

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών



Γ. Χ. ΔΗΜΟΚΑΣ

ΘΕΜΑ:

***ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΑΝΘΕΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΑΖΑΣ
ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ***

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Ν.ΙΩΝΙΑ 2003



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 4217/1
Ημερ. Εισ.: 16-12-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
631.585
ΔΗΜ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
ΑΝΘΕΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΑΖΑΣ
ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Κ. Κίττας (Επιβλέπων)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μ. Σακελλαρίου- Μακραντωνάκη (Μέλος)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Γ. Παπαδάκης (Μέλος)

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Καθηγητής

Γεωργικές Κατασκευές

Καθηγήτρια

Αρδεύσεις- Στραγγίσεις και

Υδραυλικής

Αν. Καθηγητής

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας-

Μηχανολογικός Εξοπλισμός και

Γεωργικές Κατασκευές

**Αφιερωμένο στους γονείς μου
Χρήστο και Αποστολίνα για την
αμέριστη συμπαράστασή τους**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου, στον Κο Κίττα Κωνσταντίνο Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Διευθυντή του εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με θέμα που εμπίπτει στο γνωστικό αντικείμενο των Γεωργικών Κατασκευών, καθώς και για την επιστημονική, ηθική και υλικοτεχνική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων και συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Κα Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μαρία Καθηγήτρια Αρδεύσεων, Στραγγίσεων και Υδραυλικής του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τον Κο Παπαδάκη Γεώργιο Αναπληρωτή Καθηγητή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας-Μηχανολογικού Εξοπλισμού και Γεωργικών Κατασκευών και για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή και για τις χρήσιμες παρατηρήσεις τους.

Ευχαριστώ τον κ. Λύκα Χρήστο, υποψήφιο διδάκτορα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής, για την ηθική συμπαράσταση, τη συνεχή επιστημονική καθοδήγηση και την πολύτιμη συμβολή του στην αρτιότερη οργάνωση του πειράματος και τη συγγραφή της παρούσας διατριβής, η οποία και υπήρξε καθοριστική.

Επίσης ευχαριστώ τους Διδάκτορες Γεωπόνους κ. Παναγιώτη Γιαγλάρα και κ Κατσούλα Νικόλαο καθώς συνέβαλαν στην επιμέρους υποστήριξη της διατριβής, καθώς επίσης και στον κ. Μουστάκα Αθανάσιο για την συνεργασία που υπήρξε κατά την πειραματική περίοδο στον τόπο διεξαγωγής του πειράματος.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον φίλο, συνάδελφο και συμφοιτητή μου στο Μεταπτυχιακό Τμήμα Κάβουρα Σπύρο για την ηθική, υλική και κυρίως τεχνική υποστήριξη στη διαμόρφωση της διατριβής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
Περίληψη	9
1. Κεφάλαιο 1ο. Εισαγωγή	10
1.1. Το προϊόν και η αγορά του	10
1.2. Φυτικό υλικό - Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις.....	11
1.2.1. Ποικιλίες	11
1.2.2. Εδαφικές απαιτήσεις.....	11
1.2.3. Κλιματικές απαιτήσεις.....	11
1.2.3.1. Επίδραση της θερμοκρασίας.....	11
1.2.3.2. Επίδραση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.....	12
1.2.3.3. Επίδραση της σχετικής υγρασίας.....	12
1.2.3.4. Επίδραση της περιεκτικότητας σε διοξείδιο του άνθρακα του αέρα.....	12
1.2.3.5. Επίδραση της άρδευσης.....	12
1.3. Καλλιεργητικοί παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη και την παραγωγή.....	13
1.3.1. Καλλιέργεια στο έδαφος και υδροπονία.....	13
1.3.2. Διαμόρφωση των φυτών-Συγκομιδή ανθοφόρων βλαστών	15
1.3.3. Συγκομιδή ανθοφόρων βλαστών	16
1.3.4. Άρδευση καλλιέργειας τριανταφυλλιάς	17
1.3.4.1. Άρδευση δρεπτών με σταγόνες	18
1.3.4.2. Αυτοματοποίηση της άρδευσης.....	18
1.3.4.3. Απορροή.....	19
1.4. Λήψη αποφάσεων	19
Μέρος 1ο: Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	20
2. Κεφάλαιο 2ο. Μορφολογική διαμόρφωση βλαστών τριανταφυλλιάς.	21
2.1. Έκπτυξη και μορφολογική διαμόρφωση οφθαλμών	21
2.2. Έκπτυξη και μορφολογική διαμόρφωση του φύλλου	21
2.3. Αύξηση του βλαστού και των μεσογονατίων διαστημάτων.....	23
2.4. Εμφάνιση ανθικών καταβολών.....	24
2.5. Μορφολογική διαμόρφωση του άνθους	24
3. Κεφάλαιο 3ο. Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών τριανταφυλλιάς.....	25
3.1. Κλιματικοί παράγοντες.....	25
3.2. Καλλιεργητικοί παράγοντες.....	26
3.2.1. Διαμόρφωση των φυτών	26
3.2.2. Πυκνότητα φύτευσης.....	27
3.2.3. Παραγωγή βιομάζας	27
3.2.4. Επίδραση της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη φυτών τριανταφυλλιάς	28
3.2.5. Σημασία του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τα θρεπτικά διαλύματα υδροπονικής καλλιέργειας και η επίδραση της συχνότητας άρδευσης στη μεταβολή των τιμών αυτών.....	28

3.2.6. Επίδραση της συχνότητας άρδευσης και του υποστρώματος στην μεταβολή του pH του θρεπτικού διαλύματος.....	29
4. Κεφάλαιο 4 ^ο Μαθηματική προσομοίωση της αύξησης-ανάπτυξης των φυτών....	30
4.1. Σχέσεις φυτού-περιβάλλοντος και μέθοδοι διερεύνησης τους.....	30
4.2. Μοντέλα προσομοίωσης της επίδρασης των παραγόντων περιβάλλοντος στο ρυθμό ανάπτυξης των βλαστών τριανταφυλλιάς.....	30
4.2.1. Τα μοντέλα ανάπτυξης (development).....	31
4.2.2. Τα μοντέλα αύξησης κατά βάρος.....	31
4.2.3. Μέθοδοι ποσοτικής περιγραφής προσομοίωσης της ανάπτυξης.....	32
4.3. Μοντέλα ανάπτυξης καλλιέργειας τριανταφυλλιάς.....	32
5. Κεφάλαιο 5ο. Σκοπός της εργασίας.....	34
Μέρος 2ο: Πειραματικό μέρος.....	35
6. Κεφάλαιο 6 ^ο . Υλικά και μέθοδοι.....	36
6.1. Γενική περιγραφή.....	36
6.2. Το υδροπονικό σύστημα στο θερμοκήπιο.....	36
6.2.1. Περιγραφή του υδροπονικού συστήματος.....	36
6.2.2. Υπόστρωμα ανάπτυξης.....	40
6.2.3. Θρεπτικό διάλυμα.....	40
6.2.3.1. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος.....	40
6.3. Η καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς.....	40
6.3.1. Η ποικιλία και τα χαρακτηριστικά της.....	40
6.3.2. Διάταξη των φυτών στο χώρο.....	41
6.3.3. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	42
6.3.3.1. Κλάδεμα-Διαμόρφωση των φυτών με την τεχνική του Bending.....	42
6.3.3.2. Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών.....	44
6.4. Υπολογισμοί.....	44
6.5. Μετρήσεις.....	44
6.5.1. Βιολογικές μετρήσεις.....	44
6.5.1.1. Τυχοποιημένο σχέδιο.....	44
6.5.1.2. Πειραματικές μετρήσεις.....	46
6.5.2. Κλιματικές μετρήσεις.....	47
6.6. Επεξεργασία των μετρήσεων.....	47
6.7. Στατιστική ανάλυση.....	48
7. Κεφάλαιο 7 ^ο . Αποτελέσματα Κλιματικών παραμέτρων – Ανάπτυξης.....	49
7.1. Θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.....	49
7.2. Ηλιακή ενέργεια στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.....	49
7.3. Σχετική υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.....	50
7.4. Παραγωγή βλαστοφόρων οφθαλμών (>1,5cm) και διαχωρισμός των παραγόμενων βλαστών.....	51
7.4.1. Παραγωγή βλαστών (>1,5cm) μετά την εφαρμογή του Bending	51
7.4.2. Παραγωγή ανθοφόρων-τυφλών βλαστών πάνω και κάτω από το σημείο κάμψης.....	51
7.4.3. Παραγωγή ανθοφόρων βλαστών μετά την εφαρμογή του Bending	52

7.5. Μήκος βλαστών.....	53
8. Κεφάλαιο 8ο. Καταστροφικές μετρήσεις ανθέων - Παραγωγή Ανθέων.....	56
8.1. Παραγωγή ανθοφόρων βλαστών.....	56
8.2. Συσχέτιση παραγωγής βλαστών και φυλλικής επιφάνειας.....	58
8.3. Συσχέτιση παραγωγής βλαστών με την επιφάνεια του θερμοκηπίου.....	60
9. Κεφάλαιο 9ο. Καταστροφικές μετρήσεις ολόκληρων των φυτών.....	63
9.1. Ολικό παραγόμενο χλωρό και ξηρό βάρος.....	63
9.2. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους στο κάτω μέρος των φυτών μετά την εφαρμογή του Bending.....	64
9.3. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους στο επάνω μέρος των φυτών μετά την εφαρμογή του Bending.....	66
9.4. Ολική παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους των φύλλων των φυτών.....	67
9.5. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους των φύλλων στο κάτω μέρος των φυτών.....	69
9.6. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους των φύλλων στο επάνω μέρος των φυτών.....	70
9.7. Ολική παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους βλαστών και ανθέων.....	72
9.8. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους βλαστών και ανθέων στο κάτω μέρος των φυτών.....	73
9.9. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους βλαστών και ανθέων στο επάνω μέρος των φυτών.....	75
9.10. Υπολογισμός παραγωγής ξηράς ουσίας.....	76
10. Κεφάλαιο 10ο. Αποτελέσματα - Φυλλικής επιφάνειας των φυτών.....	78
10.1. Ολική φυλλική επιφάνεια.....	78
10.2 Φυλλική επιφάνεια στα μέρη (επάνω-κάτω) των φυτών.....	78
11. Κεφάλαιο 11ο. Συμπεράσματα-Συζήτηση.....	81
11.1. Επίδραση του κλίματος στην ανάπτυξη και την παραγωγή ανθέων.....	81
11.2. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στην εμφάνιση, διαφοροποίηση και στην ανάπτυξη των οφθαλμών.....	81
11.3. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στην παραγωγή ανθέων.....	82
11.4. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στο συνολικό βάρος (χλωρό-ξηρό).....	82
11.5. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στο βάρος τους (χλωρό-ξηρό) ανάλογα με το μέρος του φυτού (επάνω-κάτω).....	82
11.6. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στο βάρος τους (χλωρό-ξηρό) σε φύλλα, βλαστούς και άνθη.....	83
11.7. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στην ολική φυλλική επιφάνεια, ή ανάλογα με το μέρος του φυτού (επάνω-κάτω).....	83
Βιβλιογραφία.....	84

Περίληψη

Οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Ελλάδα βρίσκονται σε συνεχή ανάπτυξη. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα θερμοκήπια επιλέγουν τη χρησιμοποίηση υδροπονικών συστημάτων που συμβάλλουν στην μεγιστοποίηση της παραγωγής.

Το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας έχει ξεκινήσει εδώ και μερικά χρόνια έρευνα με θέμα την ορθολογική διαχείριση του περιβάλλοντος και τη βελτιστοποίηση της παραγωγής σε υδροπονική καλλιέργεια τριανταφυλλιάς. Ένα μέρος της έρευνας αυτής αποτελεί η πρόβλεψη της παραγωγής και η ορθολογική χρήση του συστήματος υδρολίπανσης των φυτών, σε συνάρτηση πάντα με τους κλιματικούς παράγοντες που επικρατούν στην Ελληνική επικράτεια.

Στα πλαίσια αυτά πραγματοποιήθηκε εργασία με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη και την παραγωγή ανθέων και βιομάζας δύο ποικιλιών τριανταφυλλιάς σε υδροπονική καλλιέργεια. Η εργασία πραγματοποιήθηκε από τις 24/3/2003 έως και τις 1/9/2003, σε γυάλινο θερμοκήπιο στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των παραμέτρων του κλίματος του θερμοκηπίου (θερμοκρασίας του αέρα, ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και σχετικής υγρασίας). Συσχετίστηκαν με την αύξηση των βλαστών, με την ανάπτυξη της καλλιέργειας σε διάφορα επίπεδα καθώς και με την παραγωγή των ανθέων της καλλιέργειας.

Στο πείραμα της ανάπτυξης των βλαστών πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις εμφάνισης των βλαστοφόρων οφθαλμών, διαχωρισμού αυτών σε ανθοφόρους και τυφλούς και διαχωρισμού των ανθοφόρων σε κυρίους και πλευρικούς. Επίσης μετρήθηκε η αύξηση του μήκους των κυρίων βλαστών από το στάδιο της έκπτυξης (>1,5cm), έως και την ανθοφορία τους.

Στην πειραματική διαδικασία της παραγωγής των ανθέων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του αριθμού των συγκομιζόμενων βλαστών, του αντίστοιχου χλωρού και ξηρού τους βάρους. Οι μετρήσεις αυτές αποτελούν την πραγματική ένδειξη της παραγωγής ανθέων στην Ελληνική επικράτεια.

Τέλος πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας καθώς και καταστροφικές μετρήσεις και διαχωρισμός των φυτών σε δύο μέρη για την καλύτερη ανάλυση του βάρους (χλωρού-ξηρού) των φυτών καθόλη την διάρκεια της ανάπτυξης τους, κατά την πειραματική διαδικασία.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, λόγω της ύπαρξης μεγάλων τυπικών αποκλίσεων, τόσο στην ανάπτυξη των βλαστών των φυτών, όσο και στις καταστροφικές μετρήσεις των συγκομιζόμενων ανθέων και των ολόκληρων των φυτών.

1. Κεφάλαιο 1ο. Εισαγωγή

Τα τριαντάφυλλα είναι μια από τις κυριότερες θερμοκηπιακές καλλιέργειες δρεπτών ανθέων στη χώρα μας. Οι κλιματικές απαιτήσεις της τριανταφυλλιάς επιτρέπουν την παραγωγή τριαντάφυλλων στη χώρα μας μόνο σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκηπίου. Η διαμόρφωση των φυτών, η θρέψη, η άρδευση και η ρύθμιση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου αποτελούν τις κυριότερες μεθόδους, με τις οποίες μπορεί ο παραγωγός να επέμβει στην φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών έτσι ώστε να πετύχει τους στόχους που θέτει με το χρονοδιάγραμμα παραγωγής. Η λήψη αποφάσεων για τις διάφορες επεμβάσεις γίνεται κυρίως με βάση την εμπειρία των παραγωγών. Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες ανάπτυξης εργαλείων υποστήριξης της λήψης αποφάσεων, κυρίως όσον αφορά τη ρύθμιση του περιβάλλοντος, της θρέψης και άρδευσης των φυτών. Το πρόβλημα εντοπίζεται στο γεγονός ότι αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούν μοντέλα προσομοίωσης της απόκρισης των φυτών στις συνθήκες περιβάλλοντος τα οποία απαιτούν συνεχή αναβάθμιση και προσαρμογή στις εκάστοτε συνθήκες καλλιέργειας. (Pascian, C.C., *et al.*, 1994.)

1.1. Το προϊόν και η αγορά του

Οι κυριότερες ανθοπαραγωγικές χώρες στον κόσμο που ασχολούνται με την παραγωγή δρεπτόν ανθέων είναι η Ολλανδία (η οποία παράγει την μεγαλύτερη ποσότητα ανθοκομικών προϊόντων) καθώς και η Ιταλία, η Γαλλία και η Ισπανία που ακολουθούν με σημαντικά μικρότερες ποσότητες.

Η Ελλάδα πραγματοποιεί εισαγωγές δρεπτόν ανθέων αξίας 3,5 εκατομμύρια ευρώ, ενώ οι εξαγωγίμες ποσότητες είναι της τάξης των 1,5 εκατομμύρια ευρώ. Τα κυριότερα ανθοκομικά είδη που παράγονται στην Ελλάδα είναι τα: τριαντάφυλλο, γαρύφαλλο, ζέρμπερα, γλαδιόλες, τουλίπες, χρυσάνθεμα, φρέζιες, ορχιδέες, λίκιουμ κλπ. Συνολικά το 1990 οι ανθοκομικές καλλιέργειες στην Ελλάδα καταλάμβαναν 10.000 m² από τα οποία τα 3.000 m² αφορούσαν θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Στο 80% των θερμοκηπίων καλλιεργούνταν δρεπτά άνθη, στο 10% γλαστρικά φυτά και στο υπόλοιπο 10% φυτά κηποτεχνίας. Το 50% των ανθοκομικών θερμοκηπίων βρίσκεται στην Κρήτη, το 20% στην Αττική, το 10% στην Τροιζηνία και το υπόλοιπο 20% στην υπόλοιπη Ελλάδα. Η καλλιεργούμενη έκταση των τριαντάφυλλων είναι γύρω στα 700 στρέμματα. Το 1990 παράγονταν στη χώρα μας ανθοκομικά προϊόντα συνολικής αξίας 90 εκατομμύρια ευρώ. Η αξία των εξαγόμενων ειδών (κυρίως τριαντάφυλλο, γαρύφαλλο και γαρδένια) ανέρχονταν σε 1,5 εκατομμύρια ευρώ, ενώ οι εξαγωγές ανθοκομικών ειδών ήταν συνολικής αξίας 9 εκατομμύρια ευρώ το 1989 η οποία αυξήθηκε σε 15 εκατομμύρια ευρώ το 1991. Η Ελληνική ανθοκομία δεν έφθασε ακόμη στο επιθυμητό επίπεδο ανάπτυξης καθώς παρουσιάζει προβλήματα που αφορούν την σωστή θερμοκηπιακή υποδομή, την οργάνωση και προγραμματισμό της παραγωγής, την ποιότητα-τυποποίηση-συσκευασία, δημιουργία οργανωμένου δικτύου ανθαγορών και πληροφόρησης. (Μαλούπα, Ε., 1997)

Οι κατηγορίες ως αναφορά την ποιότητα των δρεπτόν τριανταφύλλων διακρίνονται ανάλογα με την κατάταξη των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών σε σχέση με το μήκος σε τρεις κατηγορίες: 1) ποιότητα Γ <65cm, 2) ποιότητα Β 65-80cm, 3) ποιότητα Α >80 cm (Οικονόμου, Α.Σ., 1995). Η ποιότητα των συγκομιζόμενων ανθέων είναι σχετίζεται άμεσα και με την διάμετρο των βλαστών. Οι βλαστοί χαρακτηρίζονται ως "λεπτοί" όταν έχουν διάμετρο (<4.0 mm), ως "κανονικοί" όταν οι τιμές της είναι (4.0-4.8 mm) και ως "χοντροί" όταν είναι (>4.8 mm). (Kool, M.T.N., *et al.*, 1997) Τις μεγαλύτερες πωλήσεις στην αγορά παρουσιάζουν τα ανθικά στελέχη με τον καλύτερο συνδυασμό μήκους και διαμέτρου καθώς ανταποκρίνονται καλύτερα στην αυξημένη ζήτηση του καταναλωτικού κοινού.

1.2. Φυτικό υλικό - Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

1.2.1. Ποικιλίες

Οι σημερινές ποικιλίες τριανταφυλλιάς είναι όλες υβρίδια που προήλθαν από διασταυρώσεις επί σειρά ετών μεταξύ διαφόρων ειδών από τα οποία τα κυριότερα είναι τα *Rosa gallica* και *Rosa chinensis*. Εντατικά προγράμματα βελτίωσης οδήγησαν στην παραγωγή ποικιλιών που ανθίζουν αδιακρίτως εποχής και έχουν ποικίλα χρώματα, εντυπωσιακό άνθος, υψηλή ποιότητα και μεγάλη παραγωγικότητα.

Εξειδικευμένοι οίκοι δημιουργούν συνεχώς δεκάδες νέων ποικιλιών. Οι κυριότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται στη χώρα μας είναι οι εξής: First Red, Iceberg, Madelon, Baccara, Kardinal, Mercedes, Royal Red, Sonia, Arianna, Vivaldi, Candia, Cokteil, Nicole, Lovely Girl, Golden Time, Iona, Belinda, Bingo, Fantasie, Red Syccess, κ.α.

Τα χρώματα των παραγόμενων ανθοκομικών προϊόντων ποικίλουν από κόκκινο, άσπρο, ροζ, κίτρινο, πορτοκαλί μέχρι και ιώδες με τις διάφορες αποχρώσεις τους. Υπάρχουν συγχρόνως και ποικιλίες με δίχρωμα άνθη. Οι προτιμήσεις των καταναλωτών στους διάφορους χρωματισμούς ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή και από χώρα σε χώρα. (Μαλούπα, Ε., 1997)

1.2.2. Εδαφικές απαιτήσεις

Το έδαφος που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς πρέπει να επιτρέπει καλή στράγγιση με σύγχρονη συγκράτηση της απαραίτητης υγρασίας. Επιπλέον το έδαφος πρέπει να συγκρατεί τα θρεπτικά στοιχεία κατά τη λίπανση, να έχει pH 5,5-7,0 και να είναι απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς. Για την βελτίωση της υφής και της δομής του εδάφους ενδείκνυται η προσθήκη βελτιωτικών. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις στο τελικό εδαφικό μείγμα η συμμετοχή του εδάφους πρέπει να είναι τουλάχιστον 50% κατά όγκο.

1.2.3. Κλιματικές απαιτήσεις

Οι σημαντικότεροι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού είναι: η θερμοκρασία, η ακτινοβολία, η σχετική υγρασία και η περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα του αέρα (Οικονόμου, Α.Σ., 1995).

1.2.3.1. Επίδραση της θερμοκρασίας

Η καλύτερη μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στα φυτά στο θερμοκήπιο, γίνεται με τη διάκρισή της θερμοκρασίας, σε νυκτερινή και ημερήσια. Αυτό επιβάλλεται λόγω της διαφορετικής επίδρασης της θερμοκρασίας στην αναπνοή και στη φωτοσύνθεση αλλά και λόγω του διαφορετικού τρόπου ρύθμισης της νυκτερινής (κυρίως με θέρμανση) και της ημερήσιας της θερμοκρασίας (κυρίως με αερισμό και δροσισμό).

