration of CO₂. ROYAL SOC CHEMISTRY, CAMBRIDGE
- Athanasios C. Gertsis, Damianos F. Damianidis, Vasilios Tasios, **Georgios Palatos**, Nikolaos. Koutinas, «Evaluation of fly ash and bottom ash as hydroponic substrates in greenhouse lettuce cultivation», International Conference Part two, pages 244-246, Sofia May 2007.
- Ferentinos KP, Albright LD** TRANSACTIONS OF THE ASAE 45(6):2007-2015 NOV-DEC 2002 Predictive neural network modeling of pH and electrical conductivity in depththrough hydroponics. AMER SOC AGRICULTURAL ENGINEERS, ST JOSEPH
- Ghoprade, V.M., M. A. Hanna and S. J. Jadhav..** 1998. Sweet corn. Chapter 27 IN Salunkhe, D. V and S.S. Kadam (eds) . Handbook of vegetable science and Technology. Marcel Dekekr, Inc., New York, N.Y.
- Lissner J, Mendelsohn IA, Anastasiou CJ** AQUATIC BOTANY 76(2):93-108JUN 2003A method for cultivating plants under controlled redox intensities in hydroponics. ELSEVIER SCIENCE BV, AMSTERDAM

Owen-Going N, Sutton JC, Grodzinski B CANADIAN JOURNAL OF PLANT PATHOLOGY-REVUE CANADIENNE DE PHYTOPATHOLOGIE 25(2):155-167 JUN 2003 Relationships of pythium isolates and sweet pepper plants in single plant hydroponic unit. NATL RESEARCH COUNCIL CANADA, OTTAWA

Resh, H. M. 2001 (6th ed.). Hydroponic food production. WoodbridgePress Publishing Company, Santa Barbara, CA 93102.

Roberto, K. 2005 (4th ed.) How-to hydroponics. The Future Garden Press, Farmingdale, New York, N.Y.

Shirai T, Hagimori M JOURNAL OF THE JAPANESE SOCIETY FOR HORTICULTURAL SCIENCE 73(4) 374-379 JUL 2004 Multiplication method of Capsicum annuum L. by soilless culture: Effects of planting density of mother plants and the substrates on yield of shoots JAPAN SOC HORTICULTURAL SCI, KYOTO

Shirai T, Hagimori M JOURNAL OF THE JAPANESE SOCIETY FOR HORTICULTURAL SCIENCE 73(3):259-265 MAY 2004 A multiplication method of sweet pepper (Capsicum annuum L.) by vegetative propagation JAPAN SOC HORTICULTURAL SCI, KYOTO

Swiader M. John, Ware W. George, McCollum J.P. 1992 Producing vegetable crops pp.391-403. The interstate Printers & Publishers Panvill Illinois inc.

Swader. J. M., G. W. Wave and J. P. McCollum. 1992. Producing vegetable crops. Interstate Publishers, Inc., Danville, IL.

Zuniga-Estrada L, Martinez-Hernandez JD, Baca-Castillo GA, Martinez-Garza A, Tirado-Torres JL, Kohashi-Shibata J AGROCIENCIA 38(2):207-218 MAR-APR 2004 Bell pepper production in two irrigation systems under hydroponics conditions. COLEGIO DE POSTGRADUADOS, TEXCOO

Γ. Σχετικές ιστοσελίδες στο INTERNET

www.igme.gr	Πληροφορίες για το ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ (Ι.Γ.Μ.Ε.)
http://www.mxd.gr/print.php?s:d=419	Πληροφορίες για ζεόλιθο
http://www.geocities.com/geologygr/PERIODIKA/JunMag/Minerals_rocks.htm	Πληροφορίες για βερμικουλίτη
www.hydroponics.com	Πληροφορίες για υδροπονία
www.howtohydroponics.com	Πληροφορίες για υδροπονία

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- 1. Φωτογραφικό Υλικό (Παράρτημα 1)**
- 2. Πειραματικά σχέδια (Παράρτημα 2)**
- 3. Μετρήσεις Θερμοκρασίας και Υγρασίας εντός και εκτός Θερμοκηπίου (Παράρτημα 3)**
- 4. Εχθροί και ασθένειες Μαρουλιού (Παράρτημα 4)**
- 5. Πίνακας εξέλιξης καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα (Παράρτημα 5)**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

1.1. Φωτογραφικό υλικό (Πιπεριά)



Εικόνα 1 α. Φυτά μετά την μεταφύτευση



Εικόνα 1 β. Φυτά μετά την μεταφύτευση



Εικόνα 2 α. Φυτά μετά την μεταφύτευση



Εικόνα 2 β. Αναπτυγμένα φυτά.



Εικόνα 3 α. Φυτά μετά την μεταφύτευση



Εικόνα 3 β. Φυτά μετά την μεταφύτευση

Φωτογραφικό υλικό (Πιπεριά) συνέχεια



Εικόνα 4 α. Φυτά μετά την μεταφύτευση.



Εικόνα 4 β. Φυτό και σταλάκτης υδρολίπανσης.



Εικόνα 5 α. Φυτά μετά την μεταφύτευση.



Εικόνα 5 β. Φυτά μετά την μεταφύτευση.



Εικόνα 6 α. Φυτά μετά την μεταφύτευση.



Εικόνα 6 β. Αναπτυγμένα φυτά πιπεριάς.

Φωτογραφικό υλικό (Πιπεριά) συνέχεια



Εικόνα 7 α. Αναπτυγμένα φυτά πιπεριάς.



Εικόνα 7 β. Αναπτυγμένα φυτά πιπεριάς.



Εικόνα 8 α. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 8 β. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 9 α. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 9 β. Φυτά πιπεριάς με καρπό.

Φωτογραφικό υλικό (Πιπεριά) συνέχεια



Εικόνα 10 α. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 10 β. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 11 α. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 11 β. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 12 α. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 12 β. Φυτά πιπεριάς και μαρουλιού.

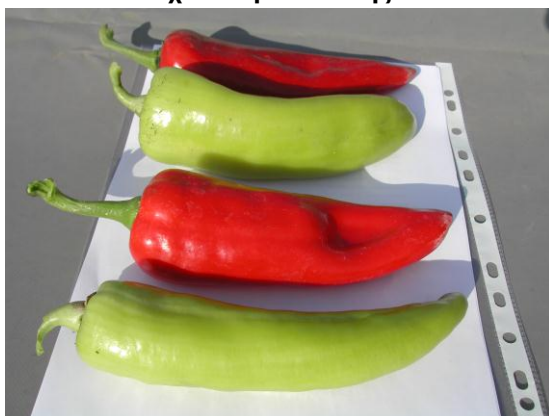
Φωτογραφικό υλικό (Πιπεριά) συνέχεια



Εικόνα 13 α. Φυτά πιπεριάς με καρπό και το δοχείο υδρολίπανσης.



Εικόνα 13 β. Φυτά πιπεριάς με καρπό.



Εικόνα 14 α. Πιπεριές Άρλεκιν (πράσινο χρώμα) και Οδισέο ή Π113 (κόκκινο)



Εικόνα 14 β. Πιπεριές Άρλεκιν (πράσινο χρώμα) και Οδισέο ή Π113 (κόκκινο)



Εικόνα 15 α. Πιπεριές Άρλεκιν (πράσινο χρώμα) και Οδισέο ή Π113 (κόκκινο)



Τμήμα της απόδοσης του πειράματος με πιπεριές τύπου Φλωρίνης (υβρίδιο P113)
Part of peppers yield (hybrid P113-Florina type)

Εικόνα 15 β. Απόδοση Πιπεριάς ποικιλίας Οδισέο ή Π113 (κόκκινο χρώμα)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

1.2. Φωτογραφικό υλικό (Μαρούλι)



Φωτογραφία 1. Φάκελος σπόρων της ποικιλίας μαρουλιού που χρησιμοποιήθηκε.



Εικόνα 2. Διάφοροι τύποι μαρουλιού

Φωτογραφικό υλικό (Μαρούλι) συνέχεια



Εικόνα 3 .Μεταφύτευση μαρουλιού σε γλάστρες



Εικόνα 4 α.Αναπτυγμένα φυτά μαρουλιού



Εικόνα 4 β.Αναπτυγμένα φυτά μαρουλιού

Εικόνα 4 α. Φυτά μαρουλιού μετά την μεταφύτευση



Εικόνα 4 β. Φυτά μαρουλιού μετά την μεταφύτευση

Εικόνα 4 γ. Φυτά μαρουλιού μετά την μεταφύτευση

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

1.3. Φωτογραφικό υλικό (Φράουλα)



Εικόνα 1 α. Αναπτυγμένα φυτά.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

1.4. Φωτογραφικό υλικό αγρού (Γλυκό Καλαμπόκι)



Εικόνα 1. Πειραματικός αγρός με ανεπτυγμένα φυτά



Εικόνα 2. Σπορά Πειραματικού αγρού.

Φωτογραφίες πειραματικού αγρού (Γλυκό Καλαμπόκι)



Εικόνα 3 α. Άρδευση με κανονάκι



Εικόνα 3 β. Άρδευση με κανονάκι



Εικόνα 4 α. Αναπτυγμένα φυτά και ταξιανθία.



Εικόνα 4 β. Αναπτυγμένα φυτά και ταξιανθία.



Εικόνα 5 α. Σπάδικες Γλυκού Καλαμποκιού.



Εικόνα 5 β. Σπάδικες Γλυκού Καλαμποκιού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. Πειραματικά σχέδια.
1. Πειραματικό Σχέδιο για πιπεριές

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ 2004
Διάταξη Πιπεριών: Στήλες 1-5 Arlequin και στήλες 6-10 P-113
 Κάθε κύκλος αντιστοιχεί σε μια γλάστρα 15 λίτρων
Πλευρά Α

ΕΠ
AN
ΑΛ
ΗΨ
Η
1

Τμήμα Α'
 1) Α
 2) Α+Ζ10:1
 3) Α+Ζ 5:1
 4) Α+Β 5:1
 5) Α+Β
 10:1
 6) Α+ΙΤ
 10:1

Κωδικοί:
 Α = Αμμος+Τύρφη (4:1 ο/ο)
 Ζ = Ζεόλιθος
 Β = Βερμικουλίτης
 ΥΤ = Υγρή Τέφρα
 ΙΤ = Ιπτάμενη Τέφρα

Σημείωση:
 10:1 ή 5:1 σημαίνει μείγματα (υποστρώματα) από 10 ή 5 μέρη (όγκοι) του Α και 1 μέρος (όγκος) των υλικών Ζ, Β, ΙΤ και ΥΤ.

ΕΠ
AN
ΑΛ
ΗΨ
Η
2

1) Α
 2) Α+Ζ10:1
 3) Α+Ζ 5:1
 4) Α+Β 5:1
 5) Α+Β
 10:1
 6) Α+ΙΤ
 10:1

ΕΠ
AN
ΑΛ
ΗΨ
Η
3

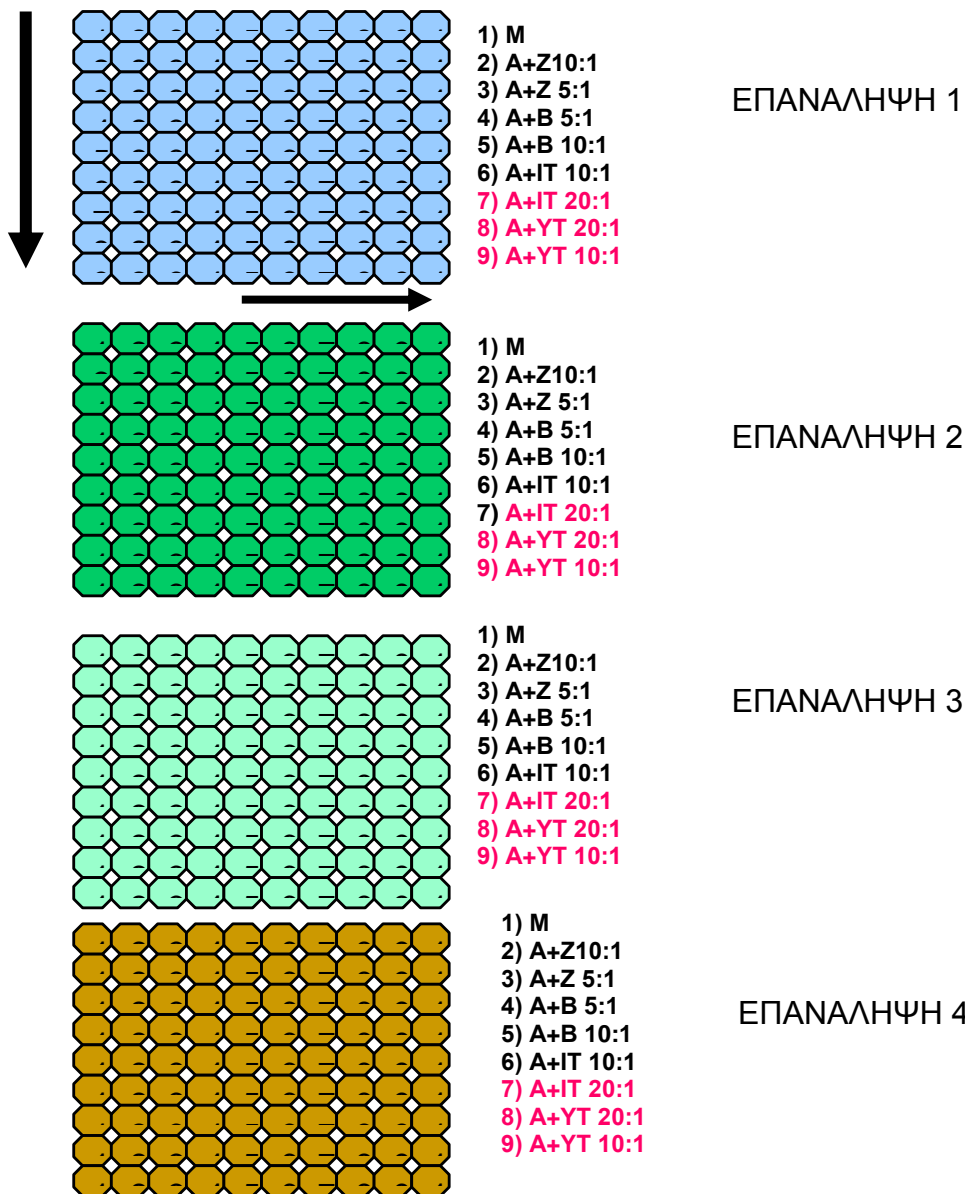
1) Α
 2) Α+Ζ10:1
 3) Α+Ζ 5:1
 4) Α+Β 5:1
 5) Α+Β
 10:1
 6) Α+ΙΤ
 10:1

ΕΠ
AN
ΑΛ
ΗΨ
Η
4

1) Α
 2) Α+Ζ10:1
 3) Α+Ζ 5:1
 4) Α+Β 5:1
 5) Α+Β
 10:1
 6) Α+ΙΤ
 10:1

2. Πειραματικό Σχέδιο για Μαρούλι

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ
Μαρούλι (τύπου Ρομάνα) 2004-2005



Κωδικοί: A=Αμμος+Τύρφη (4: 1 όγκοι),
M=Μάρτυρας,
Z=Ζεόλιθος, B=Βερμικουλίτης, YT=Υγρή Τέφρα,
IT=Ιπτάμενη Τέφρα

3. Πειραματικό σχέδιο για φράουλα.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Τμήμα Α'
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1) Α
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2) Α+Ζ10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	3) Α+Ζ 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4) Α+Β 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	5) Α+Β 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6) Α+ΙΤ 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	7) Α+ΙΤ 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8) Α+ΥΤ 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9) Α+ΥΤ 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2) Α+Ζ10:1
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	3) Α+Ζ 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4) Α+Β 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	5) Α+Β 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6) Α+ΙΤ 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	7) Α+ΙΤ 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8) Α+ΥΤ 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9) Α+ΥΤ 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1) Α
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2) Α+Ζ10:1
	ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	4) Α+Β 5:1
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	5) Α+Β 10:1
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	6) Α+ΙΤ 10:1
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	7) Α+ΙΤ 5:1
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	8) Α+ΥΤ 10:1
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	9) Α+ΥΤ 5:1
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	1) Α
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	2) Α+Ζ10:1
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 4		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4) Α+Β 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	5) Α+Β 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6) Α+ΙΤ 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	7) Α+ΙΤ 5:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8) Α+ΥΤ 10:1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9) Α+ΥΤ 5:1

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ 2004

Φράουλες (ποικιλία Temptation)

Κάθε κύκλος αντιστοιχεί σε μια γλάστρα 15 λίτρων

Κωδικοί:

A = Αμμος+Τύρφη (4:1 ο/ο)