Η βέλτιστη ημερήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 20 και 24°C ανάλογα με το επίπεδο ακτινοβολίας. Θερμοκρασίες της τάξεως των 30°C, επιτυγχάνουν την ανάπτυξη της τριανταφυλλιάς αλλά η ποιότητα των τριανταφύλλων υποβαθμίζεται. Οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν πρόωρο άνοιγμα των ανθέων όταν αυτά έχουν ακόμη μικρή διάμετρο, αυξάνουν τον αριθμό των πετάλων τους και δημιουργούν τρυφερά ανθικά στελέχη.

Η νυκτερινή θερμοκρασία για τις περισσότερες ποικιλίες τριανταφυλλιάς, πρέπει να διατηρείται γύρω στους 16°C. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες η βλαστική ανάπτυξη είναι αργή, η

παραγωγή ανθέων περιορισμένη, ενώ η ποιότητα τους υψηλή. Νυκτερινές θερμοκρασίες κάτω των 10°C περιορίζουν κατά πολύ την ανάπτυξη και μειώνουν την παραγωγικότητα.

Αν και οι τριανταφυλλίες αντέχουν σε χαμηλές θερμοκρασίες η παραγωγή ανθοφόρων βλαστών αναστέλλεται σε θερμοκρασίες κάτω από 16 °C. Για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων της τάξεως των 100 έως 200 άνθη ανά m², η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (νύχτα ή ημέρα) πρέπει να είναι μεταξύ 17 - 20 °C (Epoch, *et al.*, 1988).

Η θερμοκρασία επίσης επηρεάζει σημαντικά τον αριθμό των ημερών που απαιτείται έως τη συγκομιδή των ανθοφόρων βλαστών. Συγκεκριμένα, χαμηλές θερμοκρασίες **μειώνουν** τον ρυθμό ανάπτυξης των βλαστών. Η παραγωγή μπορεί να γίνει πιο πρόωμη ή πιο όψιμη, με σταδιακή άνοδο ή πτώση της νυκτερινής θερμοκρασίας μέχρι το πολύ 6°C. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει όμως η αλλαγή αυτή της θερμοκρασίας να είναι μεγαλύτερη από 1°C για κάθε νύχτα. Ειδικά τις δύο, τρεις τελευταίες εβδομάδες πριν τη συγκομιδή είναι οι πλέον κρίσιμες και θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις νυκτερινές θερμοκρασίες (Οικονόμου, Α.Σ., 1995).

1.2.3.2. Επίδραση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας

Το φως θεωρείται από τους πιο σπουδαίους παράγοντες στην ανάπτυξη της τριανταφυλλιάς στο θερμοκήπιο. Οι τριανταφυλλίες έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε φως. Η υψηλή ένταση του φωτός επηρεάζει τόσο την ανάπτυξη όσο και την παραγωγή. Η παραγωγή είναι μεγαλύτερη το καλοκαίρι γιατί επικρατεί υψηλή ένταση φωτός για πολλές ώρες της ημέρας. Το αντίθετο συμβαίνει το χειμώνα λόγω της χαμηλής έντασης του φωτός που επιπλέον διαρκεί λίγες ώρες.

Η ένταση της ακτινοβολίας φαίνεται να επηρεάζουν την ανάπτυξη των τριανταφυλλιών, πα'όλο που δεν είναι ακριβώς ξεκαθαρισμένο αν η επίδραση οφείλεται σε άμεση δράση της ακτινοβολίας στη φωτοσύνθεση ή σε έμμεση δράση λόγω αύξησης της θερμοκρασίας από την προσπίπτουσα ακτινοβολία (Οικονόμου, Α.Σ., 1995).

1.2.3.3. Επίδραση της σχετικής υγρασίας

Το βέλτιστο επίπεδο σχετικής υγρασίας του αέρα για την τριανταφυλλιά κυμαίνεται μεταξύ 70 και 80%. Σε αυτό το εύρος της υγρασίας η φωτοσύνθεση δεν παρεμποδίζεται από το άνοιγμα των στοματίων αλλά και ο ρυθμός σκλήρυνσης των κυτταρικών τοιχωμάτων είναι αργός. Υψηλότερα επίπεδα υγρασίας αν και είναι ευνοϊκά για την φωτοσύνθεση και τη διατήρηση της σπαργής και της ελαστικότητας των κυττάρων ταυτόχρονα δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών (Οικονόμου, Α.Σ., 1995).

1.2.3.4. Επίδραση της περιεκτικότητας σε διοξείδιο του άνθρακα του αέρα

Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στον αέρα αυξάνει το ρυθμό ανάπτυξης των ανθοφόρων βλαστών και μειώνει τα προβλήματα ανθόρροιας. Αυξάνει τον αριθμό και τη διάμετρο των βλαστών και βελτιώνει σημαντικά τον χρωματισμό, την ποιότητα και τη μετασυλλεκτική διατήρηση των τριαντάφυλλων (Οικονόμου, Α.Σ., 1995).

1.2.3.5. Επίδραση της άρδευσης

Η έλλειψη νερού δημιουργεί φυτά καχεκτικά και ξυλοποιημένα με φύλλα μικρά ανοικτού πράσινου χρώματος. Όταν ταυτόχρονα γίνει λίπανση της καλλιέργειας, τότε η έλλειψη του νερού μπορεί να προκαλέσει τοξικά φαινόμενα λόγω της υπερβολικής συγκέντρωσης αλάτων στη ριζόσφαιρα. Συχνές και επαναλαμβανόμενες περιόδους μάρανσης των φύλλων οδηγούν στην καστανή απόχρωσή τους στην περιφέρεια ή ακόμη και νέκρωσή τους. Με έντονη έλλειψη νερού παρατηρείται φυλλόπτωση. Μερικές ποικιλίες παρουσιάζουν καρούλιασμα των φύλλων ή πτώση τους μετά από ελαφρό κίτρινισμα.

Σε υπερβολική εδαφική υγρασία εμφανίζονται τα ίδια περίπου συμπτώματα όπως και στην έλλειψη. Επίσης παρατηρείται καταστροφή του ριζικού συστήματος. Τα φύλλα είναι κίτρινα ή εμφανίζουν μεσονεύρια χλώρωση. Το φύλλωμα στα κατώτερα σημεία πέφτει ενώ η αύξηση των φυτών αναστέλλεται. Πλούσια άρδευση μετά από μεγάλη περίοδο ξηρασίας είναι υπεύθυνη για περιορισμένη αύξηση και κυρίως για ανάπτυξη τυφλών βλαστών που δεν παράγουν άνθη.

Συνεπώς η άρδευση των φυτών τριανταφυλλιάς πρέπει να είναι προσεκτική κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Το νερό που απαιτείται σε κάθε στάδιο της ανάπτυξης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Τριανταφυλλίες με πλούσια βλάστηση που πλησιάζουν στο στάδιο της ανθοφορίας έχουν αυξημένες ανάγκες σε νερό. Το υπόστρωμα που στην περίπτωση αυτή στεγνώνει γρήγορα, χρειάζεται επάρκεια νερού για να προληφθεί κάθε αναστολή αύξησης. Όταν οι τριανταφυλλίες κλαδεύονται αυστηρά ή έχει γίνει συγκομιδή τριανταφύλλων, οι απαιτήσεις σε νερό είναι περιορισμένες (Οικονόμου, Α.Σ., 1995).

1.3. Καλλιεργητικοί παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη και την παραγωγή

Οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες τριαντάφυλλων διαφοροποιούνται μεταξύ τους σε ότι αφορά την οργάνωση και τον εξοπλισμό των θερμοκηπίων, που καθορίζουν το χρονοδιάγραμμα παραγωγής και τις καλλιεργητικές μεθόδους που εφαρμόζονται για την επίτευξή του. Το υπόστρωμα καλλιέργειας (υδροπονικές και εδαφικές καλλιέργειες), το χρονοδιάγραμμα παραγωγής, η ρύθμιση του περιβάλλοντος και η μέθοδος διαμόρφωσης των φυτών αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες διαφοροποίησης της καλλιέργειας.

Η παραγωγή τριαντάφυλλων στην χώρα μας γίνεται αποκλειστικά σε θερμοκήπια. Αυτό γίνεται γιατί οι εξωτερικές συνθήκες είτε δεν επιτρέπουν την παραγωγή των ανθέων όλο το χρόνο (π.χ. θερμοκρασίες χαμηλότερες από 16°C) είτε δεν είναι κατάλληλες για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων την εποχή ζήτησης του προϊόντος. Οι σημαντικότερες ποσότητες τριαντάφυλλων διακινούνται από Οκτώβριο έως Μάιο. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή στη χώρα μας πρέπει να γίνει κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου από Σεπτέμβριο έως Απρίλιο. Ακόμα και στις πιο θερμές περιοχές της χώρας μας η θερμοκρασία από Οκτώβριο έως Μάρτιο είναι χαμηλότερη από 17-20°C, και αυτό καθιστά αδύνατη την επίτευξη υψηλών αποδόσεων με υπαίθρια καλλιέργεια.

1.3.1. Καλλιέργεια στο έδαφος και υδροπονία

Τα τριαντάφυλλα καλλιεργούνται στο έδαφος σε μεγάλο αριθμό θερμοκηπίων. Όμως η πολυετής καλλιέργεια σε έδαφος οδηγεί στην εμφάνιση προβλημάτων (π.χ. ασθένειες, συμπίεση εδάφους, αλατότητα, κ.α.) τα οποία επιφέρουν μείωση της παραγωγής. Αυτά τα προβλήματα, σε συνδυασμό με τις σύγχρονες τάσεις για μείωση της χρήσης επικίνδυνων για τον άνθρωπο και το περιβάλλον χημικών ουσιών (π.χ. χημικά λιπάσματα, προϊόντα φυτοπροστασίας) οδήγησαν τα τελευταία χρόνια, σε μια σημαντική αύξηση του ενδιαφέροντος για τις υδροπονικές καλλιέργειες, των οποίων τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

- ↓ απαλλαγή από τις εδαφογενείς ασθένειες
- ↓ εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών στοιχείων καθώς και μείωση των εκροών
- ↓ απαλλαγή από εργασίες κατεργασίας του εδάφους
- ↓ δημιουργία καθαρού περιβάλλοντος για την καλλιέργεια αλλά και για τον εργαζόμενο
- ↓ καλύτερος έλεγχος της θρέψης των φυτών
- ↓ βελτίωση της ποιότητας και αύξηση της παραγωγής

Ωστόσο τα υδροπονικά συστήματα παρουσιάζουν όμως και ορισμένα μειονεκτήματα:

- ✿ μεγάλο κόστος αρχικής επένδυσης
- ✿ ειδίκευση του καλλιεργητή
- ✿ εύκολη εξάπλωση ασθeneιών ιδιαίτερα στα κλειστά υδροπονικά συστήματα
- ✿ δυσκολία διαχείρισης του συστήματος

Οι υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελλάδα καταλαμβάνουν έκταση περίπου 350 στρεμμάτων και αφορούν κυρίως την τομάτα, το αγγούρι και το μαρούλι, από τα κηπευτικά και το τριαντάφυλλο και τη ζέριμπερα από τα ανθοκομικά (Μαυρογιαννόπουλος, Γ., 1994)

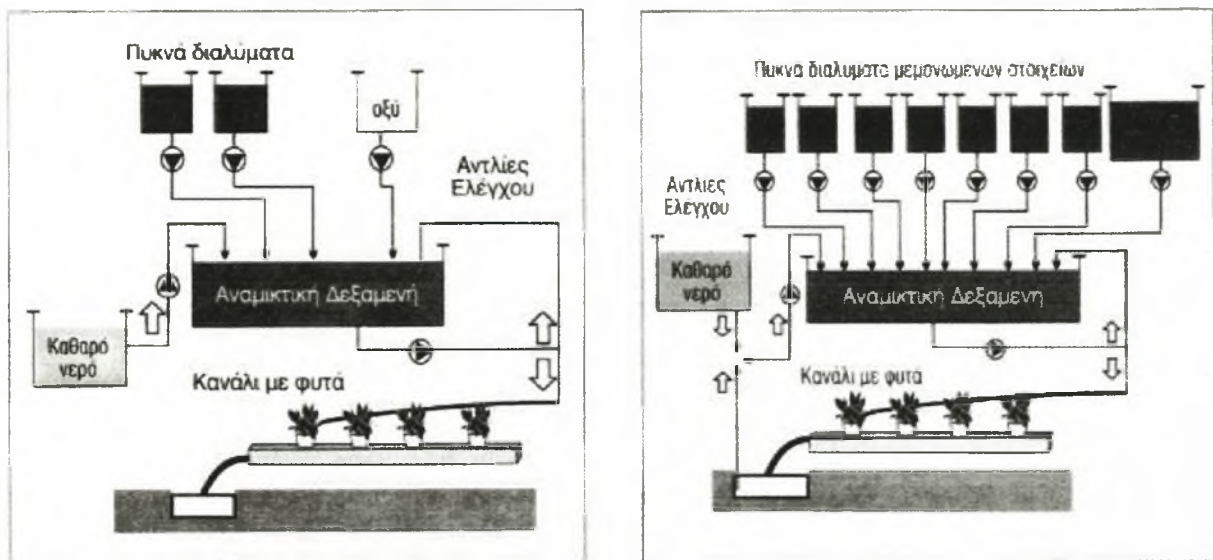
Η καλλιέργεια τριανταφυλλιάς σε υδροπονία πραγματοποιείται κυρίως με τις εξής τεχνικές:

- ✿ Καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα (χωρίς αδρανές υπόστρωμα , Ν.Φ.Τ.).
- ✿ Καλλιέργεια σε αδρανή υλικά (περλίτης, πετροβάμβακας) (Εικόνα 1.).
- ✿ Καλλιέργεια σε οργανικά υποστρώματα (τύρφη ,φλοιοί δένδρων κλπ.) .



Εικόνα 1. Καλλιέργεια σε σάκο με πετροβάμβακα

Οι τεχνικές καλλιέργειας σε υδροπονικά συστήματα διαφοροποιούνται ανάλογα με την τεχνική διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος. Διακρίνουμε δύο κατηγορίες: τα ανοιχτά και τα κλειστά (ανακυκλούμενα) συστήματα (Εικόνα 2.).



Εικόνα 2 (α), (β). Ανοικτό (α) και κλειστό (β) υδροπονικό σύστημα

Στα ανοικτά υδροπονικά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει μετά από κάθε άρδευση, αποβάλλεται στο φυσικό περιβάλλον. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή και την μόλυνση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι δύο αυτοί λόγοι οδήγησαν στην εφαρμογή κλειστών υδροπονικών συστημάτων, στα οποία το απορρέον διάλυμα επαναχρησιμοποιείται. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί μείωση της ολικής κατανάλωσης νερού της τάξης του 10-15% και μείωση της κατανάλωσης λιπασμάτων.

Σημαντικά μειονεκτήματα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων είναι η ευκολία εξάπλωσης ασθενειών μέσω του ανακυκλούμενου στα φυτά της καλλιέργειας. Το υψηλό κόστος επένδυσης, σε εξοπλισμό απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος που επαναχρησιμοποιείται είναι ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες εφαρμογής και διάδοσης των συστημάτων αυτών.

Σε πολλές χώρες η νομοθεσία καθιστά υποχρεωτική τη χρήση κλειστών υδροπονικών συστημάτων, αποβλέποντας στην μείωση της μόλυνσης των εδαφών και των υπογείων υδάτων (Γεωργία Κτηνοτροφία, 1998).

1.3.2. Διαμόρφωση των φυτών-Συγκομιδή ανθοφόρων βλαστών

Στην πράξη εφαρμόζονται κυρίως δύο τεχνικές διαμόρφωσης των φυτών: η κλασική τεχνική και η τεχνική "Bending".

Στην κλασική τεχνική το κλάδεμα συγκομιδής καθορίζει τον αριθμό των παραγωγικών ματιών και αντίστοιχα τη ρύθμιση της παραγωγής, αποβλέπει δηλαδή στον σχηματισμό λουλουδιών καλής ποιότητας στις περιόδους ζήτησης. Διαφέρει ανάλογα με την εποχή του έτους. Τον χειμώνα το κλάδεμα γίνεται κάτω από τον κόμπο έκπτυξης του ανθοφόρου βλαστού (αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερο μήκος του ανθοφόρου βλαστού και αντίστοιχα υψηλότερη τιμή). Την άνοιξη το ύψος του κλαδέματος εξαρτάται από το ύψος της φυτείας και του θερμοκηπίου. Τους καλοκαιρινούς μήνες συνίσταται ανάπαυση της φυτείας χωρίς παύση των καλλιεργητικών φροντίδων. Έτσι έχουμε καλής ποιότητας λουλούδια μετά το φθινόπωρο. Μετά τον τρίτο χρόνο γίνεται πολύ αυστηρό κλάδεμα της φυτείας στα 60-90cm και δημιουργία νέου σκελετού του φυτού σε καινούργιο ξύλο.

Στην καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς για κομμένο άνθος σημαντικό ρόλο παίζουν οι λαίμαργοι βλαστοί που εκπτύσσονται από τη βάση του φυτού. Σε αντίθεση με άλλες καλλιέργειες, στην τριανταφυλλιά οι βλαστοί αυτοί είναι επιθυμητοί γιατί αποτελούν παράγοντα ανανέωσης του φυτού και δημιουργίας μακρυστέλεχων ισχυρών ανθέων. Μέσα από τις προσπάθειες που έγιναν για την αύξηση του αριθμού των λαίμαργων βλαστών αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια μια νέα τεχνική καλλιέργειας τεχνική **Bending**. (Εικόνα 3.)



Εικόνα 3. Διαμόρφωση φυτών τριανταφυλλιάς με το σύστημα *bending*

Σε αυτή την μορφολογική ιδιαιτερότητα των φυτών στηρίζεται η τεχνική του συστήματος **Bending**, σύμφωνα με την οποία ο βλαστός που θα προέλθει από τον οφθαλμό που έχει υποστεί αυστηρό κλάδεμα αφήνεται να αναπτυχθεί ελεύθερα έως ότου σχηματίσει ανθοφόρο οφθαλμό στην κορυφή του. Τότε γίνεται η αφαίρεση (τσίμπημα) του επάκριου αυτού οφθαλμού και κάμψη του βλαστού. Η ίδια τακτική ακολουθείται και για τους πλάγιους βλαστούς που εκπτύσσονται μετά το τσίμπημα από τον αρχικό εφόσον δεν πρόκειται να δώσουν ικανοποιητικής ποιότητας άνθος. Συγχρόνως γίνεται λύγισμα του κεντρικού στελέχους σε οριζόντια θέση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την έκπτυξη λαίμαργων βλαστών από τη βάση του φυτού οι οποίοι θα δώσουν άνθη με καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Η συγκεκριμένη έρευνα δείχνει ότι η νέα τεχνική υπερτερεί στην παραγωγή καλύτερης ποιότητας προϊόντων χωρίς να μειώνεται η ποσότητα των παραγόμενων ανθέων (Οικονόμου, Α.Σ., 1994).

1.3.3. Συγκομιδή ανθοφόρων βλαστών

Η κοπή των ανθοφόρων στελεχών γίνεται συνήθως πάνω από το πρώτο ή δεύτερο σύνθετο 5-φύλλο, μετρώντας από τη βάση του βλαστού. Πάνω από το πρώτο σύνθετο 5-φύλλο εφαρμόζεται σε εύρωστες ποικιλίες ή την άνοιξη και το καλοκαίρι που η βλαστική ανάπτυξη είναι συγκριτικά μεγαλύτερη σε σχέση με το χειμώνα. (Εικόνα 4.)

Κοπή ανθικών στελεχών πάνω από το δεύτερο σύνθετο 5-φύλλο γίνεται σε λιγότερο εύρωστες ποικιλίες ή το φθινόπωρο και το χειμώνα που οι συνθήκες φωτός είναι περιορισμένες έτσι ώστε αφήνοντας περισσότερη φυλλική μάζα στο φυτό. Σε μια κλασική τεχνική διαμορφώσεως, κατά την περίπτωση που το ανθικό στέλεχος είναι λεπτό και ο βραχίονας που το υποβαστάζει είναι χονδρός τότε η τομή γίνεται στη «μασχάλη» και σε απόσταση 1cm περίπου πάνω από το σημείο της «διακλάδωσης». Αν αργότερα από την περίοδο της μασχάλης εκπτυχθούν πολλοί βλαστοί θα πρέπει να αφαιρεθούν όλοι πλην ενός του εύρωστου. Κοπή του ανθικού στελέχους κάτω από τη διακλάδωση γίνεται όταν τόσο το ανθικό στέλεχος όσο και ο βλαστός που το υποβαστάζει είναι και οι δύο λεπτοί. (Οικονόμου, Α.Σ., 1987). Έτσι

δημιουργείται ένα φυτό με ισχυρούς βραχίονες και μεγάλη φυλλική μάζα. Στην τεχνική **Bending** οι αδύνατοι βλαστοί κάμπτονται και παραμένουν μόνο εκείνοι που θα δώσουν καλής ποιότητας ανθοφόρο στέλεχος.



Εικόνα 4. Σημεία κοπής στελέχους τριανταφυλλιάς ανάλογα με την επιδίωξη του καλλιεργητή

1.3.4. Άρδευση καλλιέργειας τριανταφυλλιάς

Η διαχείριση του νερού στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες αφορά τη λήψη αποφάσεων σχετικά με το πότε θα πραγματοποιηθεί η άρδευση και ποια θα είναι η ποσότητα του νερού που θα διατεθεί στην καλλιέργεια έτσι ώστε να διατηρούνται τα φυτά στη βέλτιστη υδατική τους κατάσταση.