Z = Ζεόλιθος

B = Βερμικουλίτης

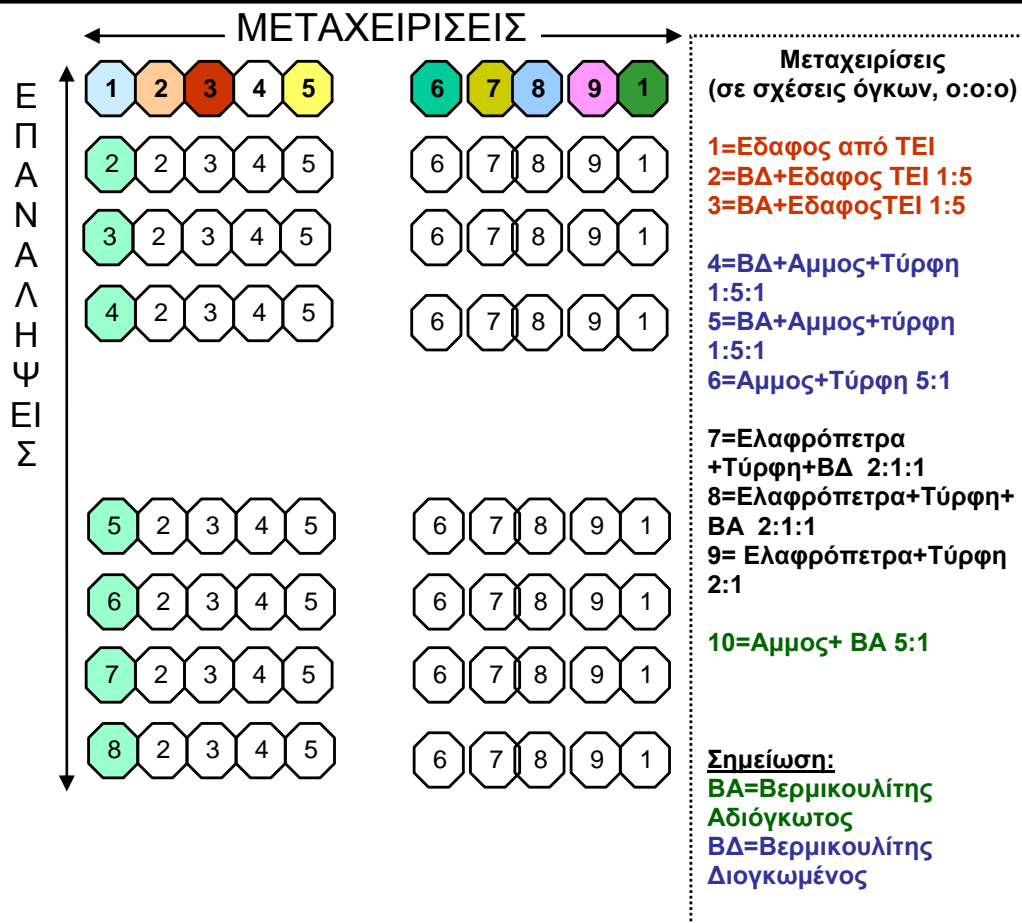
ΥΤ = Υγρή Τέφρα

ΙΤ = Ιπτάμενη Τέφρα

Σημείωση:

10:1 ή 5:1 σημαίνει μείγματα (υποστρώματα) από 10 ή 5 μέρη (όγκοι) του Α και 1 μέρος (όγκος) των υλικών Ζ, Β, ΙΤ και ΥΤ.

Σχήμα 1. ΝΕΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ
ΤΙΤΛΟΣ: Αξιολόγηση επίδρασης δυο μορφών βερμικουλίτη (αδιόγκωτου και διογκωμένου) σε υδροπονικά υποστρώματα)



4. Πειραματικό Σχέδιο για Γλυκό Καλαμπόκι.

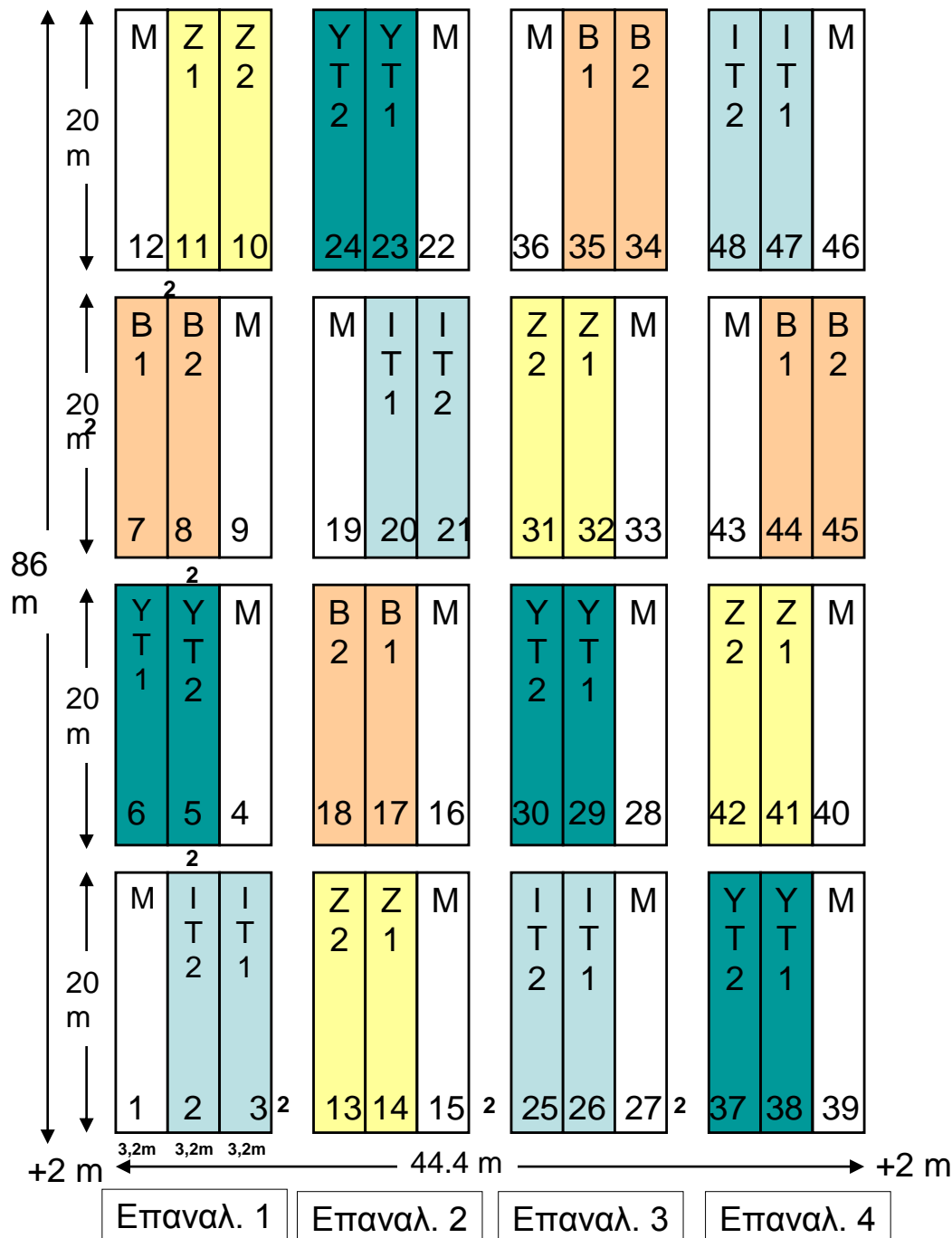
Πειραματικό Σχέδιο Αγρού

Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σπάρθηκαν 4 γραμμές γλυκού καλαμποκιού 0.75 -0,8 m.

ΣΧΕΔΙΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Γλυκό καλαμπόκι, ποικιλία: Excalibur F1-Express F1
Έκταση πειραματικού=48.4 m X 90 m= 4356 m²

Κωδικοί: M=Μάρτυρας ΥΤ=Υγρή Τέφρα, ΙΤ=Ιπτάμενη Τέφρα Z=Ζεόλιθος B=Βερμικουλίτης (1=45 liters 2=90 liters)



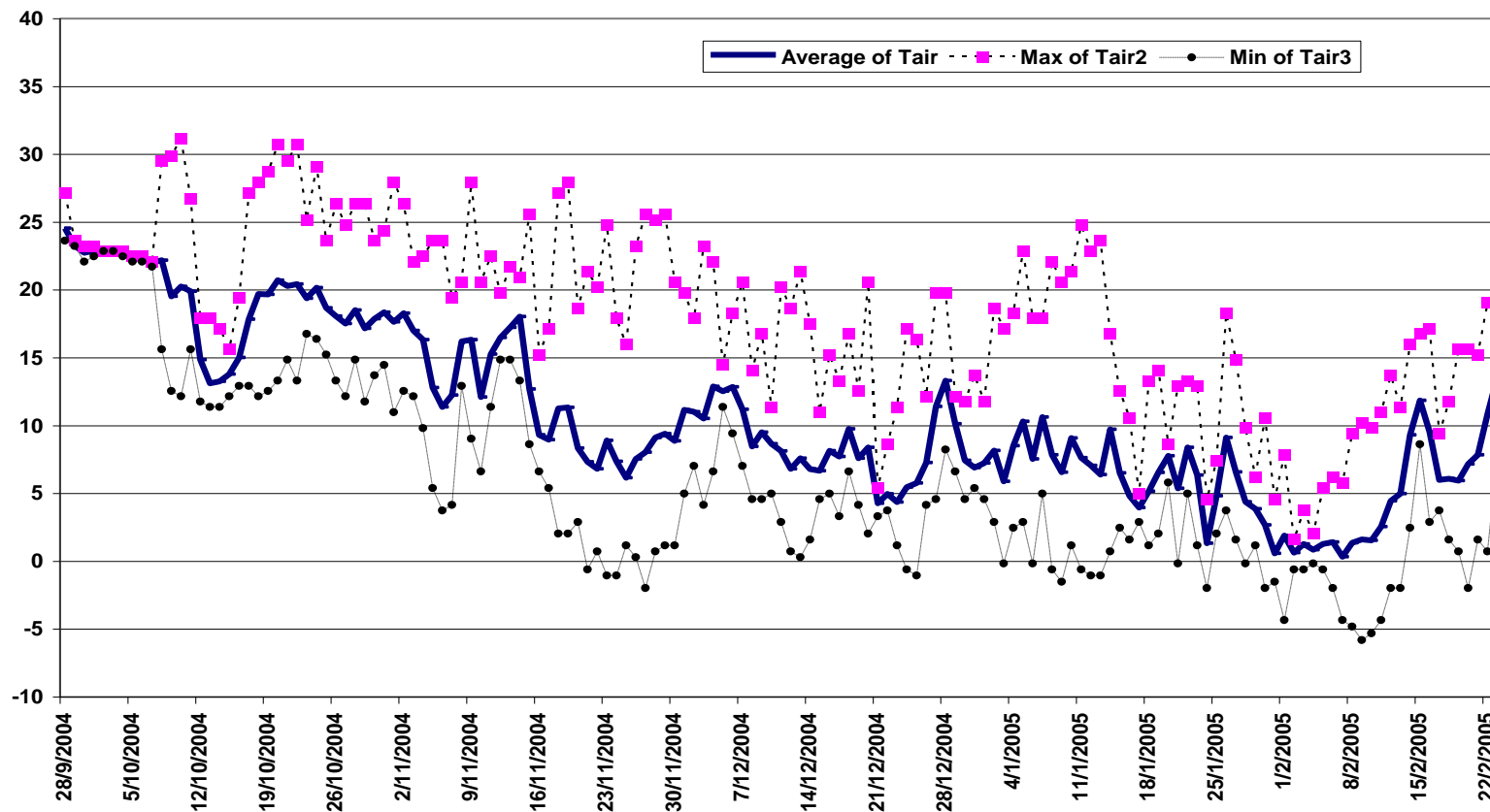
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3. Μετεωρολογικές μετρήσεις θερμοκρασίας και Σχετικής Υγρασίας (%) αέρα εντός και εκτός του θερμοκηπίου

Σημείωση: Οι ημερήσιες τιμές στα Σχήματα 11 -14 είναι μέσοι όροι 24 ωριαίων καταγραφών ανά ημέρα. Τα υπόλοιπα σχήματα αφορούν την περίοδο καλλιέργειας της Φράουλας.

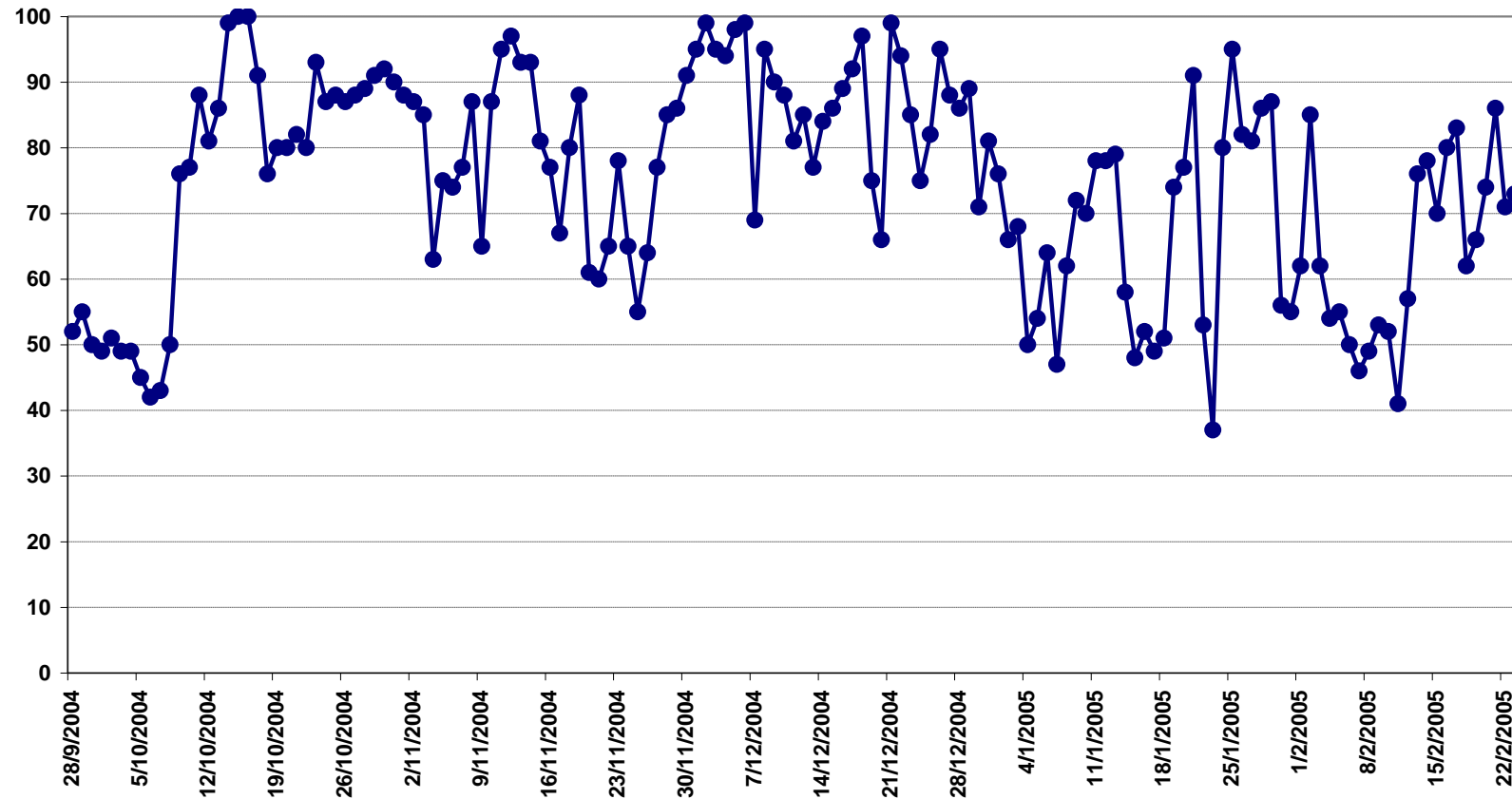
Η περίοδος που παρουσιάζεται καλύπτει την καλλιέργεια μαρουλιού στο θερμοκήπιο (28 Σεπτ. 2004 έως 23 Φεβρ. 2005).

Οι εξωτερικές μετρήσεις έγιναν στην εξωτερική πλευρά του θερμοκηπίου, ενώ οι εσωτερικές στο μέσο περίπου του θερμοκηπίου και σε ύψος 2 m από το έδαφος.