Υπάρχουν διάφορα συστήματα άρδευσης των ανθοκομικών φυτών. Σε κάθε περίπτωση, η επιλογή του συστήματος άρδευσης γίνεται με κριτήριο το κόστος εγκατάστασής του, τα πλεονεκτήματά του για κάθε είδος της καλλιέργειας. Ειδικά αυτός ο τελευταίος παράγοντας είναι πολύ σημαντικός στην ανθοκομία, δεδομένου ότι οι τρόποι καλλιέργειας ανθοκομικών φυτών που υπάρχουν είναι αρκετοί και τελείως διαφορετικοί μεταξύ τους. Για παράδειγμα, οι απαιτήσεις μιας εντατικής καλλιέργειας που αποσκοπεί στην παραγωγή κομμένου τριαντάφυλλου είναι τελείως διαφορετικές από αυτές που ισχύουν για καλλιέργεια των ιδίων φυτών σε γλάστρα.

Ανεξάρτητα από το είδος της καλλιέργειας (παραγωγή δρεπτών ανθέων ή φυτών σε φυτοδοχεία) στα σύγχρονα θερμοκήπια η ρύθμιση της συχνότητας άρδευσης και της δόσης άρδευσης ανά πότισμα, γίνεται με την βοήθεια κατάλληλων συστημάτων αυτοματοποίησης της άρδευσης. (Σάββας, Δ., 2003)

1.3.4.1. Άρδευση δρεπτών με σταγόνες

Η άρδευση με σταγόνες είναι η μέθοδος που κυριαρχεί σήμερα στις επιχειρηματικές μορφές της καλλιέργειας ανθοκομικών φυτών. Η μεταφορά του νερού στα φυτά γίνεται μέσω ενός δικτύου εύκαμπτων σωλήνων από μαύρο πλαστικό πολυαιθυλένιο κατάλληλης διατομής, οι οποίοι κατά μήκος τους φέρουν σταλάκτες διαφόρων τύπων. Ο κεντρικός αγωγός ξεκινάει από την κεφαλή του δικτύου άρδευσης και συνδέεται με τους πλευρικούς αγωγούς. Κάθε πλευρικός αγωγός τροφοδοτεί με διάλυμα μια γραμμή φυτών ή και περισσότερες όταν αυτές είναι διπλές ή πολλαπλές. Πάνω στους πλευρικούς αυτούς αγωγούς φέρονται οι σταλάκτες, μέσω των οποίων γίνεται η διανομή του νερού στα φυτά.

Η απόσταση των σταλακτών μεταξύ τους κατά μήκος του σταλακτηφόρου σωλήνα μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Οι πλαστικοί σωλήνες του νερού φέρουν συνήθως έναν σταλάκτη ανά φυτό. Η παροχή των σωλήνων αυτών είναι μικρή, συνήθως 2-6 λίτρα ανά ώρα, με συνέπεια το νερό να απορροφάται αμέσως. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η χορήγηση του νερού ακριβώς στον ενεργό χώρο του ριζοστρώματος, εκεί δηλαδή που το χρειάζονται τα φυτά, με συνέπεια να μεγιστοποιείται ο βαθμός αξιοποίησής του και να αποφεύγεται η σπατάλη του. (Σάββας, Δ., 2003)

1.3.4.2. Αυτοματοποίηση της άρδευσης

Ο ρυθμός κατανάλωσης νερού από μια καλλιέργεια μεταβάλλεται χρονικά τόσο στη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου όσο και από ημέρα σε ημέρα, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες (μεταβολή του ρυθμού εξατμισοδιαπνοής) και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (μεταβολή της φυλλικής επιφάνειας). Γι' αυτό, ο καλύτερος τρόπος για να ρυθμίζεται ο χρόνος έναρξης των ποτισμάτων είναι να συσχετίζεται με κάποιο τρόπο το ξεκίνημα της λειτουργίας του συστήματος άρδευσης με την κατανάλωση νερού από τα φυτά. Έτσι, η παροχή νερού στην καλλιέργεια μπορεί να ξεκινάει κατά τη χρονική στιγμή που η κατανάλωση νερού στο χρονικό διάστημα από το προηγούμενο πότισμα μέχρι τη δεδομένη στιγμή εξισωθεί με την ποσότητα νερού που παρέχεται στην καλλιέργεια στον καθορισμένο χρόνο μιας άρδευσης.

Η εξάρτηση του χρόνου έναρξης των ποτισμάτων από το ύψος της κατανάλωσης νερού από την καλλιέργεια μπορεί να επιτευχθεί εύκολα με την βοήθεια μια ηλεκτροβάνας και ενός ειδικού χρονοδιακόπτη, ο οποίος συνδέεται με κάποιον αισθητήρα άμεσης ή έμμεσης μέτρησης της κατανάλωσης νερού από την καλλιέργεια (μέτρηση έντασης ηλιακής ενέργειας, αισθητήρας μέτρησης της εξάτμισης νερού στο θερμοκήπιο τασίμετρο ή άλλο σύστημα μέτρησης της περιεκτικότητας του υποστρώματος σε νερό). Σε ένα τέτοιο σύστημα αυτοματοποίησης της άρδευσης θα πρέπει επιπλέον να υπάρχει και ένας χρονορυθμιστής (ρελέ) μέσω του οποίου θα επιλέγεται η διάρκεια της χορήγησης του νερού στην καλλιέργεια και επομένως το ύψος της αρδευτικής δόσης (m^3 νερού ανά στρέμμα σε κάθε εφαρμογή άρδευσης).

Για όσο το δυνατόν πιο ακριβή συσχέτιση μεταξύ της δόσης αρδευτικού ύδατος και της κατανάλωσης νερού, διάφορα μοντέλα πρόβλεψης της εξατμισοδιαπνοής έχουν προταθεί από πολλούς ερευνητές. Τα μοντέλα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν για την κατάστρωση προγραμμάτων Η/Υ με στόχο την πλήρη αυτοματοποίηση της άρδευσης με παράλληλη προσαρμογή της αρδευτικής δόσης στην κατανάλωση νερού. Σε όλα τα μοντέλα, οι βασικές μεταβλητές που καθορίζουν το ύψος της διαπνοής σε έναν δεδομένο χρόνο και μια δεδομένη επιφάνεια με φυτά είναι η ενέργεια που δέχεται η καλλιέργεια σε αυτόν το χρόνο και το μέγεθος των φυτών. Σε ένα θερμοκήπιο, μια καλλιέργεια δέχεται ενέργεια από δύο πηγές, την ηλιακή ενέργεια και την θερμοκρασία. Οι παραπάνω μεταβλητές επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο την κατανάλωση νερού σε κάθε φυτικό είδος και επομένως για κάθε καλλιέργεια θα πρέπει να υπολογίζονται πειραματικά διαφορετικοί συντελεστές επίδρασής τους. (Σάββας, Δ., 2003)

1.3.4.3. Απορροή

Σημαντικότερο πρόβλημα στις υδροπονικές καλλιέργειες αποτελεί η βαθμιαία συσσώρευση των αλάτων στο περιβάλλον της ρίζας. Αυτό εκφράζεται με την αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο απορρέων θρεπτικό διάλυμα, είναι συνέπεια της διαπνοής των φυτών και της ενεργής απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από το θρεπτικό διάλυμα και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την παραγωγή.

Μια κοινή πρακτική για την απομάκρυνση της περίσσιας των αλάτων που είναι δυνατόν να συγκεντρωθούν στο υπόστρωμα ριζοβολίας των φυτών, είναι η εφαρμογή μεγαλύτερης ποσότητας θρεπτικού διαλύματος σε κάθε άρδευση της καλλιέργειας (υπεράρδευση). Με τον τρόπο αυτό το 10-30% (μερικοί ερευνητές προτείνουν απορροή μέχρι και 60%) του θρεπτικού διαλύματος που εφαρμόστηκε κατά την άρδευση της καλλιέργειας απορρέει, παρασύροντας τα άλατα που έχουν συσσωρευτεί στο υπόστρωμα.

Σε κάθε περίπτωση ο βαθμός απορροής ή ο αριθμός και ο χρόνος των αρδεύσεων με καθαρό νερό για την απομάκρυνση των αλάτων, εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και τις κλιματικές συνθήκες. (Σάββας, Δ., 2003)

1.4. Λήψη αποφάσεων

Η λήψη αποφάσεων για τις παραπάνω επεμβάσεις έως τώρα βασίζεται στην πείρα του καλλιεργητή. Έτσι η κλασσική χρήση του ρυθμού άρδευσης οδηγεί σε άσκοπη χρήση τόσο του νερού όσο και των λιπασμάτων. Επιπλέον δεν υπάρχει σύνδεση μεταξύ των πραγματικών αναγκών των φυτών και της υδρολίπανσης που απαιτείται, ανάλογα επίσης και με τις κλιματικές συνθήκες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών.

Μέρος 1ο: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2. Κεφάλαιο 2ο. Μορφολογική διαμόρφωση βλαστών τριανταφυλλιάς.

2.1. Έκπτυξη και μορφολογική διαμόρφωση οφθαλμών

Η έκπτυξη των βλαστοφόρων οφθαλμών σε μια κλασική καλλιέργεια τριανταφυλλιάς παρατηρείται μετά την συγκομιδή των ανθικών στελεχών και χαρακτηρίζεται σαν **ακρότονη** ή **βασίτονη**. Ως ακρότονη χαρακτηρίζεται, όταν επικρατεί η αύξηση των οφθαλμών του επάνω τμήματος του κεντρικού βλαστικού άξονα. και βασίτονη όταν η αύξηση πραγματοποιείται από τους οφθαλμούς του κάτω τμήματος του βλαστικού άξονα, με ιδιαίτερη ανάπτυξη των πλευρικών κλάδων. Ο **βλαστοφόρος** οφθαλμός είναι ουσιαστικά ένας «εν δυνάμει» βλαστός με μη αναπτυγμένο άξονα και φύλλα, αλλά σχηματισμό των καταβολών τόσο των φύλλων όσο και του άξονα εσωτερικά. (Δελιβόπουλος, Σ.Γ., 1994)

Ο οφθαλμός χαρακτηρίζεται ως **ανθοφόρος** όταν μετά από κάποιο στάδιο ανάπτυξης έχουμε εσωτερικά τον σχηματισμό των καταβολών των σειρών των πετάλων και έπειτα το σχηματισμό των στημόνων στο κέντρο της ανθοδόχης.

Οι οφθαλμοί στις μασχάλες των επιμηκών φύλλων των σύνθετων 3-φύλλων και του πρώτου 5-φύλλου, κάτω από το άνθος έχουν **επίμηκες-αιχμηρό σχήμα**, των υπόλοιπων 5-φύλλων και 3-φύλλων στο μέσο του ανθικού στελέχους οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί είναι καλοσχηματισμένοι και **σφαιρικοί**. Απεναντίας οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί των επιμηκών φύλλων της βάσης του ανθικού στελέχους είναι μικροί και **πεπλατυσμένοι**. (Οικονόμου, Α.Σ., 1994)

2.2. Έκπτυξη και μορφολογική διαμόρφωση του φύλλου

Το φύλλο είναι το τρίτο μαζί με το βλαστό και τη ρίζα, βασικό όργανο των ανώτερων φυτών. Αποτελεί το φυτικό όργανο στα κύτταρα του οποίου η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική ενέργεια κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Η διαπνοή και η φωτοσύνθεση είναι οι δύο κύριοι λειτουργικοί ρόλοι του **τυπικού φύλλου**.

Το έλασμα αναρτάται από το γόνατο του βλαστού συνήθως με ένα λεπτοφυές στέλεχος το μίσχο. Ως προς τον τρόπο συγκρότησης του ελάσματος τα φύλλα διακρίνονται σε απλά και σε σύνθετα. Τα κύρια φύλλα της τριανταφυλλιάς είναι **σύνθετα** καθώς το έλασμά τους απαρτίζεται από περισσότερα του ενός τμήματα, που ονομάζονται φυλλάρια. (**Εικόνα 5.**). Υπάρχουν όμως και **απλά** φύλλα στο βλαστό της τριανταφυλλιάς τα οποία βρίσκονται στα δύο άκρα του βλαστού. **Απλά** θεωρούνται τα φύλλα που έχουν ένα ενιαίο έλασμα, έστω και αν αυτό είναι έλοβο. Στα **σύνθετα** φύλλα καθένα από τα φυλλάρια έχει συνήθως το δικό του μικρό μίσχο, με τον οποίο προσαρτάται στον κοινό άξονα, τη ράχη, που αποτελεί προέκταση του κυρίως μίσχου. Το σύνθετο φύλλο της τριανταφυλλιάς χαρακτηρίζεται ως **πτεροειδές** καθώς τα φυλλάρια αναρτώνται και από τις δύο πλευρές της ράχης.

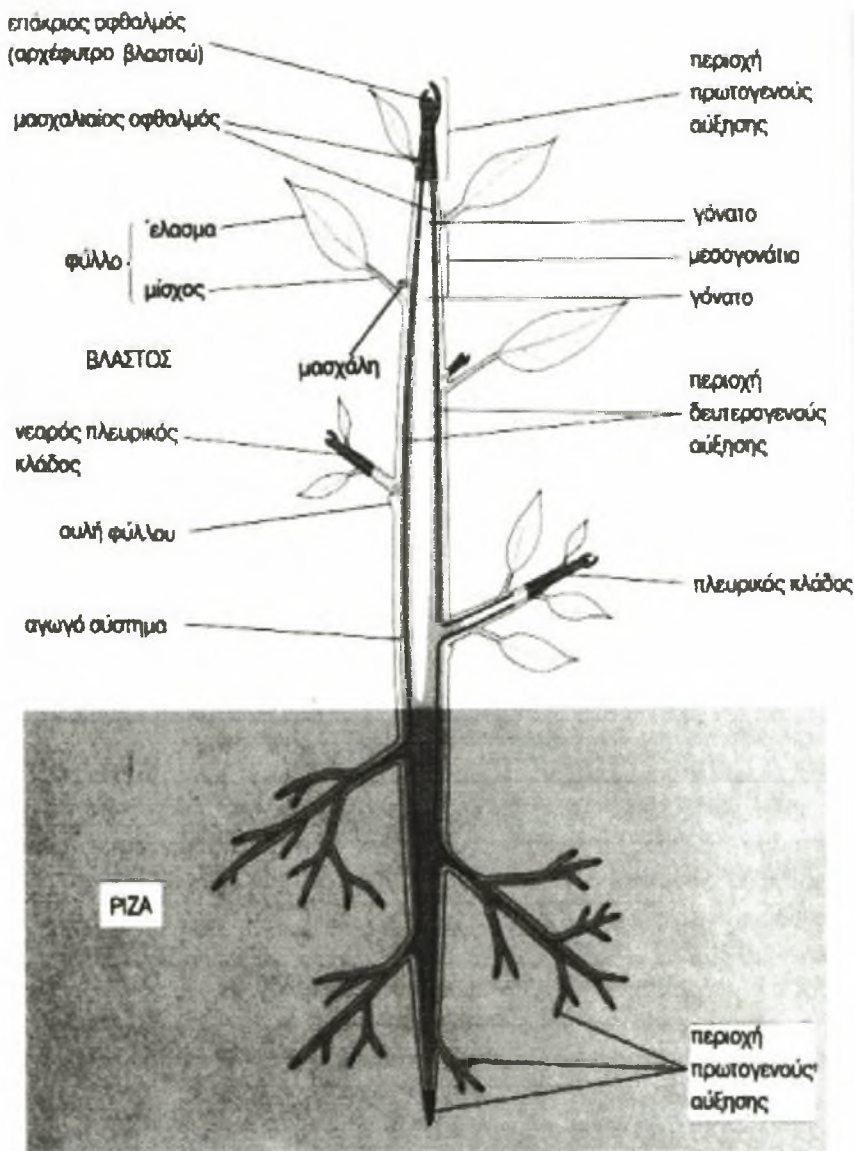
Η έναρξη σχηματισμού του φύλλου σηματοδοτείται από περικλινείς διαιρέσεις ορισμένων πλευρικών κυττάρων, τα οποία βρίσκονται κάτω από το πρωτόδερμα και λίγο πίσω από το επάκριο μερίστωμα. (Δελιβόπουλος, Σ.Γ., 1994)



Εικόνα 5. Είδη φύλλων τριανταφυλλιάς

2.3. Αύξηση του βλαστού και των μεσογονατίων διαστημάτων

Η ανάπτυξη του βλαστικού άξονα αρχίζει κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του εμβρύου. Ένα κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα της πρωτογενούς αύξησης του βλαστού είναι η διάκριση αυτού σε **γόνατα** και σε **μεσογονάτια διαστήματα**. (Εικόνα 6.) Γόνατα είναι τα σημεία του βλαστού από τα οποία αναπτύσσονται τα φύλλα και μεσογονάτια διαστήματα είναι τα τμήματα αυτού τα οποία περιβάλλονται μεταξύ των γόνων. Ο κορυφαίος οφθαλμός του βλαστού αποτελείται ουσιαστικά από έναν εμβρυώδη βλαστικό άξονα, το **επικοτύλιο**. Ο άξονας αυτός συνίσταται από υπανάπτυκτα μεσογονάτια διαστήματα και από μικρές καταβολές φύλλων. Το κορυφαίο μερίστωμα του νεαρού βλαστού συνεχίζει την ανάπτυξη αυτού με την προσθήκη νέων καταβολών φύλλων, οι κατώτερες από τις οποίες έχουν απομακρυνθεί πλέον από την κορυφή. (Δελιβόπουλος, Σ.Γ., 1994)



Εικόνα 6. Σχηματική παράσταση αύξησης βλαστού και μεσογονατίων διαστημάτων

2.4. Εμφάνιση ανθικών καταβολών

Η βλαστική ανάπτυξη των φυτών ακολουθείται από την αναπαραγωγή η οποία ολοκληρώνει τον κύκλο ζωής τους και εξασφαλίζει τη συνέχεια της ύπαρξής τους.

Εσωτερικοί και εξωτερικοί παράγοντες επάγουν το σχηματισμό στην κορυφή του βλαστικού άξονα του φυτού ενός επάκριου μεριστώματος, από το οποίο θα διαμορφωθεί το άνθος. Ένα άνθος είναι ουσιαστικά ένας βλαστός περιορισμένου μήκους, ο οποίος φέρει φύλλα ειδικά διαμορφωμένα (σποριόφυλλα). (Δελιβόπουλος, Σ.Γ., 1994)

Η περίοδος που απαιτείται για την αλλαγή από το βλαστικό στάδιο, στα πρώτα ορατά συμπτώματα της ανθικής μετάλλαξης, ποικίλει από 4 έως 21 ημέρες, όταν οι πλάγιοι βλαστοί έχουν μήκος 3 έως 4 cm. Η ύπαρξη εύρους οφείλεται στην έκπτυξη των **κυρίων** και των **πλευρικών** ανθικών καταβολών, καθώς οι τελευταίοι εκπτύσσονται με κάποια καθυστέρηση. (Zieslin CRC)

2.5. Μορφολογική διαμόρφωση του άνθους

Στα περισσότερα είδη, η ανθική κατασκευή βασίζεται στην ύπαρξη 5 πετάλων και 5 πετάλων, παρ'όλα αυτά υπάρχουν πολλά πολυπέταλα είδη. Τα σέπαλα είναι πράσινα, επειδή στα κύτταρα του φύλλου έχουν χλωροπλάστες;. Τα πέταλα, είναι έγχρωμα, επειδή διαθέτουν στο κυτόπλασμα των κυττάρων του μεσοφύλλου χρωμοπλάστες και έχουν χρωστικές ουσίες στα χυμοτόπια τους. Οι σημαντικότερες χρωστικές είναι οι ανθοκυάνες, που ανήκουν στα φλαβονοειδή. Οι ανθοκυάνες είναι υπεύθυνες για τον εντυπωσιακό χρωματισμό και τις διάφορες έντονες αποχρώσεις. Το τελικό χρώμα κάθε άνθους είναι αποτέλεσμα της αναλογίας φλαβονοειδών και καροτονοειδών. (Zieslin CRC)

3. Κεφάλαιο 3ο. Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών τριανταφυλλιάς

3.1. Κλιματικοί παράγοντες

Κυριότερο παράγοντα που επιδρά στην εμφάνιση των οφθαλμών και στην ανάπτυξη των βλαστών της τριανταφυλλιάς, έχει η μεταβολή της θερμοκρασίας. Αύξηση λοιπόν της θερμοκρασίας προκαλεί αντίστοιχα μείωση του χρόνου μέχρι την έκπτυξη των οφθαλμών, κάτι που παρατηρούμε κατά τους θερινούς μήνες ιδιαίτερα στις Μεσογειακές περιοχές όπου ανήκουμε. (C.A.M. Marcelis-Van Acker, 1993)

Η θερμοκρασία είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την έκπτυξη των φύλλων, καθώς από προηγούμενες μελέτες διαπιστώθηκε ότι, **αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση του χρόνου έκπτυξης των φύλλων και ταυτόχρονα μείωση του συνολικού αριθμού των φύλλων.** (C.A.M. Marcelis-Van Acker, 1993)

Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση των φύλλων και ταυτόχρονα των μεσογονατίων διαστημάτων είναι πολλοί με κυριότερο τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Σύμφωνα με πειραματικές μελέτες, **αύξηση των θερμοκρασιών μέσα στο εύρος των τιμών (17-25)°C συνεπάγεται με μια αντίστοιχη μείωση της περιόδου επιμήκυνσης των βλαστών που φτάνουν στην ανθοφορία τους.** Διαπιστώθηκε ότι η **αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση όλων των χαρακτηριστικών της αύξησης των βλαστών** (μήκος μεσογονατίων, διάμετρος, βάρους). Τέλος μια **αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της φυλλικής επιφάνειας** και κατά συνέπεια της αύξησης του μήκους των βλαστών. (C.A.M. Marcelis-van Acker, 1993)

Μείωση της φωτοπεριόδου κατά 50% προκαλεί αύξηση του χρόνου έκπτυξης των οφθαλμών. Επίσης συνδυασμένη **μείωση της φωτοπεριόδου κατά 50%** και ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας, προκαλεί αύξηση του χρόνου μέχρι την έκπτυξη των οφθαλμών. (Byrne and Doss and Tse, 1978)

Μείωση της φωτοπεριόδου κατά 50% προκαλεί αντίστοιχα αύξηση του χρόνου έκπτυξης των φύλλων. Τέλος **ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας και μείωση της φωτοπεριόδου κατά 50%**, προκαλεί **μεγαλύτερη αύξηση του χρόνου έκπτυξης των φύλλων.** (Byrne and Doss and Tse, 1978)

Η φωτοπερίοδος έχει τη δική της συμβολή στην αύξηση των βλαστών και κατ' επέκταση των μεσογονατίων και των φύλλων. **Μείωση της φωτοπεριόδου κατά 50%** προκαλεί **μικρή αύξηση των απαιτούμενων ημερών** από την κοπή έως την ανθοφορία, καθώς και στο μήκος των μεσογονατίων και των φύλλων. Αντίστοιχη **μείωση της φωτοπεριόδου με ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας** προκαλεί **αύξηση της διάρκειας ολοκλήρωσης των ανθοφόρων βλαστών** και επίσης **μείωση των μεσογονατίων και του μήκους των φύλλων.** (Byrne and Doss and Tse, 1978)

Ο κυριότερος περιβαντολλογικός παράγοντας για τη δημιουργία μπουμπουκιών είναι το φως. Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του χειμώνα, συνήθως ακολουθείται από αύξηση στον αριθμό των τυφλών βλασταριών. Αποτελέσματα πειραμάτων έδειξαν ότι **ο αριθμός βλαστών με αποτυχημένα μπουμπούκια αυξάνεται με τη μείωση της ακτινοβολίας.** Η αύξηση της τύφλωσης σε χαμηλά επίπεδα φωτός, μπορεί να είναι αποτέλεσμα χαμηλών επιπέδων φωτοσύνθεσης. Η θερμοκρασία είναι αυτή που επηρεάζει την ατροφικότητα των μπουμπουκιών με παρόμοιο τρόπο με αυτόν της ακτινοβολίας. (Zieslin and Moe)

Η μείωση της διάρκειας της φωτοπεριόδου δεν επηρεάζει τον αντίστοιχο αριθμό των πετάλων των ανθοφόρων βλαστών όταν οι μεταβολές των θερμοκρασιών είναι σταθερές, ενώ μια μείωση του μέσου όρου των θερμοκρασιών συνοδευόμενη από αντίστοιχη μείωση της φωτοπεριόδου, έχει σαν συνέπεια την αύξηση του αριθμού των πετάλων. (Byrne and Doss and Tse, 1978)

Συνεπώς η βελτιστοποίηση της παραγωγής, δηλαδή η **αύξηση του μήκους των μεσογονατίων και των φύλλων** πραγματοποιείται με μια αντίστοιχη **αύξηση της σχετικής υγρασίας**, κάτι που επισημάνθηκε έπειτα από εκτεταμένη σειρά πειραμάτων. (Brun and Settembrino, 1995)

3.2. Καλλιεργητικοί παράγοντες

3.2.1. Διαμόρφωση των φυτών

Στην καλλιέργεια τριανταφυλλιάς η ετήσια παραγωγή εξαρτάται από την **αρχιτεκτονική** των βασικών βλαστών που αποτελούν το ξυλώδες μέρος του φυτού, η οποία επίσης συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικότητας των φυτών. (Zieslin et al., 1975).