ΣΧΗΜΑ 11. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

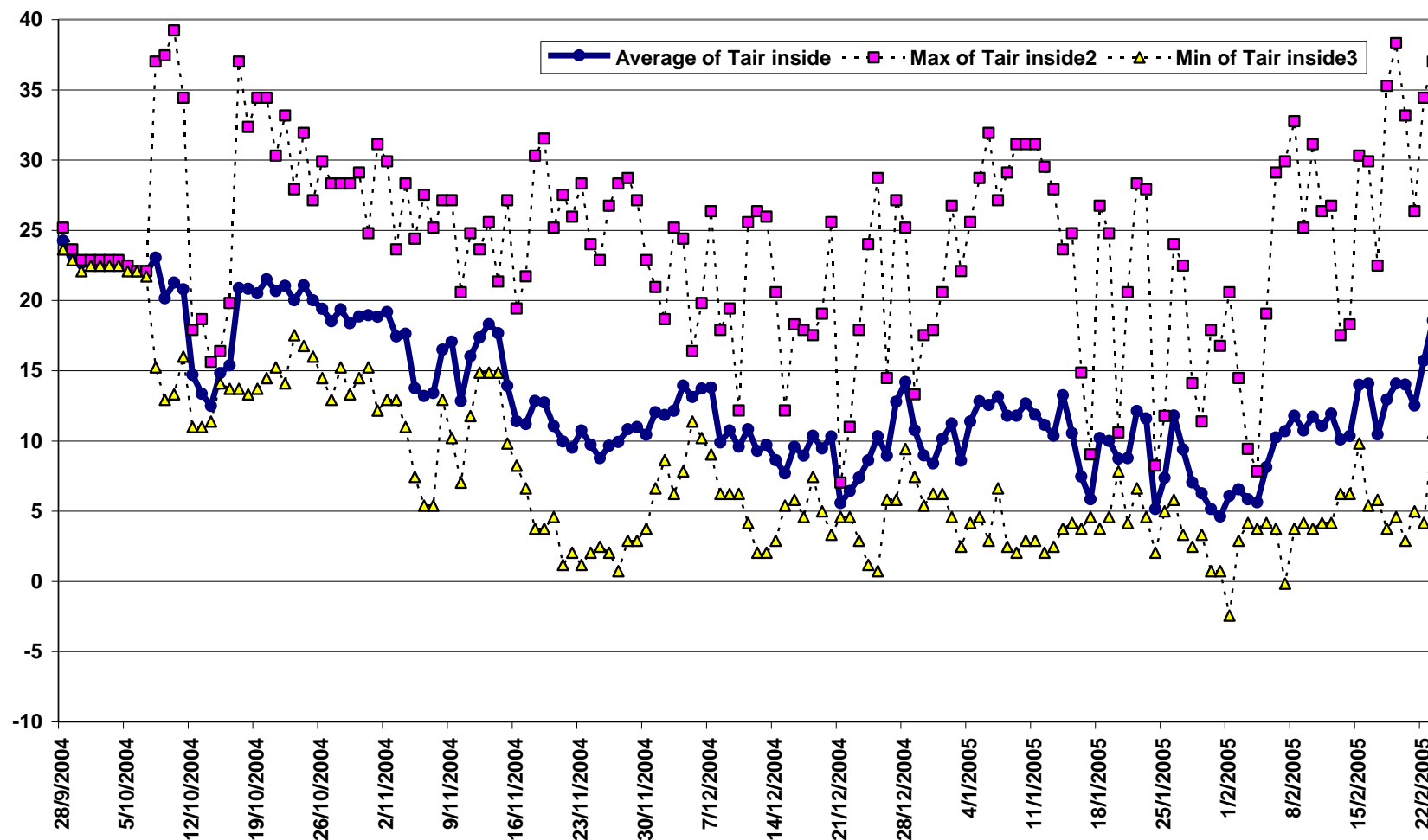


ΣΧΗΜΑ 12. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ -ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

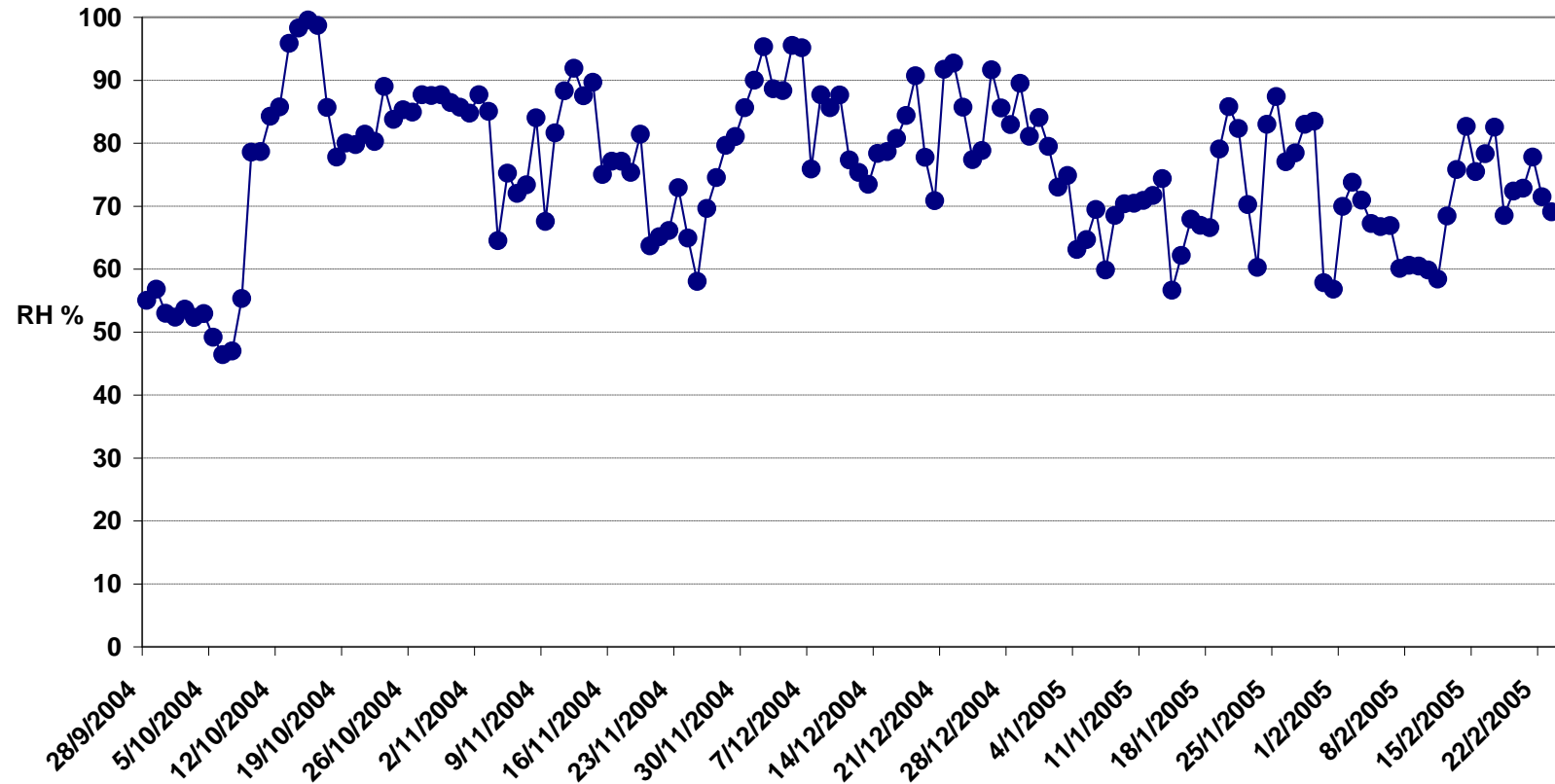


Μεταπτυχιακή Διατριβή - Γεώργιος Αθ. Παλάτος - Θεσσαλονίκη 2009
 Μελέτη χρησιμοποίησης ζεόλιθου, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας ως εδαφοβελτιωτικών υλικών για την ανάπτυξη και τα αγρονομικά χαρακτηριστικά καλλιεργούμενων φυτών