Η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα στη σχέση ανάμεσα στην **αρχιτεκτονική** διαμόρφωση των φυτών και την παραγωγή ανθοφόρων βλαστών, έχει κυρίως εστιαστεί στην ανανέωση της θαμνώδης αρχιτεκτονικής κατασκευής μέσω του ερεθισμού κατά τον σχηματισμό των βασικών βλαστών. (Schrock., 1981; Khayat., 1982).

Η καθυστέρηση της πραγματοποίησης του **Bending** προκαλεί αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης, της διαμέτρου και του βάρους των βλαστών των φυτών (Kool., 1997). Για να προκαλέσουμε την αύξηση-ανάπτυξη των κανονικά αδρανών μασχάλιων οφθαλμών στα χαμηλότερα μέρη των νεαρών φυτών της τριανταφυλλιάς (Marcelis-Van Acker., 1993), οι αναπτυγμένοι πρωτογενείς βλαστοί πλαγιάζονται κατά 90° οριζόντια μετά από κάποιο χρονικό διάστημα (De Vries., 1993). Όταν οι πλευρικοί βλαστοί φθάνουν σε μήκος 15cm, τότε ο βασικός βλαστός πλαγιάζει οριζόντια στη βάση του για να προκαλέσει ερεθισμό στην έκπτυξη των νέων κύριων και πλευρικών βλαστών (Kool., 1997). Ο χρόνος της πραγματοποίησης του **Bending** του πρωτογενή βλαστού καθορίζει την απόδοση της παραγωγής μέσω του ανταγωνισμού για την αφομοίωση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης κυρίως των βασικών και των πλευρικών βλαστών των φυτών. Η αύξηση των υγιών πλευρικών βλαστών ανταγωνίζεται ισχυρά με την αύξηση των βασικών βλαστών. Οι πλευρικοί βλαστοί εκπτύσσονται κοντά στο σημείο του **Bending**. (Zieslin., 1978).

Πολλοί ερευνητές προτείνουν ότι οι καλλιεργητικές μεταχειρίσεις όπως, **το κλάδεμα, το τσίμπημα, το κορυφολόγημα, η αφαίρεση των οφθαλμών** έχουν τη δική τους επίδραση στην αποθήκευση των υδρογονανθράκων στα χαμηλότερα μέρη του φυτού (Byrne., 1972; Zieslin et al., 1975; Morisot et al., 1996). Μεταχειρίσεις των φυτών όπως το τσίμπημα και η αφαίρεση των οφθαλμών μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν, για τον ορισμό της περιόδου παραγωγής με την υψηλή ζήτηση της αγοράς (Jones., 1978). Σε μιας χρονιάς παραγωγική διαδικασία ανθοφόρων βλαστών παρατηρήθηκε ότι τα ξυλώδη μέρη των βλαστών αποτελούν την περιοχή αποθήκευσης των υδρογονανθράκων που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των βλαστών σε περιόδους έλλειψης (Zieslin et al., 1975).

Το κλάδεμα των ανθοφόρων βλαστών αυξάνει τον αριθμό των εκπτυσσόμενων οφθαλμών που αναπτύσσονται σε βλαστούς αλλά μειώνει το βάρος των βλαστών (Kool et al 1996b).

Οι ανθοφόροι βλαστοί της τριανταφυλλιάς κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας μπορούν να **κλαδευτούν** σε διάφορα σημεία του βλαστού:

- Πάνω από το πρώτο σχηματισμένο πεντάφυλλο. "upward method"
- Πάνω από το δεύτερο σχηματισμένο πεντάφυλλο. "upward method"
- Στο σημείο επαφής του ανθοφόρου βλαστού με το υπόλοιπο φυτό. "downward method"
- Κάτω από το σημείο έκπτυξης του ανθοφόρου βλαστού.

Η χρήση της "downward method" βρέθηκε ότι προκαλεί μείωση στην παραγωγή ανθοφόρων βλαστών σε σχέση με την "upward method". Αυτό προκαλείται από την χαμηλότερη

θέση ή από την μεγαλύτερη ηλικία των οφθαλμών που αναπτύσσονται σε ανθοφόρους βλαστούς ή από την ηλικία του μητρικού βλαστού (Zieslin., 1981).

Η συγκομιδή πολλών βλαστών και της φυλλικής τους επιφάνειας σε σύντομο χρονικό διάστημα, προκαλεί τη νέκρωση κάποιων μερών της ρίζας κάτι που είναι υπεύθυνο για την καθυστέρηση της ανάπτυξης των νέων βλαστών των φυτών (Fuchs., 1986).

3.2.2. Πυκνότητα φύτευσης

Πρόσφατα αποδείχθηκε ότι ο περιορισμός του αριθμού των αναπτυσσόμενων βασικών βλαστών, προκαλεί αύξηση της διαμέτρου και του βάρους των βλαστών που παραμένουν στο φυτό. Παρατηρήθηκε επίσης ότι ο **ανταγωνισμός** μεταξύ των βασικών βλαστών των ίδιων φυτών αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη των βλαστών των φυτών (Kool et al., 1991). Ο ανταγωνισμός μεταξύ των αναπτυσσόμενων βλαστών για την αφομοίωση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης οδηγεί στον σχηματισμό περισσότερων τυφλών βλαστών, μειώνει το σύνολο των συγκομιζόμενων βλαστών και προκαλεί μείωση του βάρους του βλαστού (Kool et al., 1996b).

Οι πληροφορίες που σχετίζονται με την επίδραση της **πυκνότητας των φυτών** στην αρχιτεκτονική κατασκευή και διαμόρφωση των φυτών της καλλιέργειας είναι λιγοστές. Γενικά υψηλή πυκνότητα των φυτών οδηγεί σε μια αύξηση της φυλλικής επιφάνειας και του ξηρού βάρους της παραγωγής ανά τετραγωνικό μέτρο (Papadopoulos., 1991). Η ανάπτυξη των φυτών θα περιοριστεί, λόγω της μειωμένης για κάθε φυτό ξεχωριστά έκθεσής του, στην ηλιακή ακτινοβολία (Crothers., 1976; Papadopoulos., 1991). Επίσης βρέθηκε ότι για τα τριαντάφυλλα, η υψηλή πυκνότητα των φυτών, προκαλεί αύξηση στη θνησιμότητα των φυτών και τη μείωση του συνολικού του βάρους, για κάθε φυτό, σε συνδυασμό με λιγότερους σχηματισμένους και μικρότερης διαμέτρου βραχίονες (Pessala., 1977). Η αύξηση στην πυκνότητα των φυτών είναι κάτι που συνδέεται κυρίως με την αύξηση της φωτοσυνθετικής επιφάνειας των φυτών. Η φωτοσυνθετική επιφάνεια των φυτών είναι η πιο σημαντική συνιστώσα για την αύξηση της φωτοσυνθετικής ικανότητας του συνόλου της καλλιέργειας (Williams et al., 1965; Shibles., 1966; Stutzel., 1991).

3.2.3. Παραγωγή βιομάζας

Η ανάλυση της αύξησης της παραγωγής είναι συνάρτηση της **ηλιακής ακτινοβολίας**, καθώς και των υπολοίπων κλιματικών παραγόντων. Η ανάλυση της αύξησης της παραγωγής της καλλιέργειας πραγματοποιείται συγκρίνοντας, τη μετρήσιμη τιμή του ξηρού βάρους, με τη θεωρητικά μέγιστη, με σκοπό να εκφράσει το δυναμικό επίπεδο της παραγωγής της βιομάζας (Kool., 1993).

- **Η παραγωγή του ξηρού βάρους** υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το χλωρό βάρος με το λόγο που προκύπτει από το περιεχόμενο ξηρό βάρος προς το αντίστοιχο του χλωρό. (Kool., 1993).
- Συμπεραίνεται ότι **η παραγωγή του ξηρού βάρους** και η ικανότητα της καλλιέργειας για παραγωγής βλαστών τριανταφυλλιάς είναι χρήσιμα χαρακτηριστικά για την ανάλυση και τη σύγκριση δύο διαφορετικών καλλιεργητικών μεταχειρίσεων ή ποικιλιών. Προσομοίωση της δυνάμενης παραγόμενης βιομάζας δυναμώνει την ανάλυση του δυναμικού επιπέδου της παραγωγής της καλλιέργειας. (Kool., 1993).
- Το **ξηρό βάρος** των φυτών σε όλα τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, αυξάνεται κατά την διάρκεια της πρώτης χρονιάς, σταθεροποιείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και συνεχίζει να αυξάνεται κατά τη διάρκεια της δεύτερης χρονιάς (Kool et al., 1996b).

3.2.4. Επίδραση της συχνότητας άρδευσης στην ανάπτυξη φυτών τριανταφυλλιάς

Η επίδραση της συχνότητας άρδευσης είναι διαφορετική ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Στο στάδιο έναρξης σχηματισμού των τμημάτων των οργάνων η έλλειψη νερού παρουσιάζει μια καθυστέρηση στον κύκλο παραγωγής των τριανταφύλλων αλλά δεν έχει αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα των παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών ή των ανθοφόρων οφθαλμών.

Μεγαλύτερη επίδραση εμφανίζει στο στάδιο σχηματισμού και εμφάνισης των πετάλων. Η έλλειψη νερού στο στάδιο αυτό επιδρά στην ποιότητα των ανθοφόρων οφθαλμών, στην παραγωγή του κατάλληλου αριθμού πετάλων και σωστού σχηματισμού των πετάλων και στο μήκος των ανθοφόρων βλαστών. Έλλειψη νερού έχει σοβαρή επίδραση στην εμφάνιση των στημόνων και είναι καταστροφική για την ανάπτυξη των τριανταφύλλων. Έχει επίσης επίδραση στην ποσότητα παραγωγής (70% υποβάθμιση της παραγωγής) καθώς και στην ποιότητα των ανθοφόρων βλαστών και οφθαλμών (μείωση του μήκους και της διαμέτρου των βλαστών, του υγρού βάρους των ανθοφόρων βλαστών, καθώς και στο μέγεθος των ανθοφόρων οφθαλμών και στο σχηματισμό των ανθοφόρων βλαστών), (Chimonidou-Pavlidou, D., 1997).

Στο προγραμματισμό του ποτίσματος είναι πολύ σημαντικό να αναγνωριστούν οι περίοδοι κατά τη διάρκεια των οποίων η μη επάρκεια της παρεχόμενης ποσότητας νερού, θα έχει δυσμενείς συνέπειες στην αύξηση και στην παραγωγή της καλλιέργειας (De Kock *et al.*, 1990).

Ερευνητές διαπίστωσαν ότι στις περιπτώσεις διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος, η μεταχείριση με την χαμηλή συχνότητα άρδευσης παρουσίασε μείωση της παραγωγής και σε μερικές περιπτώσεις μείωση του μήκους των βλαστών καθώς επίσης οδήγησε και στο σχηματισμό μη εμπορεύσιμων βλαστών. (M. Caballero, P. Mansito, N. Zieslin, 1995).

3.2.5. Σημασία του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τα θρεπτικά διαλύματα υδροπονικής καλλιέργειας και η επίδραση της συχνότητας άρδευσης στη μεταβολή των τιμών αυτών

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται στο διαλυμένο σε αυτό. Έτσι, στην περίπτωση των νερών άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μέτρο της περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά στοιχεία κι άλλα ανόργανα άλατα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν μας δίνει καμιά πληροφορία για το είδος των αλάτων που είναι διαλυμένα στο διάλυμα, αλλά μόνο για την συνολική τους συγκέντρωση. Παρ' όλα αυτά όμως στην υδροπονική πράξη η ηλεκτρική αγωγιμότητα χρησιμοποιείται για τον καθημερινό έλεγχο της κατάστασης του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο του ριζικού συστήματος, όσο και για την πιστοποίηση των νέων διαλυμάτων, λόγω της ευκολίας με την οποία προσδιορίζεται. (Σάββας, Δ., 2003)

Τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας χαμηλότερες από ένα κατώτερο όριο υποδηλώνουν ότι η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ορισμένα τουλάχιστον θρεπτικά στοιχεία είναι ανεπαρκής. Αντίθετα, πολύ υψηλές τιμές πάνω από ένα ανώτατο επιτρεπτό όριο σημαίνουν ότι η συνολική περιεκτικότητα του διαλύματος σε άλατα (θρεπτικών στοιχείων και μη) είναι τόσο μεγάλη, ώστε τα φυτά υφίστανται αλατούχο καταπόνηση ανάλογη με αυτή στην οποία είναι εκτεθειμένα όταν καλλιεργούνται σε αλατούχα εδάφη. (Σάββας, Δ., 2003)

Το pH του θρεπτικού διαλύματος (μέτρο της περιεκτικότητας του σε ιόντα υδρογόνου, δηλαδή της ενεργού οξύτητάς του) είναι καθοριστικής σημασίας κριτήριο για την καταλληλότητά του. Όταν το pH είναι ψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ως ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα, οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα απορροφώνται με

ταχύτερους από τους συνήθεις ρυθμούς. Το αποτέλεσμα είναι να εμφανίζονται διαταραχές στη θρέψη των φυτών. Για τα περισσότερα είδη των καλλωπιστικών φυτών το pH του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο των ριζών θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5,2 και 6. Μια μέθοδος για να διατηρήσουμε τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC και του pH σταθερή ίση περίπου με την τιμή της παροχής είναι να αυξηθεί η συχνότητα της άρδευσης. (Σάββας, Δ., 2003)

3.2.6. Επίδραση της συχνότητας άρδευσης και του υποστρώματος στην μεταβολή του pH του θρεπτικού διαλύματος

Χημικά ο πετροβάμβακας που χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα ανάπτυξης συνίσταται από οξείδια ανόργανων στοιχείων και κυρίως του πυριτίου, του ασβεστίου, του σιδήρου, του μαγνησίου και του αργιλίου. Τα οξείδια που συμμετέχουν στη σύνθεση του πετροβάμβακα είναι πρακτικά αδιάλυτα όταν το pH του θρεπτικού διαλύματος κυμαίνεται μεταξύ 5,5-6,5. Εκτός αυτού, κανένα από τα προαναφερθέντα οξείδια δεν φέρει θέσεις ελεύθερων ηλεκτρικών φορτίων όπως τα κολλοειδή του εδάφους και επομένως ο πετροβάμβακας θεωρείται ότι είναι ένα χημικά αδρανές υλικό. Έτσι η θρέψη των φυτών μπορεί να ελέγχεται και να ρυθμίζεται πλήρως μέσω της χορήγησης θρεπτικού διαλύματος κατάλληλης σύστασης. Για τις περιπτώσεις όμως που η τιμή του pH είναι μεγαλύτερη του 6,5 υπάρχει προβληματισμός και διενεργούνται πειράματα με υψηλότερους ρυθμούς άρδευσης. (Σάββας, Δ., 2003)

4. Κεφάλαιο 4^ο Μαθηματική προσομοίωση της αύξησης-ανάπτυξης των φυτών

4.1. Σχέσεις φυτού-περιβάλλοντος και μέθοδοι διερεύνησης τους

Οι έρευνες σχετικά με την επίδραση των παραγόντων του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη των φυτών μπορούν να διακριθούν σε δύο ομάδες:

- Συγκριτικές
- Μαθηματικά προσομοιώματα

Οι συγκριτικές μελέτες βασίζονται στις συμβατικές αρχές του γεωργικού πειραματισμού και αφορούν στατιστικές συγκρίσεις των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται μετά την εφαρμογή κάποιων επεμβάσεων. Σκοπός αυτών των ερευνών είναι να αναδείξουν τη σχετική επίδραση των παραγόντων κάθε επέμβασης. Υστερούν ως προς το γεγονός ότι δεν μας επιτρέπουν να προβλέψουμε σε απόλυτη κλίμακα το τι θα συμβεί κάτω από διαφορετικές συνθήκες από αυτές του πειράματος ή με μια ελάχιστη τροποποίηση ή άλλο συνδυασμό των επεμβάσεων.

Για να μπορεί κανείς να προβλέψει, για παράδειγμα την απόκριση μιας καλλιέργειας στην ακτινοβολία και τη θερμοκρασία σε διαφορετικές περιοχές (κλίμα, έδαφος) και με διαφορετικές καλλιεργητικές τεχνικές πρέπει να πραγματοποιήσει σειρά πειραμάτων για πολλές έτη (διαφορετικά επίπεδα θερμοκρασίας, ακτινοβολίας), σε όλες τις περιοχές εφαρμόζοντας όλες τις καλλιεργητικές τεχνικές συγχρόνως. Είναι αυτονόητο ότι αυτού του είδους οι μελέτες καθυστερούν σημαντικά.

Η συσσώρευση αποτελεσμάτων από συγκριτικές έρευνες οδήγησε στην εφαρμογή στατιστικών μεθόδων συσχέτισης παραγόντων του περιβάλλοντος (κλίμα, έδαφος) καλλιεργητικών τεχνικών και αποτελεσμάτων, με στόχο την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων κάτω από διαφορετικές συνθήκες από αυτές που πραγματοποιήθηκε τα πειράματα.

Με την εξάπλωση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και την εισαγωγή αυτών στις βιολογικές επιστήμες (γεωπονία, βιολογία, κ.λ.π.) άρχισαν να εμφανίζονται τα πρώτα μαθηματικά προσομοιώματα για τις φυσιολογικές και μορφολογικές λειτουργίες των φυτών και των καλλιεργειών και τα πρώτα επεξηγηματικά μοντέλα προσομοίωσης.

4.2. Μοντέλα προσομοίωσης της επίδρασης των παραγόντων περιβάλλοντος στο ρυθμό ανάπτυξης των βλαστών τριανταφυλλιάς

Από τις αρχές του 1960 άρχισαν να εμφανίζονται διάφορες "σχολές" προσομοίωσης της ανάπτυξης των καλλιεργειών και να δημιουργείται σιγά-σιγά μια διεθνής επιστημονική κοινωνία με κοινές μεθόδους και ορολογία. Αυτές οι "σχολές" προσομοιωμάτων έχουν αμφισβητηθεί πολλές φορές από άλλες επιστημονικές ομάδες βασικής έρευνας για τον τρόπο απλουστευμένης αναπαράστασης των διαφόρων λειτουργιών των φυτών, ο οποίος σπάνια ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, όπως χαρακτηριστικά θα δούμε στην συνέχεια.

Σε γενικές γραμμές τα μοντέλα προσομοίωσης της ανάπτυξης διακρίνουν δύο βασικές λειτουργίες:

- την αύξηση κατά βάρος (growth)
- την μορφολογική διαμόρφωση ή ανάπτυξη (development)

Η αύξηση κατά βάρος εξαρτάται κυρίως από την καθαρή αφομοίωση των καλλιεργειών, δηλαδή από την χρονική ολοκλήρωση της διαφοράς μεταξύ φωτοσύνθεσης και αναπνοής. Είναι συνεπώς προφανές ότι αυτά τα μοντέλα θα πρέπει να σχετίζουν την αύξηση με το επίπεδο

ακτινοβολίας, την θερμοκρασία του αέρα, την σχετική υγρασία και το διοξείδιο του άνθρακα του αέρα. Η ακτινοβολία, σχετική υγρασία και το διοξείδιο του άνθρακα επηρεάζουν κυρίως τη φωτοσύνθεση όσο και την αναπνοή.