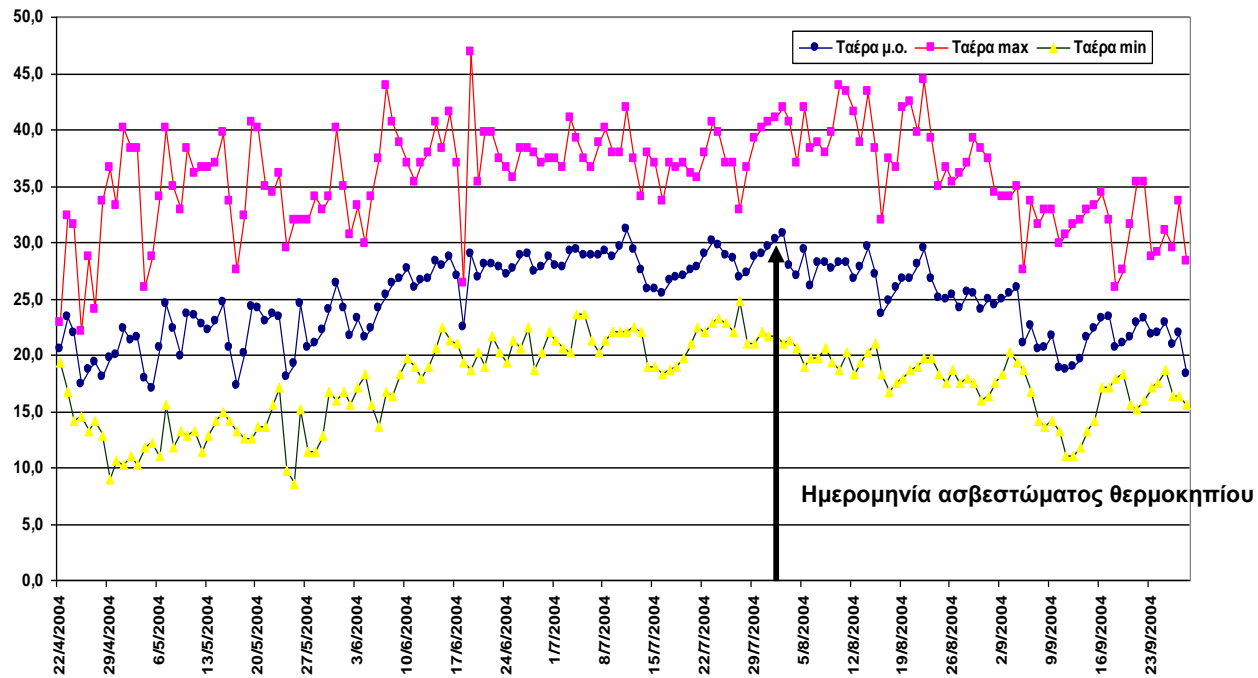
ΣΧΗΜΑ 13. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΑΕΡΑ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

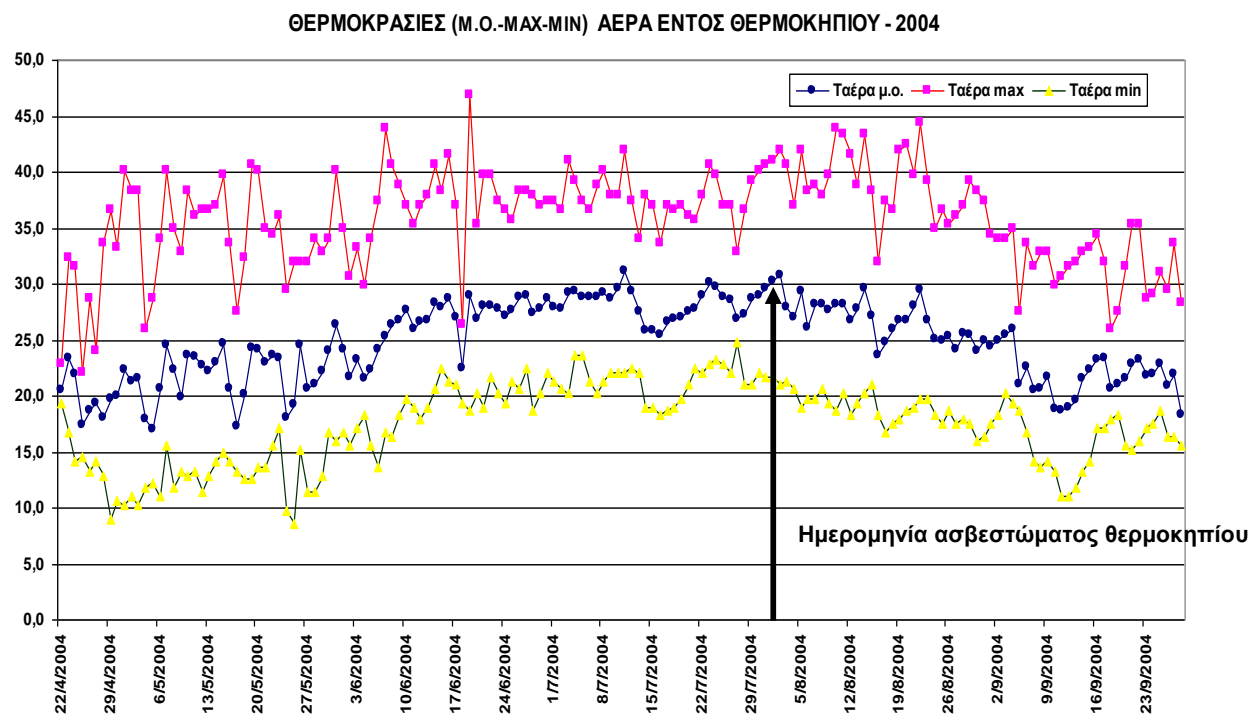


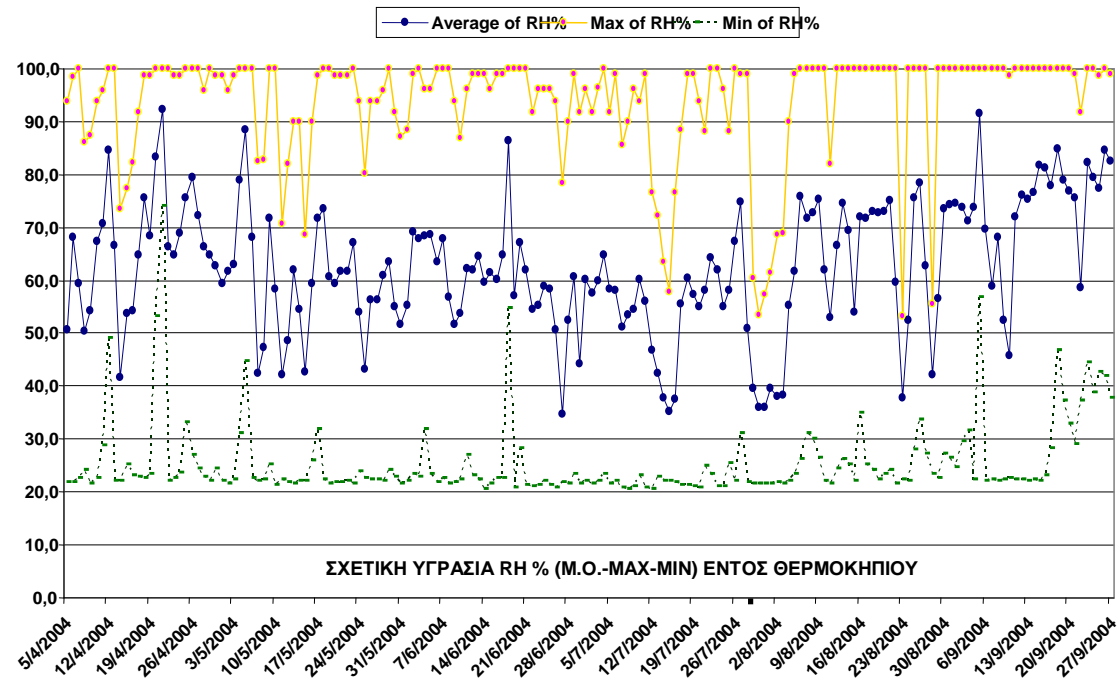
Σχημα 14. Σχετική Υγρασία (%) αέρα μέσα στο θερμοκήπιο



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ (Μ.Ο.-MAX-MIN) ΑΕΡΑ ΕΝΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ - 2004







ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4. Περιγραφή και Φωτογραφίες από εχθρούς και ασθένειες μαρουλιού

ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

1) Μυκητολογικές προσβολές στην καλλιέργεια μαρουλιού

Περνόςπορος του μαρουλιού

Η ασθένεια προκαλείται απ' το μύκητα *Bremia lactuca*. Είναι πολύ συνηθισμένη τόσο στον αγρό όσο και στις υπό κάλυψη καλλιέργειες. Συνήθως εμφανίζεται πρώτα στα παλιά φύλλα και υπό ευνοϊκές συνθήκες εξαπλώνεται και μπορεί να προκαλέσει σήψη των φύλλων. Τα συμπτώματα είναι χλωρωτικές κηλίδες, περιοριζόμενες απ' τις νευρώσεις, που προοδευτικά γίνονται καστανές και νεκρώνονται (Εικόνα 1). Με συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, στην κάτω επιφάνεια των κηλίδων σχηματίζονται οι καρποφορίες του μύκητα με τη μορφή λευκών εξανθήσεων. Η ασθένεια ευνοείται από γενικά υγρό, ομιχλώδη και σχετικά ψυχρό καιρό (6-11°C), ενώ ο άνεμος διασπείρει τα μολύσματα σε μεγάλες αποστάσεις. Κάποια μέτρα για την αντιμετώπιση της ασθένειας είναι: α) αραιή φύτευση, β) καλός αερισμός στα θερμοκήπια, γ) καταστροφή ζιζανίων και υπολειμμάτων της καλλιέργειας, δ) χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών (Valmarie, Imperial 152, 847, 615 και 850) και ε) προληπτικοί ψεκασμοί ανά 7 – 14 ημέρες με κατάλληλα μυκητοκτόνα όπως διάφορα χαλκούχα, mancozeb, zineb, κ.α..