Τα μοντέλα αύξησης κατά βάρος χρησιμοποιούνται για τις καλλιέργειες εκείνες που η τιμή του προϊόντος που παράγουν εξαρτάται αποτελεσματικά από το βάρος του. Συνήθως αυτά τα μοντέλα για να προσδιορίσουν το βάρος που αντιστοιχεί στο συγκομιζόμενο προϊόν και να το διαχωρίσουν από αυτό που καταμερίζεται στα μέρη του φυτού (π.χ. ρίζες και στελέχη στην περίπτωση του σίτου) χρησιμοποιούν κάποιους συντελεστές κατανομής της παραγόμενης ξηράς ουσίας στα διάφορα μέρη του φυτού (συνήθως ρίζα-εναέριο μέρος και το εναέριο μέρος διακρίνεται σε βλαστούς, φύλλα και καρπούς). Πολλές φορές αυτοί οι συντελεστές κατανομής και ο τρόπος υπολογισμού τους (σε σχέση με το κλίμα και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών αναφέρεται σαν μοντέλο ανάπτυξης).

4.2.1. Τα μοντέλα ανάπτυξης (development)

Τα μοντέλα ανάπτυξης χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των λειτουργιών ή φαινομένων που προκαλούν απότομη μεταβολή της φαινολογικής κατάστασης των φυτών. Το πέρασμα από το βλαστικό στάδιο στην ανθοφορία και στην καρπόδεση, για παράδειγμα αφορά φαινόμενο ανάπτυξης. Η ανάπτυξη είναι έννοια ποιοτική και δεν μπορεί να μετρηθεί αλλά μόνο να περιγραφεί, σε αντίθεση με την αύξηση η οποία είναι έννοια ποσοτική και μπορεί να μετρηθεί. (Λόλας, Π., 1996).

Συνήθως η λειτουργία που αποκαλείται "ανάπτυξη" τα μοντέλα προσομοίωσης ενσωματώνει φυσιολογικές λειτουργίες όπως: η διαφοροποίηση μεριστωμάτων από βλαστικά σε ανθοφόρα, η έκπτυξη πλαγίων οφθαλμών, ο σχηματισμός των γονάτων και των μεσογονατίων, ο σχηματισμός των καταβολών των φύλλων στα κορυφαία μεριστώματα (apex), ή εμφάνιση των φύλλων.

Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι η προσομοίωση της "ανάπτυξης" έχει μεγάλη σημασία όταν μας ενδιαφέρουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών. Αυτό ισχύει κατ'εξοχήν στα ανθοκομικά προϊόντα τα οποία αξιολογούνται με βάση το σχήμα και την εμφάνισή τους, δηλαδή με τις διαστάσεις των οργάνων.

Στο χώρο των "μοντέλων ανάπτυξης" επικρατεί μια σύγχυση μεταξύ των λειτουργιών γέννησης νέων οργάνων (π.χ. φυλλογένεση, βλαστογένεση) που οφείλονται σε διαφοροποιήσεις μεριστωμάτων και κυτταρογεννήσεις και των λειτουργιών επιμήκυνσης οργάνων που οφείλονται σε επιμήκυνσεις ήδη σχηματισμένων κυττάρων. Οι δύο λειτουργίες συμπεριλαμβάνονται στην επονομαζόμενη "ανάπτυξη".

4.2.2. Τα μοντέλα αύξησης κατά βάρος

Η αύξηση κατά βάρος εξαρτάται κυρίως από την καθαρή αφομοίωση των καλλιεργειών, δηλαδή από την χρονική ολοκλήρωση της διαφοράς μεταξύ φωτοσύνθεσης και αναπνοής. Είναι συνεπώς προφανές ότι αυτά τα μοντέλα θα πρέπει να συσχετίζουν την αύξηση με το επίπεδο ακτινοβολίας, την θερμοκρασία του αέρα την σχετική υγρασία και το διοξείδιο του άνθρακα του αέρα. Η ακτινοβολία, σχετική υγρασία και το διοξείδιο του άνθρακα επηρεάζουν κυρίως τη φωτοσύνθεση, ενώ η θερμοκρασία επιδρά τόσο στην φωτοσύνθεση, όσο και στην αναπνοή.

Τα μοντέλα αύξησης κατά βάρος χρησιμοποιούνται κυρίως για τις καλλιέργειες εκείνες που η τιμή του προϊόντος που παράγουν εξαρτάται αποτελεσματικά από το βάρος του. Συνήθως αυτά τα μοντέλα για να προσδιορίσουν το βάρος που αντιστοιχεί στο συγκομιζόμενο προϊόν και να το διαχωρίσουν από αυτό που καταμερίζεται στα άλλα μέρη του φυτού (π.χ. ρίζες και στελέχη στην περίπτωση του σίτου) χρησιμοποιούν κάποιους συντελεστές κατανομής της παραγόμενης ξηράς ουσίας στα διάφορα μέρη του φυτού (συνήθως ρίζα-εναέριο μέρος και το εναέριο μέρος διακρίνεται σε βλαστούς, φύλλα και καρπούς). Πολλές φορές αυτοί οι συντελεστές κατανομής

και ο τρόπος υπολογισμού τους (σε σχέση με το κλίμα και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών) αναφέρονται στο μοντέλο ανάπτυξης.

4.2.3. Μέθοδοι ποσοτικής περιγραφής προσομοίωσης της ανάπτυξης

Για την περιγραφή της μορφολογικής ανάπτυξης των φυτών συνήθως εφαρμόζεται η μέθοδος των φάσεων ανάπτυξης ή "διαδρομών ανάπτυξης". Για την εφαρμογή αυτής ορίζονται και προσδιορίζονται κάποια μορφολογικά στάδια ανάπτυξης (τα στάδια ανάπτυξης αποτελούν τα όρια των φάσεων ανάπτυξης).

Τα κλιματικά μοντέλα προσομοίωσης της ανάπτυξης εφαρμόζουν συστηματικά τη περιγραφή της ανάπτυξης και συσχετίζουν τις μετρούμενες διάρκειες φάσεων ανάπτυξης ή τις υπολογιζόμενες ταχύτητες ή ρυθμούς ανάπτυξης με τα κλιματικά δεδομένα της ίδιας περιόδου (μέσες τιμές ή ολοκληρώματα).

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, όπου υπάρχει πολύ μεγαλύτερη δυνατότητα διαμόρφωσης των θερμοκρασιών του αέρα, συνίσταται η χρησιμοποίηση των μέσων τιμών της θερμοκρασίας του αέρα ανά φάση για την εκτίμηση των στιγμιαίων ρυθμών ανάπτυξης. Η ολοκλήρωση του ρυθμού ανάπτυξης με το χρόνο επιτρέπει τον προσδιορισμό του σταδίου στο οποίο βρίσκεται το φυτό.

Εκτός όμως από την θερμοκρασία, την ανάπτυξη των φυτών επηρεάζει και η ηλιακή ακτινοβολία. η επίδρασή της μπορεί να είναι άμεση ή έμμεση.

- Άμεση θεωρούμε την επίδραση της ακτινοβολίας στην επιμήκυνση των κυττάρων και των οργάνων. Αυτή επηρεάζει την διαδικασία σκλήρυνσης των κυτταρικών τοιχωμάτων η οποία μειώνει την ελαστικότητα τους και επιφέρει το σταμάτημα της επιμήκυνσης.
- Η έμμεση επίδραση της ακτινοβολίας εκφράζεται με δύο μορφές:
 - ☛ Επίδραση κατά τη διάρκεια της ημέρας (φωτοπερίοδος)
 - ☛ Επίδραση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Κατά πόσο είναι σημαντικός ο συνυπολογισμός της ακτινοβολίας στον υπολογισμό της ταχύτητας ανάπτυξης εξαρτάται από το είδος των σταδίων των φάσεων που διακρίνουμε για την περιγραφή της ανάπτυξης.

Ως γενικό κανόνα μπορούμε να πούμε ότι όσο πιο μεγάλη βαρύτητα έχουν οι λειτουργίες κυτταροδιαρρέσεων στην εξέλιξη μιας φάσης τόσο πιο εμφανής θα είναι η έμμεση επίδραση της ακτινοβολίας, μέσω του ισοζυγίου των υδρογονανθράκων. Όταν η εξέλιξη μιας φάσης εξαρτάται κυρίως από την επιμήκυνση κυττάρων τότε αναμένεται να υπάρχει μάλλον αρνητική επίδραση της ακτινοβολίας (άμεση επίδραση στη σκλήρυνση κυττάρων).

Πολλά από τα μοντέλα ανάπτυξης των καλλιεργειών που έχουν αναπτυχθεί, αποτελούν βάση εφαρμογής στα διάφορα συστήματα αυτοματισμού, για τη ρύθμιση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου.

4.3. Μοντέλα ανάπτυξης καλλιέργειας τριανταφυλλιάς

Η ανάγκη για προγραμματισμό της παραγωγής με μεγάλη ακρίβεια, ιδιαίτερα σε ημέρες αιχμής, όπως τις ημέρες των εορτών, οδήγησε στη δημιουργία μοντέλων που να αφορούν την ανάπτυξη της τριανταφυλλιάς σε σχέση με τους παράγοντες του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Ρυθμίζοντας στο μοντέλο ανάπτυξης, ανάλογα με την εποχή, τις κλιματικές παραμέτρους (ακτινοβολία και θερμοκρασία) μέσω ενός συστήματος αυτοματισμού, μπορούμε με μεγάλη ακρίβεια να κάνουμε πρόγνωση της παραγωγής και να έχουμε την επιθυμητή παραγωγή, την κατάλληλη χρονική στιγμή .

Πολλά από τα μοντέλα αυτά αφορούν την καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς και συσχετίζουν τη διάρκεια ανάπτυξης των βλαστών με τις μεταβλητές του περιβάλλοντος, ακτινοβολία και θερμοκρασία.

Πρόσφατες μελέτες έχουν γίνει και αφορούν τις νεότερες ποικιλίες "Sonia" και "Iona" (Van den Berg, 1987) "Samantha" (Coker and Haman, 1988), "Royalty" (Hopper and Hammer, 1991) και την παλαιότερη ποικιλία "Baccara" (Zieslin and Halevy, 1975). Οι σχέσεις μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης και των κλιματικών παραμέτρων δεν είναι εύκολο να μελετηθούν χρησιμοποιώντας ενήλικα φυτά στο θερμοκήπιο. Φυσιολογικά προβλήματα όπως η σχετική αναχαίτιση των οφθαλμών και των βλαστών, ο ανταγωνισμός για αφομοιώσιμες ουσίες καθώς και οι κλιματικές και οι καλλιεργητικές συνθήκες δυσκολεύουν τη μελέτη. Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιούνται νεαρά φυτά σε κλειστούς χώρους ελεγχόμενης ατμόσφαιρας. Τα νεαρά φυτά, που προέρχονται από μοσχεύματα με ένα γόνατο (single-node cuttings) και το μέγεθος τους είναι προκαθορισμένο, έχουν μειωμένα προβλήματα σε σχέση με τα ενήλικα φυτά και τις κλιματικές συνθήκες (Berniger, 1992).

Αν και στην πράξη χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερα συστήματα αυτοματισμού υψηλής τεχνολογίας, ο έλεγχος του κλίματος στο θερμοκήπιο υστερεί σημαντικά λόγω έλλειψης μοντέλων ή ανεπάρκειας των ειδών που υπάρχουν, για τις Ελληνικές συνθήκες.

5. Κεφάλαιο 5ο. Σκοπός της εργασίας

Η λήψη αποφάσεων για τις επεμβάσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου βασίζεται καθαρά στην πείρα του καλλιεργητή. Αποφάσεις λοιπόν που σχετίζονται με την συχνότητα της άρδευσης, σε διάφορα στάδια ανάπτυξης των φυτών, με τη διαχείριση αυτών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τους, καθώς και όταν εισέρχονται στην παραγωγική τους διαδικασία, στηρίζονται στην πείρα καθώς υπάρχει έλλειψη στην ύπαρξη μοντέλων και στην παρουσίαση αποτελεσμάτων που θα πείσουν τους καλλιεργητές στην απόφαση της τακτικής που πρέπει να ακολουθήσουν όσον αφορά την άρδευση της καλλιέργειας.

Η έρευνα που κατά καιρούς παρουσιάζεται και έχει πραγματοποιηθεί σε χώρες με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, πολλές φορές δεν ανταποκρίνεται στην Ελληνική πραγματικότητα.

Σε αυτήν την εργασία έγινε μια προσπάθεια διερεύνησης της επίδρασης της συχνότητας της άρδευσης στην ανάπτυξη και στην παραγωγή ανθέων και βιομάζας δύο ποικιλιών τριανταφυλλιάς σε υδροπονική καλλιέργεια.

Η μελέτη των αποτελεσμάτων θα δώσει πιο ασφαλή συμπεράσματα που θα σχετίζονται με το βασικό ερώτημα των καλλιεργητών σχετικά με το κάθε πότε πρέπει να πραγματοποιείται η υδρολίπανση της καλλιέργειας, καθώς και συμπεράσματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών της τριανταφυλλιάς.

Στα επόμενα κεφάλαια (6-10) ακολουθεί το πειραματικό μέρος όπου περιγράφεται ο τρόπος διεξαγωγής του πειράματος, ο τρόπος πραγματοποίησης και ανάλυσης των μετρήσεων. Τα συμπεράσματα της εργασίας παρουσιάζονται και συζητούνται στο τελευταίο κεφάλαιο (κεφάλαιο 11).

Μέρος 2ο: Πειραματικό μέρος

6. Κεφάλαιο 6°. Υλικά και μέθοδοι

6.1. Γενική περιγραφή

Η εργασία πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα από τις 24/3/2003 μέχρι της 1/9/2003. Η καλλιέργεια ήταν εγκατεστημένη σε γυάλινο θερμοκήπιο, στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Το θερμοκήπιο στο οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα, ήταν γυάλινου τύπου απλού αμφίρρικτου με σκελετό από γαλβανισμένο χάλυβα και συνολικής έκτασης 200m². Το μήκος του ήταν 31 μέτρα και το πλάτος του 6,5 μέτρα. Ο ορθοστάτης του θερμοκηπίου είχε ύψος 2,9 μέτρα και ο κορφιάς 4 μέτρα. Το θερμοκήπιο διέθετε αυτόματο σύστημα αερισμού (φυσικού-δυναμικού).

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας κατά την θερμή περίοδο γίνονταν με φυσικό, δυναμικό αερισμό και σκίαση της καλλιέργειας.

Ο δυναμικός αερισμός πραγματοποιούνταν με την συνδυασμένη χρήση ανεμιστήρων και ο φυσικός αερισμός με την χρήση παραθύρων οροφής. Οι 4 ανεμιστήρες ήταν τοποθετημένοι ανά 2 στις μετώπες του θερμοκηπίου. Τα παράθυρα οροφής άνοιγαν από τα τέλη Μαρτίου μέχρι και τις αρχές Μαΐου όταν η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό έφτανε τους 24⁰C. Από αρχές Μαΐου μέχρι τα τέλη Αυγούστου τα παράθυρα άνοιγαν στους 22⁰C. Ανοίγματα οροφής υπήρχαν μόνο στη μία πλευρά.

Έγινε σκίαση του θερμοκηπίου με άσπρισμα από τα μέσα Μαΐου μέχρι και τις αρχές Σεπτεμβρίου. Η σκίαση προκαλεί μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο θερμοκήπιο και έχει άμεση συνέπεια στην συχνότητα των διαφορετικών ρυθμών άρδευσης.

6.2. Το υδροπονικό σύστημα στο θερμοκήπιο

6.2.1. Περιγραφή του υδροπονικού συστήματος

Η άρδευση όλων των φυτών της καλλιέργειας γίνονταν με ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα. Οι έξι γραμμές στις οποίες ήταν εγκατεστημένες οι 2 ποικιλίες τριανταφυλλιάς (First Red-Iceberg), ήταν χωρισμένες σε πειραματικά τεμάχια στα οποία εφαρμόζονταν διαφορετικός ρυθμός άρδευσης. Η διάταξη των πειραματικών τεμαχίων παρουσιάζεται στο **Σχήμα 1**. Το υδροπονικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς παρουσιάζεται στην παρακάτω (**Εικόνα 7**).

Η διάταξη αποτελούνταν από έξι γραμμές πάνω στις οποίες είναι τοποθετημένοι οι πλαστικοί σάκοι πετροβάμβακα, χωρητικότητας 75 λίτρων, με 4-5 φυτά ανά σάκο. Οι σάκοι κάθε γραμμής ήταν τοποθετημένοι πάνω σε πλαστικές λεκάνες στράγγισης. Στις έξι γραμμές εφαρμόζονταν θρεπτικό διάλυμα ανακυκλούμενο χωρισμένο ανάλογα με την συχνότητα άρδευσης και την ποικιλία.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος εφαρμόστηκαν (**Σχήμα 1**) οι παρακάτω μεταχειρίσεις:

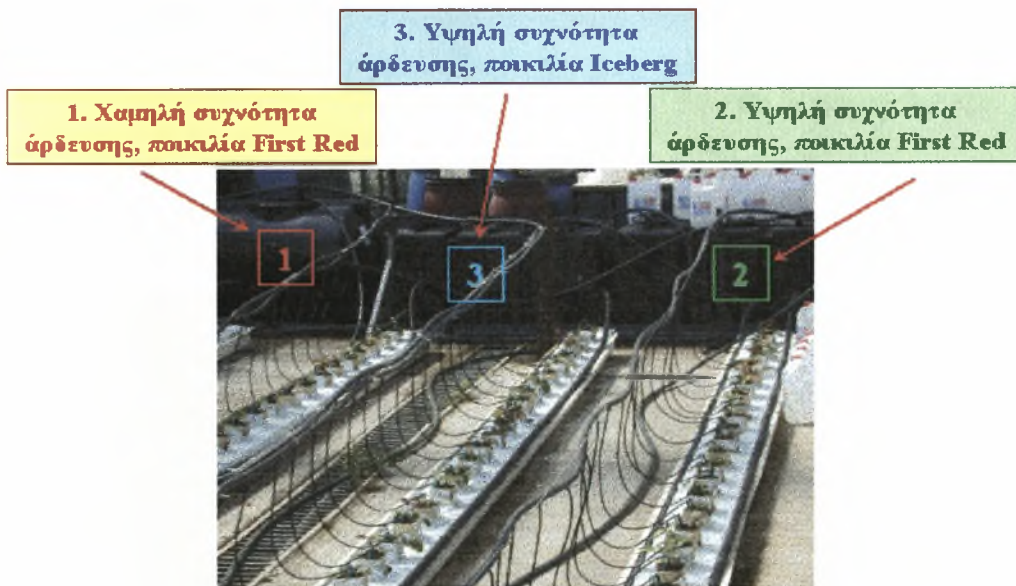
1. Χαμηλή συχνότητα άρδευσης, ποικιλία First Red
2. Υψηλή συχνότητα άρδευσης, ποικιλία First Red
3. Υψηλή συχνότητα άρδευσης, ποικιλία Iceberg



Εικόνα 7. Υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας τριανταφυλλιάς

Για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος χρησιμοποιήθηκαν τρεις δεξαμενές (2×500 και 1×350 λίτρων)(**Εικόνα 8.**) οι οποίες διοχέτευσαν το διάλυμα στην καλλιέργεια μέσω τριών αντλιών. Η άρδευση των φυτών γίνονταν με τους σταλάκτες, παροχής 6 lt/h, στους σάκους της καλλιέργειας. Οι γραμμές λοιπόν άρδευσης δημιουργήθηκαν ανάλογα με:

- 👉 Την ποικιλία
- 👉 Τη συχνότητα άρδευσης
- 👉 Τα πειραματικά μπλοκ



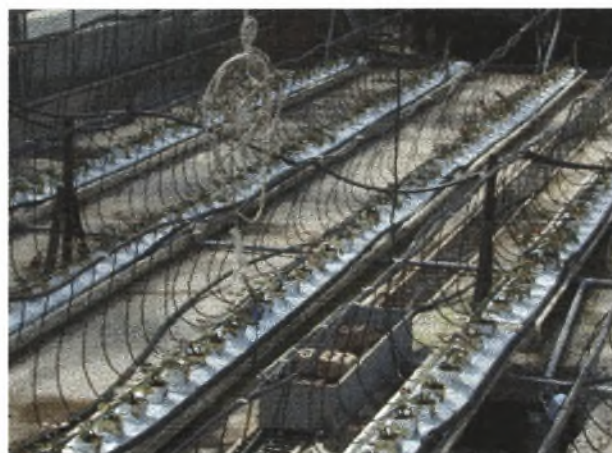
Εικόνα 8. Δεξαμενές θρεπτικού διαλύματος ανάλογες με τις μεταχειρίσεις

3. Υψηλή συχνότητα άρδευσης, ποικιλία Iceberg	3	3	3	3	3	3	BLOCK 5
	1	1	2	2	1	2	BLOCK 4
2. Υψηλή συχνότητα άρδευσης, ποικιλία First Red	1	2	2	1	1	2	BLOCK 3
	1	2	1	1	2	2	BLOCK 2
1. Χαμηλή συχνότητα άρδευσης, ποικιλία First Red	1	1	1	2	2	2	BLOCK 1

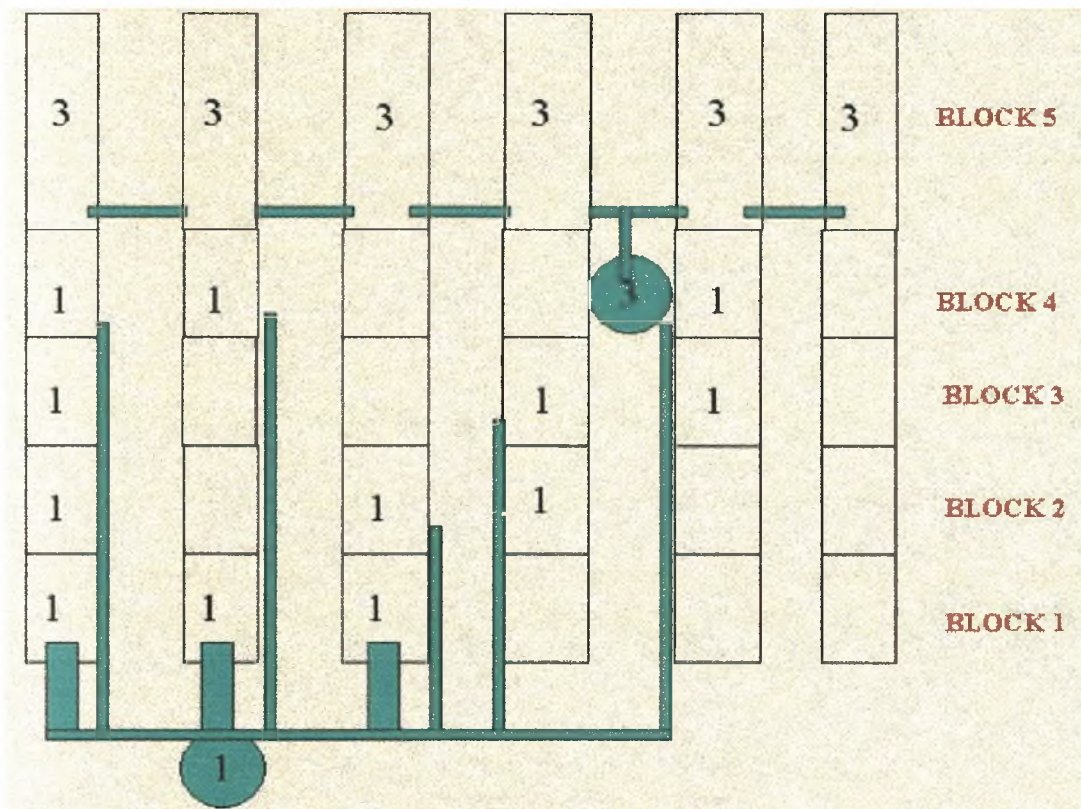
Σχήμα 1. Διάταξη πειραματικών μεταχειρίσεων της καλλιέργειας

Το απορρέον θρεπτικό διάλυμα συλλέγονταν σε τρεις ξεχωριστές δεξαμενές και επέστρεφε στις δεξαμενές άρδευσης μέσω τριών αντλιών (Εικόνα 9). Οι γραμμές λοιπόν απορροής δημιουργήθηκαν ανάλογα με (Σχήματα 2.,3.):

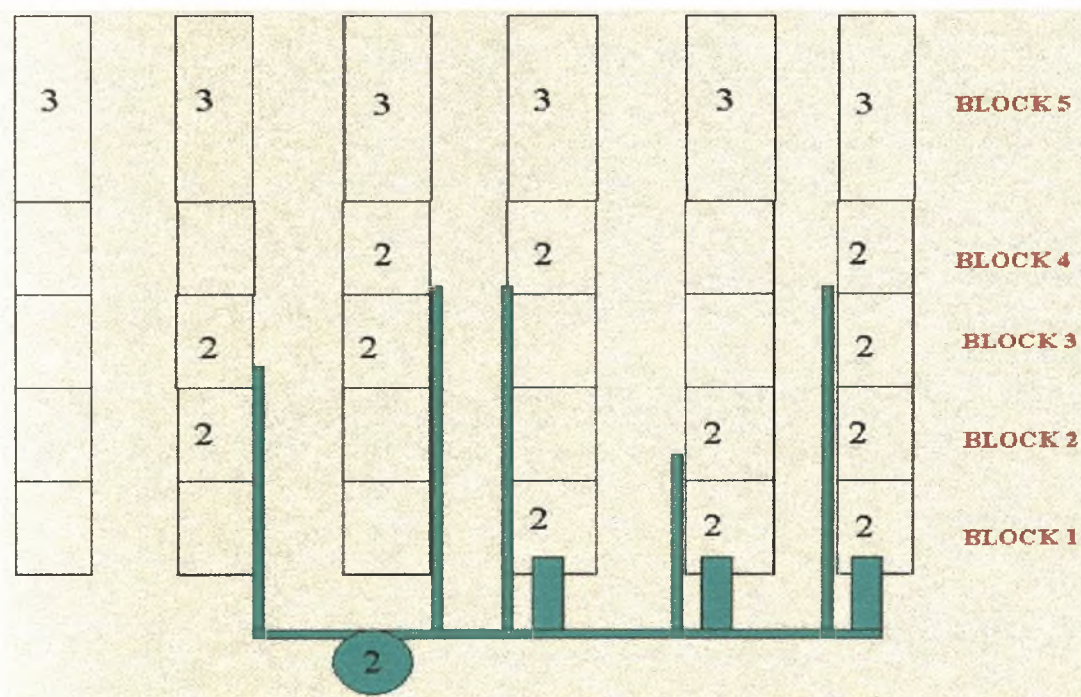
- ✚ Την ποικιλία
- ✚ Τη συχνότητα άρδευσης
- ✚ Τα πειραματικά μπλοκ



Εικόνα 9. Παρουσίαση σωλήνων και δεξαμενής απορροής



Σχήμα 2. Διάταξη σωλήνων και δεξαμενών απορροής των μεταχειρίσεων 1 και 3



Σχήμα 3. Διάταξη σωλήνων και δεξαμενής απορροής της 2ης μεταχείρισης

6.2.2. Υπόστρωμα ανάπτυξης

Ο πετροβάμβακας είναι διογκωμένο ανόργανο υλικό. Έχει ειδικό βάρος 75Kgr/m³. Οι πόροι καταλαμβάνουν 96% του όγκου του. Στην αρχή της καλλιέργειας αντιδρά αλκαλικά. Στην περίπτωση του συστήματος της ανακύκλωσης του διαλύματος δίνεται κατά μήκος των καναλιών κλίση του εδάφους 1,5-2%.

6.2.3. Θρεπτικό διάλυμα

6.2.3.1. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος έγιναν διάφορες επεμβάσεις για την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών.

Συγκεκριμένα γίνονταν καθημερινά η τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος των φυτών, για την ικανοποίηση των αναγκών τους σε νερό και θρεπτικά στοιχεία. Το θρεπτικό διάλυμα που εφαρμόστηκε είχε την ίδια σύσταση σε θρεπτικά στοιχεία που φαίνεται στον **Πίνακα 1**. σε όλο το διάστημα που έγινε το πείραμα.

Πίνακας 1. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος

Σύσταση θρεπτικού διαλύματος			
NO ₃	762 ppm	Fe	1,7 ppm
NH ₄	18 ppm	B	0,28 ppm
PO ₄ H ₂	97 ppm	Cu	0,6 ppm
SO ₄	72 ppm	Mo	0,027 ppm
K	253 ppm	Mn	0,5 ppm
Ca	160 ppm	Zn	0,23 ppm
Mg	24 ppm		

6.3. Η καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς

6.3.1. Η ποικιλία και τα χαρακτηριστικά της

Χρησιμοποιήθηκε οι ποικιλίες First Red και Iceberg (**Εικόνα 10**). Η First Red έχει τα εξής εμπορικά χαρακτηριστικά :

- Τύπος : υβρίδιο τσαγιού
- Χρώμα : κόκκινο
- Αριθμός πετάλων : 30
- Μήκος βλαστού : 20-100 εκ.
- Διάμετρος βλαστού : 3-13 εκ.
- Διάρκεια «στο βάζο» : 4-14 ημέρες



Εικόνα 10. Ποικιλίες First Red και Iceberg

6.3.2. Διάταξη των φυτών στο χώρο

Τα φυτά ήταν τοποθετημένα σε έξι γραμμές και η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 41,5 cm. Το πλάτος κάθε γραμμής ήταν 27,5 cm ενώ το μήκος 21 m. (Εικόνα 11.)

Σε κάθε γραμμή υπήρχαν 21 σάκοι πετrobάμβακα στη σειρά. Κάθε σάκος είχε διαστάσεις 90 cm μήκος και 20 cm πλάτος και διέθετε 5 οπές και είχε διάμετρο 8 cm, ενώ η απόσταση μεταξύ των φυτών ήταν 14 cm. Σε κάθε κοπή υπήρχε ένα φυτό τριανταφυλλιάς και ήταν προσαρμοσμένος ένας σταλάκτης παροχής θρεπτικού διαλύματος για να ικανοποιεί τις ανάγκες του φυτού σε νερό και θρεπτικά στοιχεία.

Επιπλέον τα επιπρόσθετα φυτά τοποθετήθηκαν σε σάκους πετrobάμβακα σε χώρο 24 m² (Εικόνα 11.). Οι σάκοι είχαν τις ίδιες διαστάσεις και διέθεταν 5 οπές, όπου τοποθετήθηκαν αντίστοιχα φυτά τριανταφυλλιάς των δύο ποικιλιών (cv. First Red-Iceberg). Η τροφοδοσία των επιπρόσθετων φυτών γίνονταν με το ίδιο θρεπτικό διάλυμα και στις ίδιες συχνότητες άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν και για τα πειραματικά φυτά.



Εικόνα 11. Διάταξη των φυτών στο χώρο και επιπρόσθετα φυτά

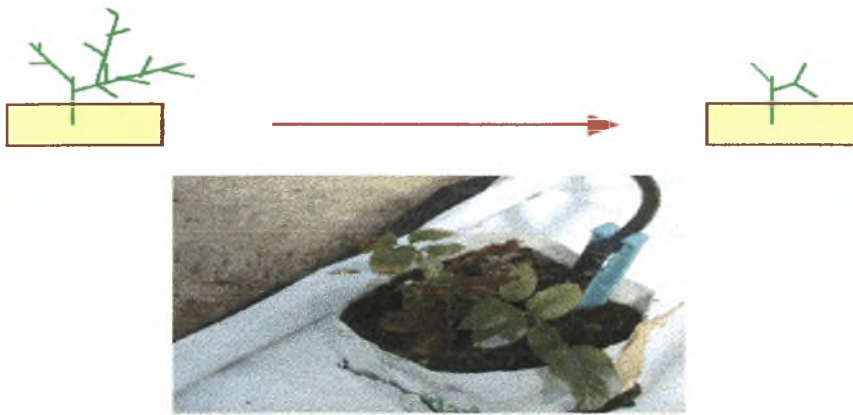
6.3.3. Καλλιεργητικές φροντίδες

6.3.3.1. Κλάδεμα-Διαμόρφωση των φυτών με την τεχνική του Bending

Κατά την έναρξη του πειράματος και αμέσως μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, πραγματοποιήθηκε κοπή όλων των βλαστών των φυτών στη βάση τους, αφήνοντας μόνο δύο φύλλα για την φωτοσυνθετική τους λειτουργία, αφήνοντας μήκος βλαστών ανάλογο για την έκπτυξη 2 βλαστοφόρων οφθαλμών, με σκοπό την ομογενοποίηση της καλλιέργειας και απώτερο στόχο την ταυτόχρονη ανάπτυξη των βλαστών (**Εικόνα 12.**).

Κατά τη διάρκεια του πειράματος εφαρμόζονταν κορυφολόγημα στα πειραματικά φυτά που μελετούνταν η ανάπτυξη των φυτών. Γινόταν αφαίρεση των επιπλέον ανθέων, όταν αυτά σχηματίζονταν για να έχουμε τη βέλτιστη δυνατή ανάπτυξη.

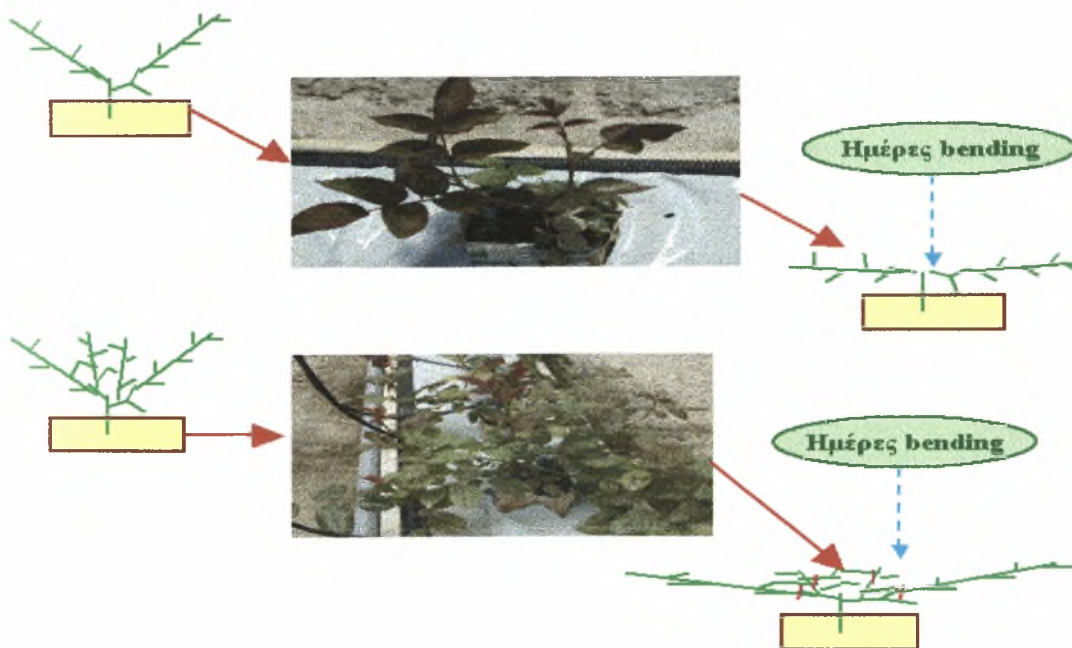
Εκτός από το κορυφολόγημα, εφαρμόστηκε και βλαστολόγημα με το οποίο αφαιρούνταν όλοι οι βλαστοί που προέκυπταν από τη διαφοροποίηση των μασχαλιαίων οφθαλμών στους νέους βλαστούς που εκπύσσονταν.



Εικόνα 12. Κοπή όλων των βλαστών των φυτών

Η αρχιτεκτονική διαμόρφωσης των φυτών που χρησιμοποιήθηκε, ήταν το σύστημα "bending". Υπήρχαν δηλαδή βλαστοί οι οποίοι δεν αφαιρούνταν, αλλά κάμπτονταν και έμεναν στη βάση του φυτού καθώς η φυλλική τους επιφάνεια χρησιμοποιούνταν ως φωτοσυνθετική βάση (**Εικόνα 13.**). Μετά από κάθε κάμψη και λίγο πιο κάτω από το σημείο κάμψης εμφανίζονταν νέοι πλάγιοι οφθαλμοί από τους οποίους εκπύσσονταν πλάγιοι βλαστοί.

Αρχικά κάμφθηκαν στις 10/4/2003-22/4/2003 οι δύο πρώτοι βλαστοί που εκπύχθηκαν και μετά την κάμψη τους είχαμε την έκπτυξη 2 έως 4 βλαστοφόρων οφθαλμών, οι οποίοι με τη σειρά τους κάμφθηκαν στις 12/5/2003-25/5/2003, με σκοπό τη δημιουργία της υπέργειας φωτοσυνθετικής βάσης του φυτού. Έτσι η βάση του φυτού αποτελούνταν από 2 έως 6 πλαγιασμένους βλαστούς.



Εικόνα 13. Παρουσίαση της διαδικασίας πλαγιάσματος των φυτών

6.3.3.2. Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών

Για την αντιμετώπιση των εχθρών της καλλιέργειας, όπως οι αφίδες, γίνονταν προληπτικοί ψεκασμοί κάθε δύο εβδομάδες, ενώ γίνονταν κανονικοί ψεκασμοί για την αντιμετώπιση του αλευρώδη και του τετράνυχου. Επίσης έγινε χρήση θειοτήρων για την αντιμετώπιση του ωιδίου και εφαρμογή μέσω του συστήματος άρδευσης σκευασμάτων για την αντιμετώπιση μυκητολογικών ασθενειών του ριζικού συστήματος.

6.4. Υπολογισμοί

Οι συχνότητες άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν, υπολογίστηκαν με βάση την εξατμισοδιαπνοή των φυτών της τριανταφυλλιάς. Ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής, έγινε από την παρακάτω σχέση:

$$ET \text{ (σε mm)} = KcX\tau XaXRg_{out} / (251X ((100-x)\%)) \text{ (σε J/cm}^2\text{)}$$

$x = 50\%$. Το x αποτελεί τον βαθμό απορροής του συστήματος

$\tau_1 = 0,57$, $\tau_2 = 0,3$. Το τ αποτελεί τον συντελεστή διαπερατότητας του υλικού κάλυψης και παίρνει τις αντίστοιχες τιμές, τ_1 χωρίς σκίαση και τ_2 με σκίαση.

$a = 0,67-0,75$. Το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα (εξατμισοδιαπνοή των φυτών)

* Rg_{out} (σε W/m^2). Η ηλιακή ακτινοβολία έξω από το θερμοκήπιο

$Kc = 0,8$. Το Kc είναι ο καλλιεργητικός συντελεστής και κυμαίνεται από 0,8 έως 1, για μέτρια έως καλά ανεπτυγμένα φυτά. * Οι σάκοι του πετροβάμβακα ήταν Grodan FL

Υψηλή συχνότητα άρδευσης, **0,2mm** ανταποκρίνεται σε ένα άθροισμα ακτινοβολίας ίσο με **47 J/cm^2**

Χαμηλή συχνότητα άρδευσης, **0,4mm** ανταποκρίνεται σε ένα άθροισμα ακτινοβολίας ίσο με **94 J/cm^2**

Η άρδευση των πειραματικών τεμαχίων με χαμηλή συχνότητα άρδευσης συνέβαινε μετά από απώλεια 0,2mm νερού. Σύμφωνα λοιπόν με την εξατμισοδιαπνοή αυτό πραγματοποιούνταν μετά από άθροισμα **47 J/cm^2** ηλιακής ακτινοβολίας, μετρούμενης στο εξωτερικό του θερμοκηπίου. Αντίστοιχα στα πειραματικά τεμάχια με την υψηλή συχνότητα άρδευσης, η απώλεια νερού ήταν 0,4mm και αντιστοιχούσε στο άθροισμα των **94 J/cm^2** ηλιακής ακτινοβολίας.

Η δόση άρδευσης αντιστοιχούσε σε κάθε περίπτωση στην διαπνεόμενη ποσότητα νερού και ήταν 0,2mm για την υψηλή συχνότητα άρδευσης και 0,4mm για την χαμηλή συχνότητα άρδευσης.

6.5. Μετρήσεις

6.5.1. Βιολογικές μετρήσεις

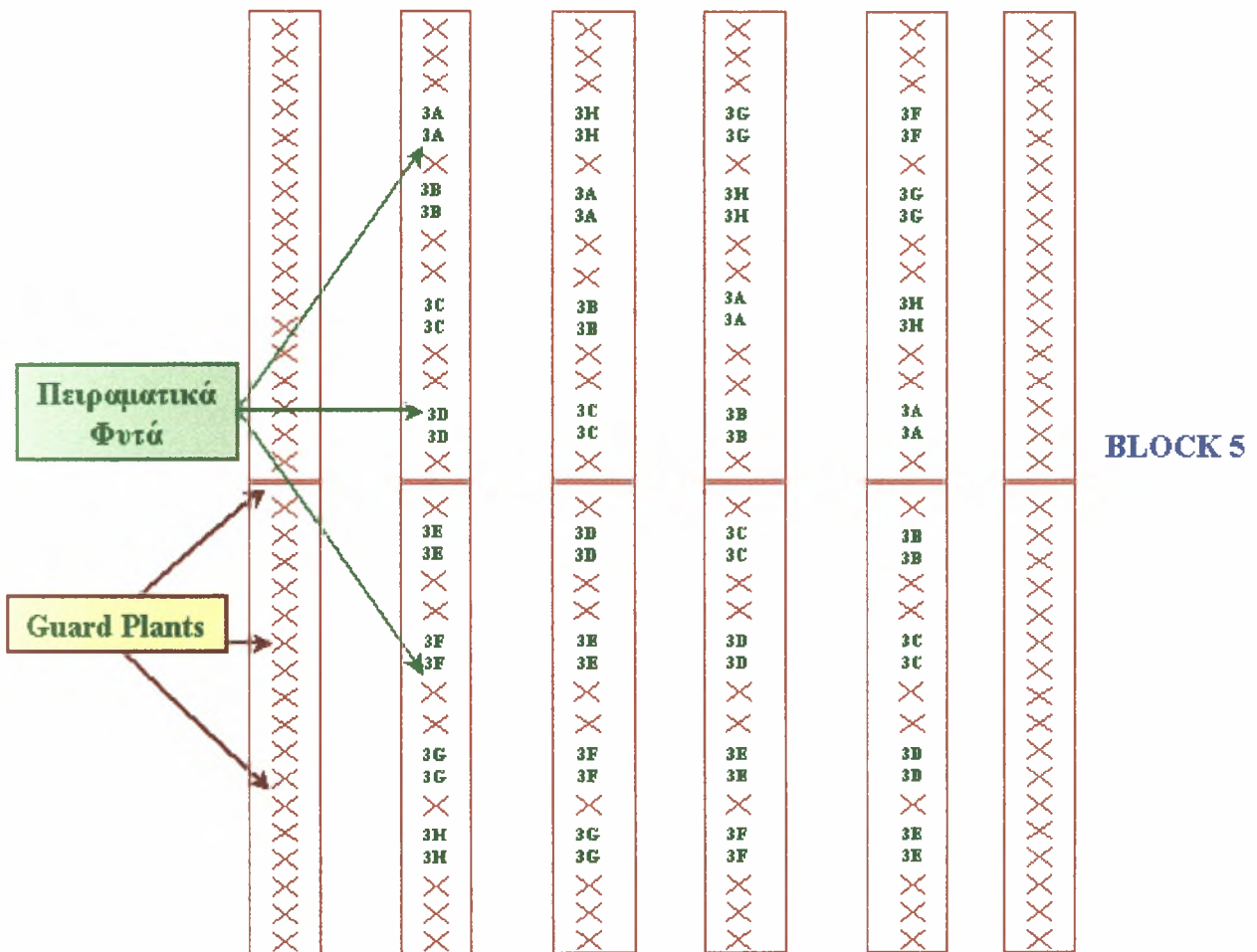
6.5.1.1. Τυχαιοποιημένο σχέδιο

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε 5 blocks (**Σχήμα 4.**). Για τα πειράματα που αφορούν την **ανάπτυξη** των φυτών αξιολογήθηκαν 24 συνολικά φυτά 8 από κάθε μεταχείριση. Τα φυτά