Εικόνα 1. Νεκρωτικές κηλίδες σε φύλλα μαρουλιού οφειλόμενες στο μύκητα *Bremia lactuca*

Βοτρύτης (τεφρή σήψη)

Η ασθένεια προκαλείται απ' το μύκητα *Botrytis cinerea* ο οποίος προσβάλλει τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά (τομάτα, μαρούλι, αγκινάρα, λάχανο, αγγούρι, φασόλι, μελιτζάνα, πιπεριά, κ.α.). Στο μαρούλι ο μύκητας κυρίως προσβάλλει τη βάση του στελέχους και τη βάση των

φύλλων κοντά στην επιφάνεια του εδάφους προκαλώντας μαλακή σήψη. Αρχικά η προσβολή εμφανίζεται σαν σκούρα καφέ στίγματα στα κάτω φύλλα, εξελίσσεται γρήγορα σε μαλακή σήψη και τελικά σχηματίζονται οι χαρακτηριστικές καρποφορίες του μύκητα τεφρού χρώματος. Τα προσβεβλημένα φυτά καταστρέφονται. Για την πρόληψη και τον περιορισμό της ασθένειας συνιστώνται: α) αραιή φύτευση με κατεύθυνση βορρά - νότο, β) στα θερμοκήπια να αποφεύγονται οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, γ) φυτικά υπολείμματα και προσβεβλημένοι ή νεκροί φυτικοί ιστοί να απομακρύνονται αμέσως απ' τη φυτεία και να καταστρέφονται, δ) προληπτικοί ψεκασμοί ανά 7 ημέρες με ένα οργανικό μυκητοκτόνο όπως captan, thiram, chlorothalonil κ.α. Επίσης χρησιμοποιούνται τα διασυστηματικά benomyl, thiophanate methyl και carbendazim.

Ωίδιο

Η ασθένεια του ωιδίου που προσβάλλει το μαρούλι οφείλεται στο μύκητα *Eryshiphe cichoracearum*. Τα συμπτώματα που προκαλεί είναι κηλίδες στα φύλλα οι οποίες καλύπτονται απ' το χαρακτηριστικό λευκό επίχρισμα των ωιδίων. Διατηρείται στους αυτοφυείς ξενιστές του και από εκεί διασπείρεται με τη βοήθεια του ανέμου και μολύνει τα καλλιεργούμενα φυτά. Οι μολύνσεις πραγματοποιούνται σε θερμοκρασίες από 10 έως 30°C και με σχετική υγρασία από 46% και πάνω. Για την καταπολέμηση της ασθένειας θα πρέπει να καταστρέφονται τα ζιζάνια ξενιστές του ωιδίου και να γίνονται επεμβάσεις με ωιδιοκτόνα φάρμακα προληπτικά ή με την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων. Χρησιμοποιούνται: θειάφι, θειασβέστιο, dinocap κ.α. καθώς και τα διασυστηματικά benomyl, thiophanate methyl, pyrazophos, fenarimol, propiconazol κ.α.

Σκληρωτινίαση

Προκαλείται από τους μύκητες *Sclerotinia sclerotiorum* και *Sclerotinia minor*. Τα φυτά προσβάλλονται σ' όλα τα στάδια ανάπτυξής τους, αλλά σοβαρότερη είναι η προσβολή της βάσεως της κεφαλής (Εικόνα 2). Σ' αυτήν την περίπτωση παρατηρείται αρχικά ένας υδατώδης μεταχρωματισμός στο λαιμό του φυτού ο οποίος γρήγορα εξελίσσεται σε μαλακή σήψη και τελικά το φυτό καταστρέφεται. Με υψηλή υγρασία, οι μύκητες αυτοί σχηματίζουν πλούσιο βαμβακώδες μυκήλιο και σκληρώτια στις προσβεβλημένες επιφάνειες των φυτών. Για την αντιμετώπιση της ασθένειας συνιστώνται: α) να λαμβάνονται μέτρα για την καλή στράγγιση του εδάφους (αραιή φύτευση, κατασκευή αναχωμάτων, όχι υπερβολικές αρδεύσεις), β) απομάκρυνση και καταστροφή όλων των προσβεβλημένων φυτών, γ) απολύμανση του εδάφους μετά το τέλος της καλλιέργειας με ατμό, ηλιοαπολύμανση ή με χημικά μέσα και δ) σε περίπτωση προσβολής να γίνεται ψεκασμός με φάρμακα όπως benomyl, iprodione, vinclozolin κ.α.



Εικόνα 2. Προσβολή μαρουλιού απ' το μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*

Τήξεις σπορείων και άλλες προσβολές λαιμού

Οι μύκητες των γενών *Pythium* και *Phytophthora* καθώς και οι *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* κ.α. προκαλούν στα νεαρά φυτά τήξεις σπορείων ενώ σε μεγαλύτερα προσβάλουν την περιοχή του λαιμού, καταστρέφοντας τα φυτά. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω μυκήτων συνιστάται: α) να απολυμαίνεται πάντοτε το υπόστρωμα σποράς καθώς και όλα τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν στο σπορείο, β) να χρησιμοποιείται πάντοτε υγιής σπόρος, γ) αποφυγή υπερβολικής υγρασίας και δ) σε περίπτωση προσβολής μετά το φύτεμα να γίνεται ριζοπότισμα με carptan, thiram ή zineb.

Τα παραπάνω μέτρα συνιστώνται και για την πρόληψη προσβολών στα μεγαλύτερα φυτά.

Κηλιδώσεις φύλλων

Μερικοί μύκητες που προκαλούν κηλίδωση στα φύλλα του μαρουλιού είναι οι *Microdochium panattonianum*, *Stemphylium botryosum*, *Septoria lactucae* και άλλοι (Εικόνες 3,4,5). Οι ασθένειες



Εικόνα 3. Προσβολή φύλλων μαρουλιού απ' το μύκητα *Stemphylium botryosum*



Εικόνα 5. Κηλίδωση φύλλων μαρουλιού απ' το μύκητα *Septoria lactucae*



Εικόνα 4. Δείγματα

αυτές μειώνουν την εμπορική αξία του συγκομιζόμενου προϊόντος. Ευνοούνται υπό συνθήκες κακού αερισμού και υψηλής υγρασίας. Για την καταπολέμησή τους θα πρέπει: α) να χρησιμοποιείται υγιής σπόρος, β) να καταστρέφονται τα υπολείμματα της καλλιέργειας, γ) να λαμβάνονται μέτρα για τον καλό αερισμό των θερμοκηπίων και δ) να γίνονται προληπτικοί ή θεραπευτικοί ψεκασμοί με τα κατάλληλα μυκητοκτόνα. Συνηθέστερα χρησιμοποιούνται τα maneb, thiram, captan, mancozeb, chlorothalonil, βορδιγάλιος πολτός και άλλα.

2) Ιολογικές προσβολές

Μωσαϊκό του μαρουλιού

Το μωσαϊκό του μαρουλιού είναι μια πολύ διαδεδομένη και σοβαρή ασθένεια σε όλες τις χώρες στις οποίες καλλιεργείται το μαρούλι (Εικόνα 6). Οφείλεται στον ιό LMV (lettuce mosaic virus) και προκαλεί συμπτώματα όπως: κιτρίνισμα και διαφάνεια των νευρώσεων, μωσαϊκό διαφόρων μορφών, παραμόρφωση φύλλων, διάχυτες χλωρωτικές κηλίδες οι οποίες γίνονται νεκρωτικές, νέκρωση νεύρων και έντονο νανισμό των φυτών. Μεταδίδεται με το σπόρο και με τις αφίδες. Για την καταπολέμησή του συνιστώνται: α) να χρησιμοποιείται υγιής, πιστοποιημένος σπόρος, β) να καταστρέφονται αμέσως φυτά που πιστεύεται ότι έχουν μολυνθεί, γ) καταστροφή των ζιζανίων, δ) καταπολέμηση των αφίδων και ε) χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών.



Εικόνα 6. Φύλλο μαρουλιού με συμπτώματα προσβολής απ' τον ιό LMV

Μεγαλονεύρωση ή ασθένεια των διογκωμένων νεύρων του μαρουλιού

Η ασθένεια αυτή είναι διαδεδομένη στις περισσότερες χώρες που καλλιεργείται το μαρούλι και οφείλεται στον ομώνυμο ιό (lettuce big vein virus) LBVV (Εικόνα 7). Στα μολυσμένα φυτά εμφανίζεται χαρακτηριστικός

κιτρινωπός ή σχεδόν λευκός περινεύριος μεταχρωματισμός, που είναι ιδιαίτερα εμφανής στη βάση του φύλλου. Η διαφορά ανάμεσα στον παραπάνω μεταχρωματισμό και στον πράσινο ιστό ανάμεσα στα νεύρα είναι πολύ έντονη. Αυτό το σύμπτωμα συνήθως συνοδεύεται από μείωση του μεγέθους των φυτών, ενώ καθυστερεί και ο σχηματισμός της καρδιάς. Επίσης παρατηρείται παραμόρφωση των φύλλων. Ο ιός μεταδίδεται με το μύκητα εδάφους *Olpidium brassicae* και ευνοείται από χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους και αρκετή υγρασία. Σε θερμοκρασίες πάνω από 20°C δεν εκδηλώνονται συμπτώματα. Για την καταπολέμηση της ασθένειας θα πρέπει να γίνει απολύμανση του εδάφους με ατμό ή βρωμιούχο μεθύλιο.

3) Φυσιολογικές ανωμαλίες **Περιφερειακή νέκρωση των** **φύλλων του μαρουλιού (tipburn)**

Πρόκειται για μια μη μολυσματική ασθένεια. Η περιφέρεια του ελάσματος σε ένα ή περισσότερα φύλλα παρουσιάζεται καστανή κατά θέσεις και στη συνέχεια νεκρώνεται. Το



Εικόνα 7. Συμπτώματα προσβολής μαρουλιού απ' την ασθένεια των διογκωμένων νεύρων

αίτιο που προκαλεί αυτά τα συμπτώματα είναι ο ανεπαρκής εφοδιασμός των σημείων αυτών με ασβέστιο. Η ανωμαλία αυτή εμφανίζεται κυρίως όταν επικρατεί υψηλή θερμοκρασία κατά την ανάπτυξη του φυτού. Για την πρόληψη των συμπτωμάτων συνιστάται να αποφεύγονται συνθήκες έλλειψης υγρασίας καθώς επίσης να γίνονται διαφυλλικοί ψεκασμοί με σκευάσματα που περιέχουν ασβέστιο, κατά την περίοδο ταχείας ανάπτυξης των φυτών.

Καστανή κηλίδωση των φύλλων ή καστανή καρδιά

Η ανωμαλία αυτή εμφανίζεται κατά την αποθήκευση των μαρουλιών. Στη βάση και στο κεντρικό νεύρο των φύλλων εμφανίζονται καστανές κηλίδες, οι οποίες επεκτείνονται σε όλο το έλασμα του φύλλου. Τα συμπτώματα εμφανίζονται πρώτα στα εσωτερικά φύλλα. Οφείλεται στην υψηλή συγκέντρωση CO₂ στο χώρο διατήρησης.

Κοκκινόμαυρη κηλίδωση των φύλλων

Προκαλείται από την υψηλή συγκέντρωση αιθυλενίου (πάνω από 0,1ppm) σε συνδυασμό με θερμοκρασίες πάνω από 5°C στο χώρο διατήρησης. Σε αυτές τις συνθήκες προκαλούνται κηλίδες με χρώμα σκουριάς, αρχικά στη βάση και στο κεντρικό νεύρο των φύλλων και αργότερα σ' ολόκληρο το έλασμα.

4) Εντομολογικές προσβολές

Αφίδες

Οι αφίδες εμφανίζονται κυρίως στα νεαρά φύλλα του μαρουλιού και τρέφονται μυζώντας χυμούς. Στα μελιτώδη αποχωρήματά τους αναπτύσσονται μύκητες που προκαλούν καπνιά, υποβαθμίζοντας την ποιότητα των μαρουλιών. Το σπουδαιότερο πρόβλημα που προκαλούν είναι η συμβολή τους στη μετάδοση ιώσεων. Τα συνηθέστερα είδη αφίδων είναι *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis gossypii* κ.α. Καταπολεμούνται με ειδικά αφιδοκτόνα φάρμακα (Comfidor, Pirimor κ.α.) ή άλλα εντομοκτόνα. Επίσης, οι αφίδες μπορούν να καταπολεμηθούν βιολογικά με την εξαπόλυση εντόμων – εχθρών των αφίδων όπως είναι το δίπτερο *Aphidoletes aphidimyza*, διάφορα κολεόπτερα Coccinelidae, υμενόπτερα Aphidinae και άλλα.

Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*)

Οι προνύμφες και τα τέλεια του εντόμου εγκαθίστανται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και μυζούν χυμούς. Εκκρίνουν και αυτά μελιτώδη αποχωρήματα στα οποία αναπτύσσεται καπνιά, υποβαθμίζοντας την ποιότητα των προϊόντων. Η καταπολέμησή του γίνεται με κίτρινες κολλητικές παγίδες με εντομοκτόνα ή και βιολογικά με το έντομο *Encarsia formosa* και το μύκητα



Εικόνα 8. *Trialeurodes vaporariorum*

Verticillium lecanii. Επίσης, η καταστροφή των ζιζανίων – ξενιστών του εντόμου γύρω απ' το θερμοκήπιο περιορίζει τον πληθυσμό του αλευρώδη.

Θρίπας (*Frankliniella occidentalis*)

Τελευταία παρατηρείται μια έξαρση προσβολής φυτών μαρουλιού από τον θρίπα. Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς με κατάλληλα εντομοκτόνα και με κολλητικές παγίδες μπλε χρώματος.



Εικόνα 9. *Frankliniella occidentalis*

Έντομα εδάφους

Είδη των γενών *Gryllotalpa* και *Agrotis* προκαλούν ζημιές στο ριζικό σύστημα των φυτών. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα εδάφους και με χρήση δολωμάτων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5. Στατιστικά στοιχεία εξέλιξης καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΡΕΜ. (τόνοι)	ΑΠΟΔΟΣΗ (κιλά/στρεμ.)	ΤΙΜΗ (δρχ./κιλό)	ΑΚΑΘ. ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (σε χιλ. δρχ.)
1970	23.740	37.359	1.574	2,81	104.979
1971	28.606	44.155	1.544	2,70	119.219
1972	24.200	37.143	1.535	2,93	108.829
1973	25.590	39.464	1.542	4,12	162.592
1974	26.200	42.081	1.606	5,14	216.296
1975	26.400	46.745	1.771	5,20	243.074
1976	24.400	48.500	1.988	8,76	424.860
1977	26.600	51.750	1.945	8,47	438.323
1978	25.900	51.450	1.986	9,11	468.710
1979	26.000	51.420	1.978	13,24	680.801
1980	27.300	55.020	2.015	16,52	908.930
1981	26.370	54.670	2.073	16,23	887.294
1982	26.520	55.980	2.111	23,90	1.337.922
1983	27.926	57.657	2.065	32,28	1.861.168
1984	28.272	57.963	2.050	25,70	1.489.649
1985	27.151	57.733	2.126	36,45	2.104.368
1986	29.373	59.971	2.042	44,30	2.656.715
1987	32.099	68.263	2.127	73,71	5.031.666
1988	29.704	73.646	2.479	81,29	5.986.683
1989	28.867	74.592	2.584	80,71	6.020.320
1990	31.678	62.131	1.961	78,18	4.857.402
1991	32.732	63.774	1.948	132,78	8.467.912
1992	34.690	70.212	2.024	141,96	9.967.296
1993	34.640	69.215	1.998	133,00	9.205.595
1994	36.460	75.443	2.069	130,71	9.861.155

1995	33.670	65.580	1.948	134,73	8.835.593
1996	36.080	69.450	1.925	197,59	13.722.626
1997	35.133	67.020	1.908	160,40	10.750.008
1998	33.196	63.080	1.900	154,33	9.735.136
1999	39.390	75.960	1.928	195,36	14.839.546
2000	44.900	81.366	1.812	229,80	18.697.907