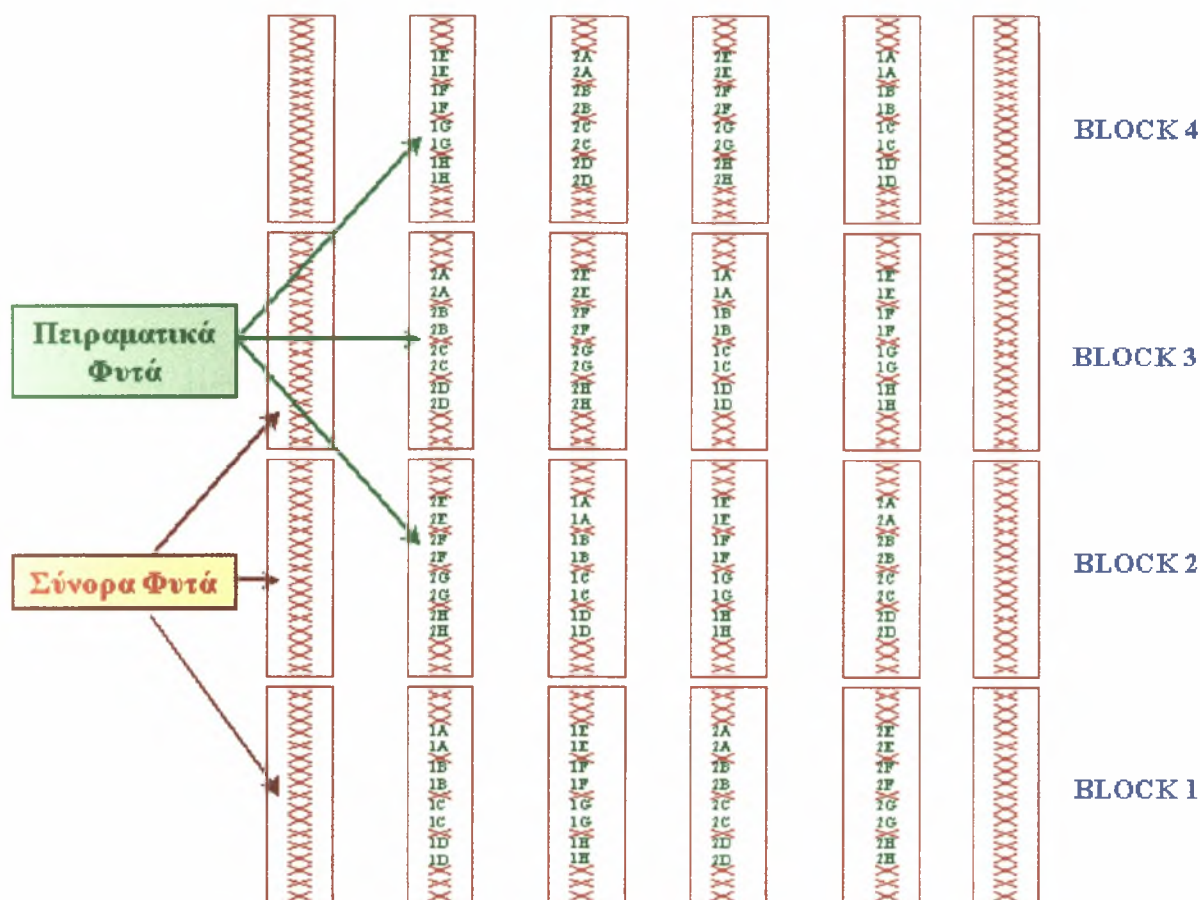
αυτά στο τυχαίοποιημένο σχέδιο συμβολίζονται με το (H). Για τις καταστροφικές μετρήσεις των φυτών, χρησιμοποιήθηκαν 192 φυτά, 64 από κάθε μεταχείριση. Σε κάθε καταστροφική μέτρηση γίνονταν συγκομιδή 8 φυτών από κάθε μεταχείριση. Από τα αντίστοιχα φυτά γίνονταν και οι συγκομιδές των ανθοφόρων βλαστών. Τα φυτά αυτά συμβολίζονταν με τα (A, B, C, D, E, F, G).

Άρα για τις καταστροφικές κοπές τα φυτά συγκομίστηκαν από την καλλιέργεια. Οι τρύπες που θα δημιουργούνται θα πρέπει να γεμιστούν με 192 φυτά του ίδιου μεγέθους. Τα φυτά δίπλα σε αυτές τις τρύπες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν πειραματικά φυτά και πρέπει να ληφθούν υπόψη τα φυτά **σύνορα** ανάμεσα στις σειρές.

Για τον εντοπισμό των φυτών χρησιμοποιήθηκαν ταμπελάκια ως δείκτες, χωρίς όμως να πραγματοποιηθεί ιδιαίτερη μεταχείριση στα φυτά αυτά.



Σχήμα 4. Τυχαίοποιημένο πειραματικό σχέδιο



Σχήμα 4. Τυχασιοποιημένο πειραματικό σχέδιο

6.5.1.2. Πειραματικές μετρήσεις

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας παίρνονταν διάφορες μετρήσεις των χαρακτηριστικών των φυτών που κατηγοριοποιούνταν ως εξής:

- Για να περιγράψουμε την αύξηση και ανάπτυξη των βλαστών των φυτών χρησιμοποιήθηκαν 8 φυτά (H) ανά μεταχείριση σε κάθε μία από τις τρεις μεταχειρίσεις. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν δύο φορές την εβδομάδα και καταγράφονταν τα εξής:
 - Ο αριθμός των βλαστών για κάθε φυτό (>1,5cm)
 - Το μήκος αυτών των βλαστών για κάθε φυτό
 - Ο αριθμός των ανθοφόρων και τυφλών βλαστών
 - Ημερομηνίες των μετρήσεων
- Ανά τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιούνταν καταστροφικές μετρήσεις σε 8 φυτά ανά μεταχείριση σε κάθε μία από τις τρεις μεταχειρίσεις. Τα φυτά χωρίζονταν σε δύο μέρη, A) Τα **Επάνω** μέρη των φυτών, στα οποία αντιστοιχούν οι αναπτυσσόμενοι, ανθοφόροι και συγκομιζόμενοι βλαστοί και B) Τα **Κάτω** μέρη των φυτών, των οποίων οι βλαστοί έχουν υποστεί "bending". Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν μία φορά κάθε δύο εβδομάδες και καταγράφονταν τα εξής, ανά μέρος των φυτών (A, B, C, D, E, F, G):
 - ✓ A) **Επάνω** μέρη των φυτών:
 - Ο αριθμός των αναπτυσσόμενων βλαστών (>1,5cm)
 - Ο αριθμός των ανθοφόρων και τυφλών βλαστών
 - Το χλωρό βάρος των φύλλων, των βλαστών και των ανθέων χωριστά
 - Το ξηρό βάρος των φύλλων, των βλαστών και των ανθέων χωριστά

- Η φυλλική τους επιφάνεια
 - Ημερομηνίες των μετρήσεων
 - ✓ **B) Κάτω** μέρη των φυτών:
 - Το χλωρό βάρος των φύλλων, των βλαστών και των ανθέων χωριστά
 - Το ξηρό βάρος των φύλλων, των βλαστών και των ανθέων χωριστά
 - Η φυλλική τους επιφάνεια
 - Ημερομηνίες των μετρήσεων
- Ανά τακτά χρονικά διαστήματα, τρεις φορές την εβδομάδα, πραγματοποιούνταν μετρήσεις στους συγκομιζόμενους ανθοφόρους βλαστούς όλων των φυτών (**A, B, C, D, E, F, G**) για όλες τις μεταχειρίσεις και καταγράφονταν τα εξής:
- Ο αριθμός των ανθοφόρων βλαστών
 - Το μήκος των ανθοφόρων βλαστών
 - Το χλωρό βάρος των ανθοφόρων βλαστών
 - Το ξηρό και το χλωρό βάρος των ανθοφόρων βλαστών
 - Ημερομηνίες των μετρήσεων

Όλες οι μετρήσεις μετατροπής του χλωρού βάρους σε ξηρού πραγματοποιήθηκαν, μετά την εισαγωγή των διαφόρων μερών των φυτών, σε θάλαμο ξήρανσης, για 24 ώρες σε 90°C.

6.5.2. Κλιματικές μετρήσεις

Οι κλιματικές μετρήσεις αφορούσαν μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας (R_s , W/m^2), θερμοκρασία του αέρα (T , °C) και σχετικής υγρασίας (RH, %).

- Για τις μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιήθηκε πυρανόμετρο τύπου CM6b, Kipp and Zonen Delft, the Netherlands, στον εξωτερικό χώρο του θερμοκηπίου και πάνω από τα παράθυρα οροφής.
- Για τις μετρήσεις θερμοκρασίας και της υγρασίας χρησιμοποιήθηκε ψυχρόμετρο. Το όργανο ήταν τοποθετημένο σε ύψος 1,50 m από την επιφάνεια του εδάφους. Οι μετρήσεις γίνονταν κάθε 2 λεπτά και υπολογίζονταν ο μέσος όρος της θερμοκρασίας κάθε δέκα λεπτά.

Η καταγραφή και η αποθήκευση των μετρήσεων, γίνονταν σε καταγραφικό δεδομένων (Data logger) τύπου ΔΤ 3000. Οι μετρήσεις γίνονταν καθημερινά και για όλο το εικοσιτετράωρο, καθ'όλη τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος.

6.6. Επεξεργασία των μετρήσεων

Από τις αποθηκευμένες μέσες τιμές τριανταλέπτου της θερμοκρασίας του αέρα και της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, υπολογίστηκε αρχικά η μέση ημερήσια θερμοκρασία (T), το ημερήσιο άθροισμα της ηλιακής ενέργειας (R_g), καθώς και η μέση ημερήσια σχετική υγρασία (RH). Έπειτα υπολογίστηκε το άθροισμα των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών (T_m) και το άθροισμα των τιμών της ηλιακής ενέργειας (R_{g_m}) για τις ημέρες που πάρθηκαν οι μετρήσεις.

Επακολούθησε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων κατά την οποία εξετάστηκε η σχέση διάρκεια ανάπτυξης του χαρακτηριστικού του μήκους των βλαστών, με τις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Επίσης πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση όλων των ποιοτικών και ποσοτικών μετρούμενων κατηγοριοποιημένων χαρακτηριστικών των φυτών, σε σχέση με τις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Τέλος αναλύθηκε στατιστικά η σχέση των μετρούμενων χαρακτηριστικών με το άθροισμα των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών (T_m) και το άθροισμα των τιμών της ηλιακής ενέργειας (R_{g_m}) για τις ημέρες που πάρθηκαν οι μετρήσεις.

Για την διευκόλυνση της επεξεργασίας των τιμών οι βλαστοί κατηγοριοποιήθηκαν σε ποιότητες σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. (Α.Σ.Οικονόμου, Morisot.A)

6.7. Στατιστική ανάλυση

Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός υπολογιστής και τα λογισμικά πακέτα **EXCEL** και **SPSS**.

Το **EXCEL**, με την χρήση μακροεντολών και ενσωματωμένων προγραμμάτων δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού στατιστικών μέτρων και σχεδιασμού γραφικών παραστάσεων, μετατροπών και αριθμητικών υπολογισμών.

Το **SPSS** είναι ένα από τα πιο εξελιγμένα υπολογιστικά προγράμματα Στατιστικής που προσπαθεί να καλύψει το σύνολο των "γνωστότερων" στατιστικών τεχνικών. Ιδιαίτερα στις εκδόσεις του σε γραφικό περιβάλλον, δίνει τη δυνατότητα γραφικής επεξεργασίας.

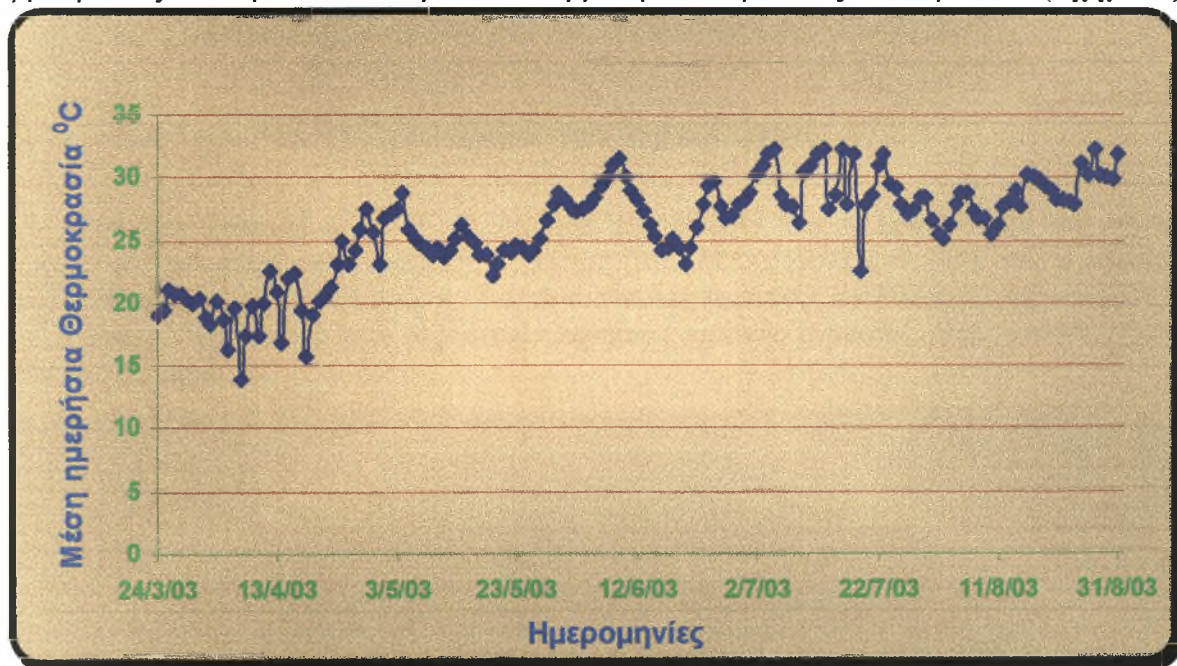
7. Κεφάλαιο 7^ο. Αποτελέσματα Κλιματικών παραμέτρων – Ανάπτυξης

Οι μετρήσεις των κλιματικών παραμέτρων και οι παρατηρήσεις της αύξησης και ανάπτυξης των βλαστών, παραγωγής των συγκομιζόμενων ανθέων, καθώς και της παραγόμενης βιομάζας πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο, από τις 24 Μαρτίου μέχρι της 31 Αυγούστου.

Η έναρξη της πειραματικής διαδικασίας πραγματοποιήθηκε στις 25 Μαΐου, ημερομηνία κατά την οποία συμπληρώθηκαν 60 ημέρες πραγματοποίησης **Bending** τις καλλιέργειας κατά την οποία τα πειραματικά κάμπτοτα, δηλαδή οι βλαστοί οι οποίοι εκπτύσσονταν παρέμεναν στη βάση των φυτών. Συμπληρώθηκε με αυτόν τον τρόπο η επιθυμητή φυλλική επιφάνεια που θα χρησιμοποιούνταν ως φωτοσυνθετική βάση.

7.1. Θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου

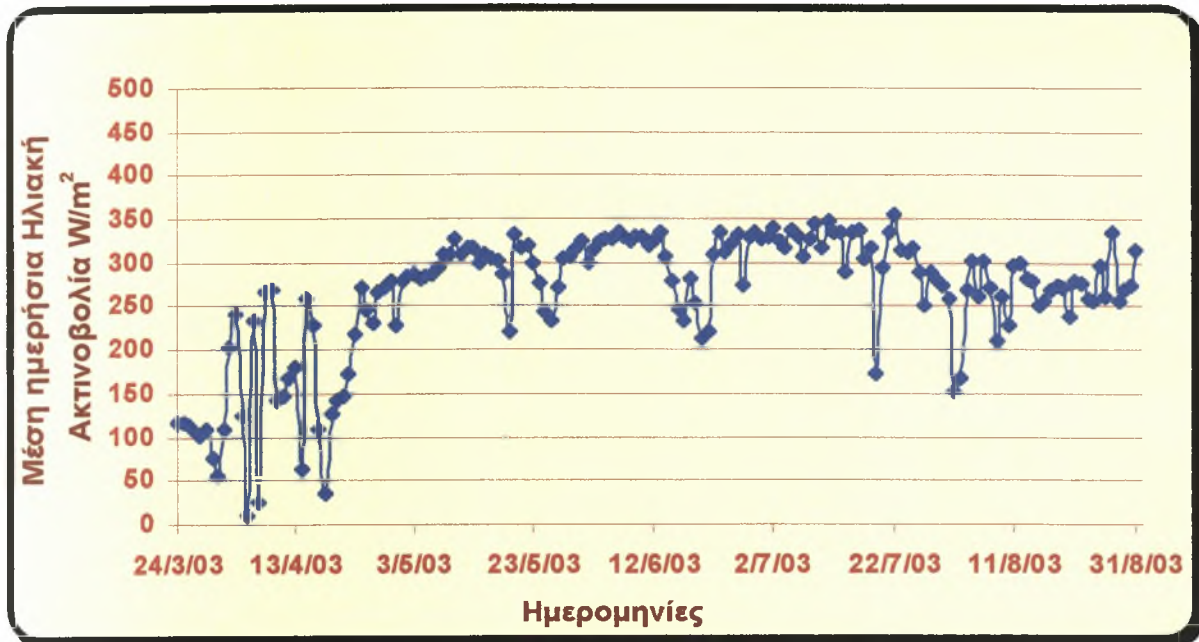
Η μέση ημερήσια θερμοκρασία του αέρα κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν $M.O=28,22 (\pm 2,22)^{\circ}C$ με μέγιστη τιμή τους $30,44^{\circ}C$ και ελάχιστη τους $26^{\circ}C$. Η μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου παρουσιάζεται παρακάτω (Σχήμα 5.).



Σχήμα 5. Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες $T (^{\circ}C)$ κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών από την εγκατάσταση της καλλιέργειας

7.2. Ηλιακή ενέργεια στο εσωτερικό του θερμοκηπίου

Ο μέσος όρος της ηλιακής ενέργειας ήταν $M.O=292,82 (\pm 41,28)W/m^2$, με μέγιστη τιμή τα $334,1W/m^2$ και ελάχιστη τιμή τα $251,54 W/m^2$. Παρουσιάζονται με βυθίσματα στη διαγραμματική απεικόνιση, οι νεφοσκεπής ημέρες. Η μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζεται παρακάτω (Σχήμα 6.).

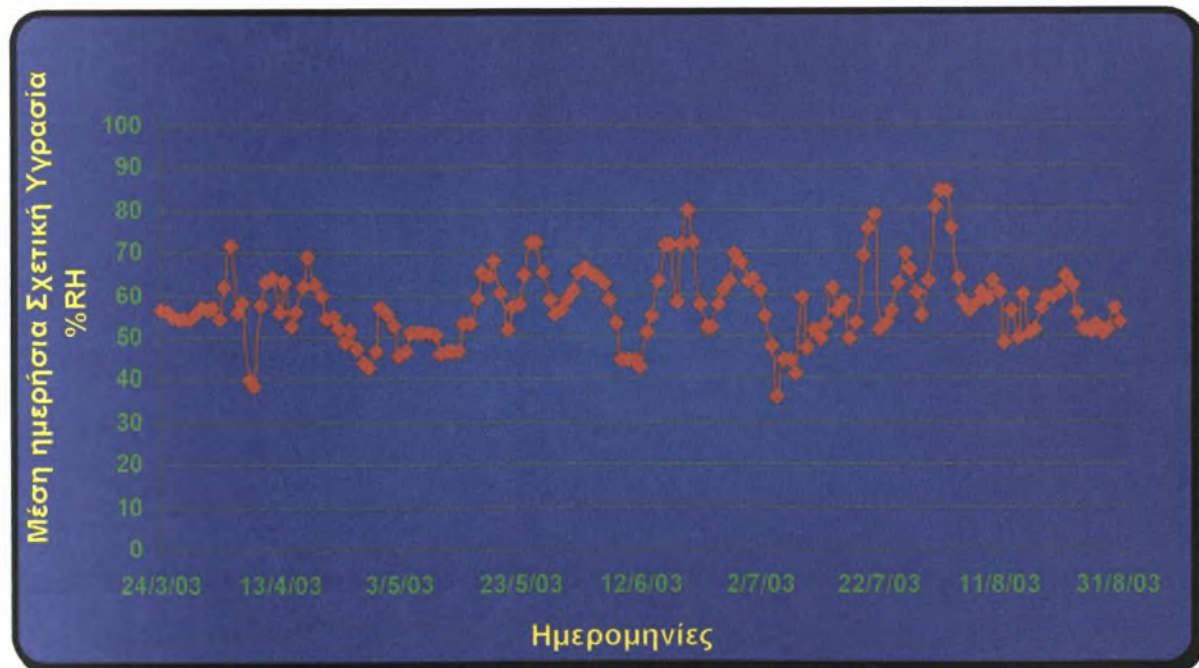


Σχήμα 6. Μέσες ημερήσιες τιμές της Ηλιακής Ακτινοβολίας R_s (W/m^2) κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών από την εγκατάσταση της καλλιέργειας



7.3. Σχετική υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου

Την ίδια χρονική πειραματική περίοδο μετρήθηκαν και οι μέσες τιμές της σχετικής υγρασίας. Ο μέσος όρος της σχετικής υγρασίας ήταν $M.O.=59,02 (\pm 9,42)\%$ και κυμαίνονταν μεταξύ 68,44% και 49,6%. Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας παρουσιάστηκαν μεγάλες διακυμάνσεις στην τιμή της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας, όπως φαίνεται και στο παρακάτω (Σχήμα 7.).

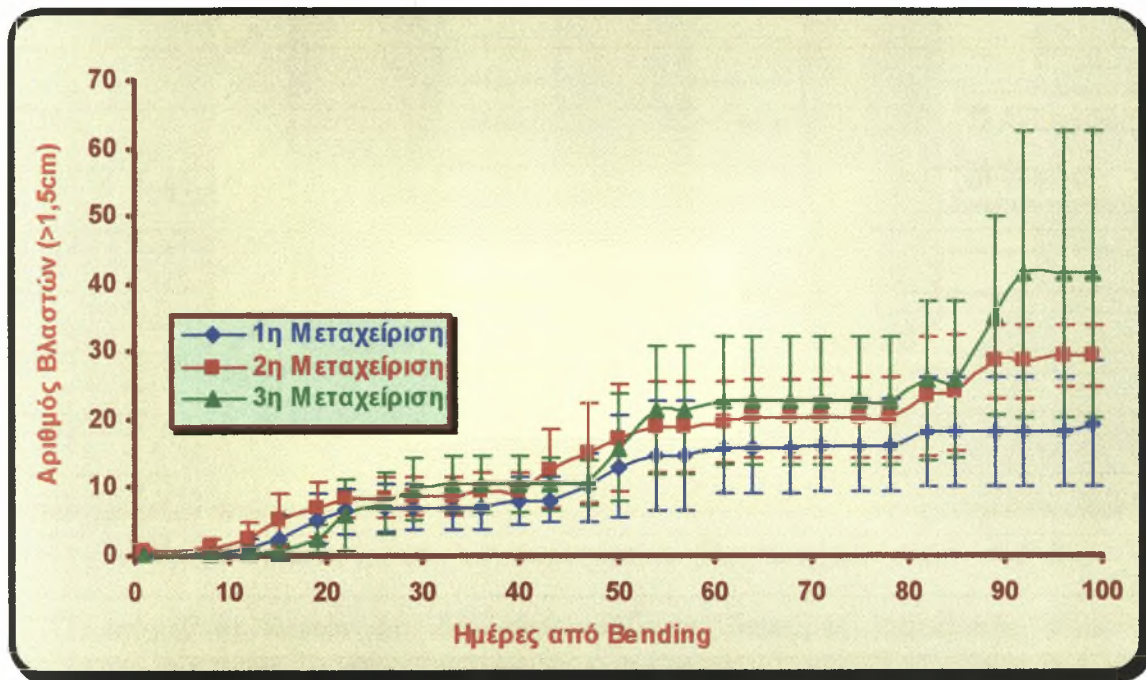


Σχήμα 7. Μέσες ημερήσιες τιμές της Σχετικής Υγρασίας RH (%) κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών από την εγκατάσταση της καλλιέργειας

7.4. Παραγωγή βλαστοφόρων οφθαλμών (>1,5cm) και διαχωρισμός των παραγόμενων βλαστών

7.4.1. Παραγωγή βλαστών (>1,5cm) μετά την εφαρμογή του **Bending**

Μετά από κάθε κάμψη και κοντά στο σημείο κάμψης εμφανίζονταν νέοι οφθαλμοί (>1,5cm) οι οποίοι καταγράφονταν για κάθε ένα από τα 8 πειραματικά φυτά για κάθε μία από τις τρεις μεταχειρίσεις. Στο (Σχήμα 8.) παρουσιάζεται το άθροισμα των παραγόμενων βλαστοφόρων οφθαλμών για τις τρεις μεταχειρίσεις μετά την εφαρμογή του **Bending**.



Σχήμα 8. Παραγωγή βλαστών (>1,5cm) από την εφαρμογή του **Bending** κατά την 1η (—○—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

Η αθροιστική παραγωγή των βλαστών (>1,5cm) για τις τρεις μεταχειρίσεις, δεν παρουσίασε διαφορές στατιστικώς σημαντικές ($p < 0,05$), παρά μόνο κατά τις πρώτες 19 ημέρες μεταξύ της 2ης και 3ης μεταχείρισης.

Παρατηρήθηκε λοιπόν και για τις τρεις μεταχειρίσεις:

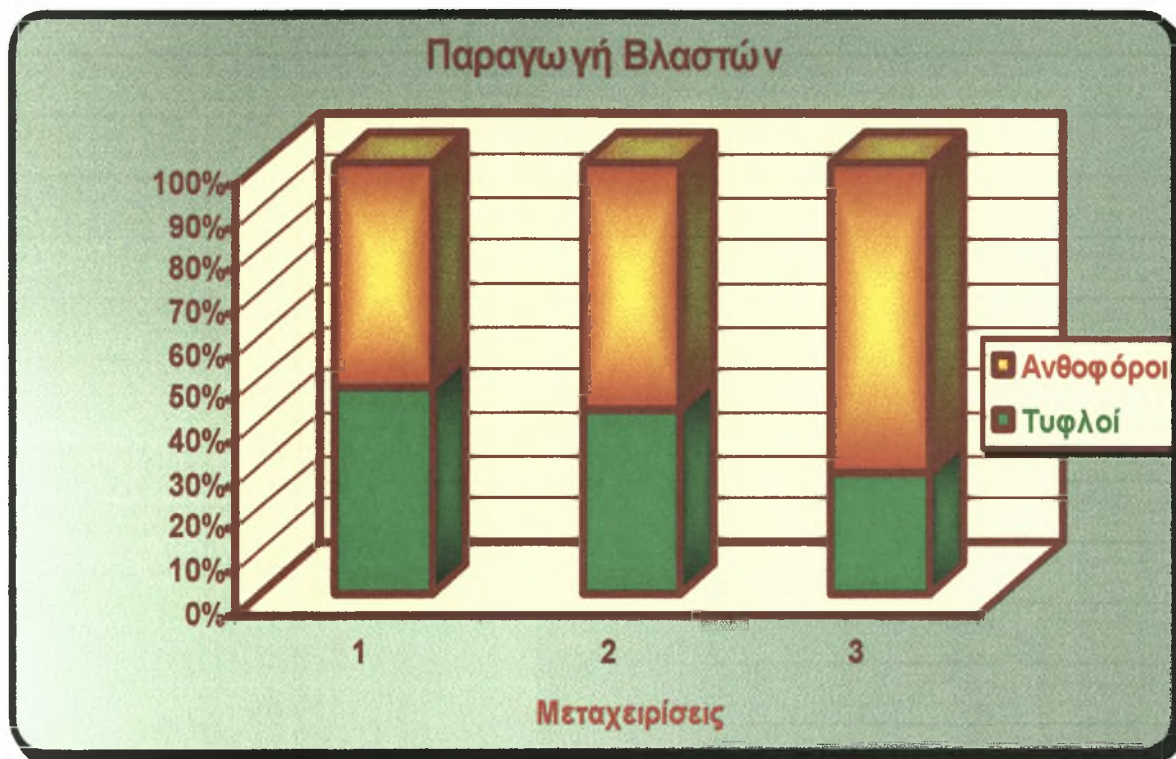
- ↓ η ταυτόχρονη ανά περίοδο εμφάνιση των βλαστοφόρων οφθαλμών.
- ↓ η σταδιακή αύξηση του Μ.Ο. του αριθμού των εκπτυσσόμενων βλαστών τις περιόδους αύξησης.
- ↓ η μείωση του χρόνου έκπτυξης που οφείλεται στην αυξημένη θερμοκρασία και φωτοπερίοδο κατά την θερινή περίοδο.

7.4.2. Παραγωγή ανθοφόρων-τυφλών βλαστών πάνω και κάτω από το σημείο κάμψης

Η συνολικά παραγόμενη ποσότητα των βλαστοφόρων οφθαλμών διαχωρίζονταν κατά την ανάπτυξή τους σε ανθοφόρους και τυφλούς βλαστούς, οι οποίοι καταγράφονταν χωριστά για κάθε φυτό της μεταχείρισης. Ο σχηματισμός των τυφλών βλαστών οφείλεται στο ανταγωνισμό

μεταξύ των αναπτυσσόμενων βασικών βλαστών των ιδίων φυτών για την αφομοίωση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης.

Στο (Σχήμα 9.) φαίνεται ο αριθμός των ανθοφόρων και τυφλών βλαστών από τους συνολικά εκπτυσσόμενους βλαστούς για τις τρεις μεταχειρίσεις καθόλη την πειραματική περίοδο.



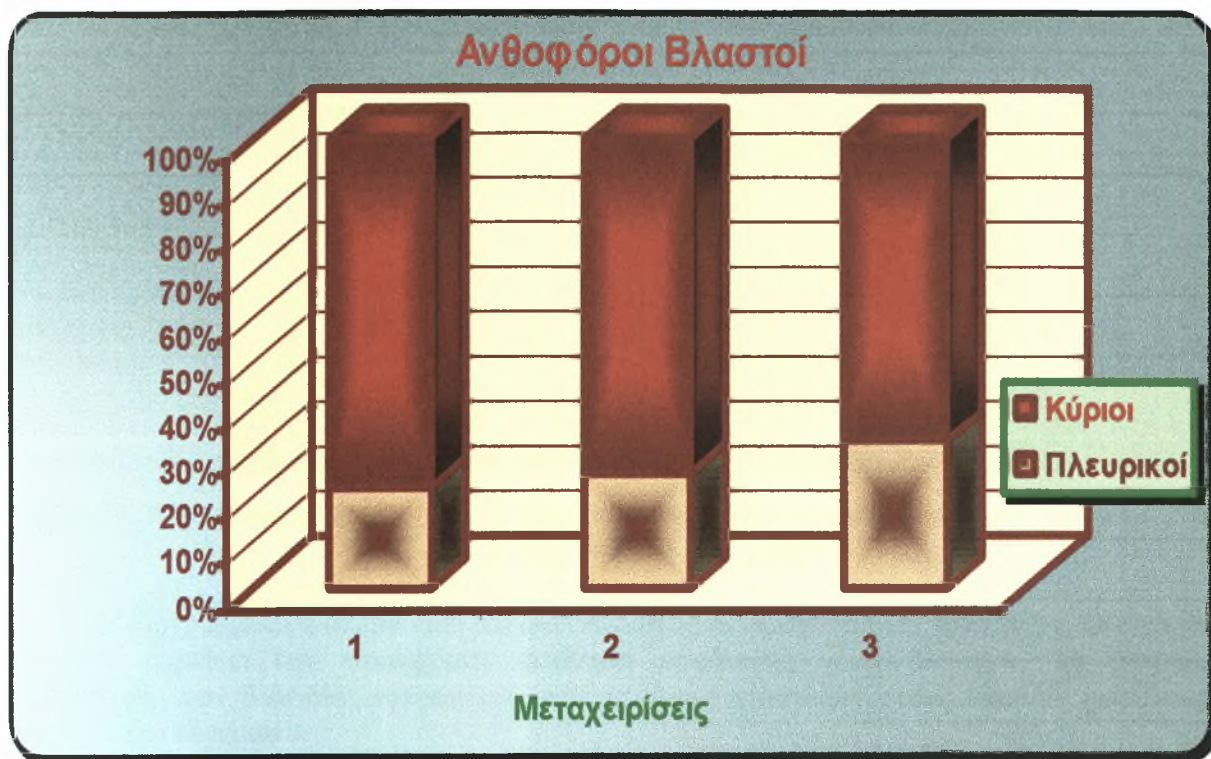
Σχήμα 9. Ποσοστό (%) των παραγόμενων βλαστών (ανθοφόρων-τυφλών)

Παρατηρήθηκε λοιπόν ότι δεν παρουσιάζονται διαφορές στατιστικώς σημαντικές ανάμεσα στην 1η και την 2η μεταχείριση καθώς ο ανταγωνισμός μεταξύ των βασικών βλαστών των ιδίων οδηγεί στο σχηματισμό περισσότερων τυφλών βλαστών. Παρουσιάζονται όμως διαφορές ανάμεσα στην 2η και στη 3η μεταχείριση. Η διαφορά είναι τη τάξεως του 15% καθώς στην 3η μεταχείριση το 72% των εκπτυσσόμενων βλαστών μετατρέπεται σε ανθοφόρους. Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται στην διαφορετική ποικιλία και στα δικά της ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά.

7.4.3. Παραγωγή ανθοφόρων βλαστών μετά την εφαρμογή του **Bending**

Η εμφάνιση νέων βλαστών μετά από την εφαρμογή του Bending δεν περιορίζεται μόνο στην περιοχή κάτω από το σημείο κάμψης του βλαστού αλλά και σε σημεία του βλαστού πάνω από το σημείο κάμψης. Εκτός λοιπόν από τους κύριους ή βασικούς βλαστούς εμφανίζονται και οι πλευρικοί βλαστοί που εκπτύσσονται ταυτόχρονα με τους κύριους βλαστούς.

Κατά την πειραματική διαδικασία πραγματοποιούνταν μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών ταυτόχρονα με τα αντίστοιχα ποσοτικών. Μετρήθηκε λοιπόν η ύπαρξη των πλευρικών βλαστών καθώς αποτελούσε μέρος των συνολικά παραγόμενων βλαστών. Παρακάτω στο (Σχήμα 10.) φαίνεται το ποσοστό των εκπτυχθέντων βλαστών μετά από την εφαρμογή του Bending, οι οποίοι εμφανίστηκαν κάτω και πάνω από το σημείο κάμψης των μητρικών βλαστών.



Σχήμα 10. Ποσοστό (%) των παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών (κύριοι-πλευρικοί)

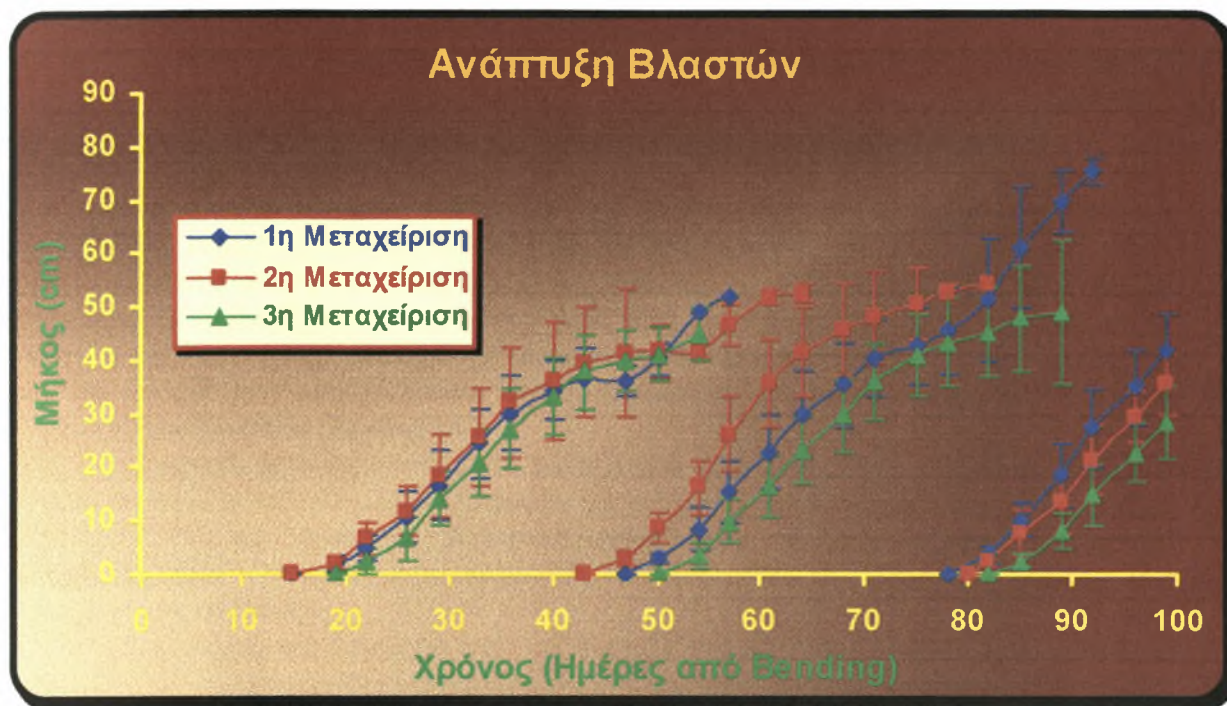
Η παρουσίαση μας αποδεικνύει ότι δεν υπάρχουν ποσοτικές διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων στην ύπαρξη των πλευρικών και των κυρίων βλαστών. Μάλιστα το ποσοστό της εμφάνισης των κυρίων βλαστών κυμαίνεται στα επίπεδα του 75% ενώ αντίστοιχα των πλευρικών στα επίπεδα του 25%.

7.5. Μήκος βλαστών

Κατά τη διάρκεια του πειράματος μετρήθηκε η επιμήκυνση των βλαστών, κάτω και πάνω από το σημείο κάμψης των μητρικών βλαστών. Οι μετρήσεις αφορούσαν το μήκος των βλαστών από το σημείο έκπτυξής τους από τον μητρικό βλαστό, μέχρι το άνω άκρο του άνθους. Το σύνολο των κύριων βλαστών για τις τρεις μεταχειρίσεις ολοκλήρωσε τα στάδια ανάπτυξής του τις δύο από τις τρεις φορές καθώς η πειραματική διαδικασία ολοκληρώθηκε με την τελευταία καταστροφική μέτρηση. Παρουσίασαν δηλαδή ανθοφόρους οφθαλμούς που ολοκλήρωσαν την ανάπτυξή τους με την άνθηση αυτών.

Για τις τρεις μεταχειρίσεις υπήρξε σχεδόν ταυτόχρονη εμφάνιση των βλαστοφόρων οφθαλμών και σχεδόν ταυτόχρονη ολοκλήρωση τις ανάπτυξης των βλαστών, με την άνθηση των ανθοφόρων στελεχών. Στο (Σχήμα 11.) φαίνεται η επιμήκυνση των βλαστών για τις τρεις μεταχειρίσεις.

Ανάπτυξη Βλαστών



Σχήμα 11. Μήκος των βλαστών (cm) σε φυτά που υπέστησαν **Bending**, κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

Η διαγραμματική απεικόνιση αποδεικνύει ότι η ολοκλήρωση της ανάπτυξης των πρώτων βλαστών σημαίνει την ταυτόχρονη εκκίνηση εμφάνισης νέων βλαστών. Οι μετρήσεις επιμήκυνσης των βλαστών αφορούσαν τρεις κύκλους ανάπτυξης στους οποίους χωρίζεται η διάρκεια του πειράματος.

Κατά την πρώτη περίοδο, από την 15 ημέρα από την εφαρμογή του **Bending** (μέρα εμφάνισης βλαστοφόρων οφθαλμών) μέχρι και την 54 ημέρα (ημέρα ολοκλήρωσης της ανάπτυξης των βλαστών), δεν παρατηρείται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, $p < 0,05$ στο ρυθμό ανάπτυξης, μεταξύ της 1ης και της 2ης μεταχείρισης, ενώ παρατηρούνται διαφορές μεταξύ της 2ης και της 3ης, μετά από την 19η ημέρα από την εφαρμογή του **Bending** και μέχρι την 33η ημέρα. Οφείλεται στην μη ταυτόχρονη έκπτυξη των βλαστοφόρων οφθαλμών καθώς η 3η μεταχείριση παρουσιάζει μια χρονική υστέρηση της τάξεως των τεσσάρων ημερών έναντι της 2ης μεταχείρισης.

Ο μέσος όρος μήκους των βλαστών για όλα τα φυτά ήταν στα $45,5 (\pm 3,5)$ cm, κάτι που υποδηλώνει ότι με την ολοκλήρωση του πρώτου κύκλου ανάπτυξης των φυτών παρήχθησαν άνθη 3ης ποιότητας (< 65 cm). Οι τρεις μεταχειρίσεις δε παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του τελικού μήκους των κυρίων βλαστών.

Κατά την δεύτερη περίοδο, δηλαδή από την 50 μέχρι και 82 ημέρα από την εφαρμογή του **Bending**, παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, $p < 0,05$ στο ρυθμό ανάπτυξης, μεταξύ της 1ης και της 2ης μεταχείρισης καθώς και μεταξύ της 2ης και της 3ης μεταχείρισης, μετά από την 50η ημέρα από την εφαρμογή του **Bending** και μέχρι την 75η ημέρα. Η ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών οφείλεται στην μη ταυτόχρονη έκπτυξη των οφθαλμών καθώς η 1η μεταχείριση παρουσιάζει μια χρονική υστέρηση έναντι της 2ης της τάξεως των τεσσάρων ημερών, ενώ η 3η έναντι της 2ης, τριών ημερών.

Ο μέσος όρος μήκους των βλαστών ήταν στα $50,5 (\pm 4,5)$ cm, δηλαδή με την ολοκλήρωση του δεύτερου κύκλου ανάπτυξης των φυτών έδωσε ανθοφόρους βλαστούς 3ης ποιότητας (< 65 cm). Οι τρεις μεταχειρίσεις δε παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του τελικού μήκους των κυρίων βλαστών.

Η διαφορά στο ρυθμό ανάπτυξης που παρουσιάζεται κατά τη διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης των βλαστών ανάμεσα στις μεταχειρίσεις 1η-2η και 2η-3η οφείλεται στον ανταγωνισμό των βλαστών που έχει σαν συνέπεια κατά την ταυτόχρονη ανάπτυξη, τη μειωμένη αύξηση του μήκους των βλαστών.

Κατά την τρίτη περίοδο, δηλαδή από την 82 μέχρι και την 100 ημέρα από την εφαρμογή του **Bending**, παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης και της 2ης μεταχείρισης καθώς και μεταξύ της 2ης και της 3ης μεταχείρισης, για όλη την περίοδο ανάπτυξης. Οι διαφορές αυτές οφείλονται πάλι στην μη ταυτόχρονη έκπτυξη, ενώ το χρονικό διάστημα της υστέρησης στην έκπτυξη των οφθαλμών είναι της τάξεως των δύο ημερών μεταξύ των δύο συγκρίσιμων μεταχειρίσεων. Την τρίτη περίοδο δεν έχουμε ολοκλήρωση του κύκλου ανάπτυξης των βλαστών (**Εικόνα 14**).

Οι διαφορές που παρουσιάζονται μεταξύ των κυρίων βλαστών των φυτών και οι οποίες οφείλονται στον ανταγωνισμό των βλαστών για τις μεταχειρίσεις 1η και 2η. Η 2η μεταχείριση εμφανίζει 33% περισσότερους βλαστούς στους τρεις κύκλους ανάπτυξης από την 1η μεταχείριση, ενώ η 3η μεταχείριση εμφανίζει 45% περισσότερους βλαστούς από την 2η στους ίδιους κύκλους ανάπτυξης.

Τέλος το χρονικό διάστημα από την έκπτυξη των πρώτων βλαστών του πρώτου κύκλου ανάπτυξης, μέχρι το αντίστοιχο του δεύτερου κύκλου, ήταν της τάξεως των 30 (± 2) ημερών. Το χρονικό διάστημα από την έναρξη του δεύτερου μέχρι την έναρξη του τρίτου κύκλου ανάπτυξης, ήταν αντίστοιχα 34 (± 3) ημερών. Παρατηρείται λοιπόν μια σταθερότητα κατά την θερινή περίοδο, η οποία αφορά το χρονικό διάστημα εμφάνισης των νέων βλαστοφόρων οφθαλμών, το οποίο είναι της τάξεως 32 (± 5) ημερών.

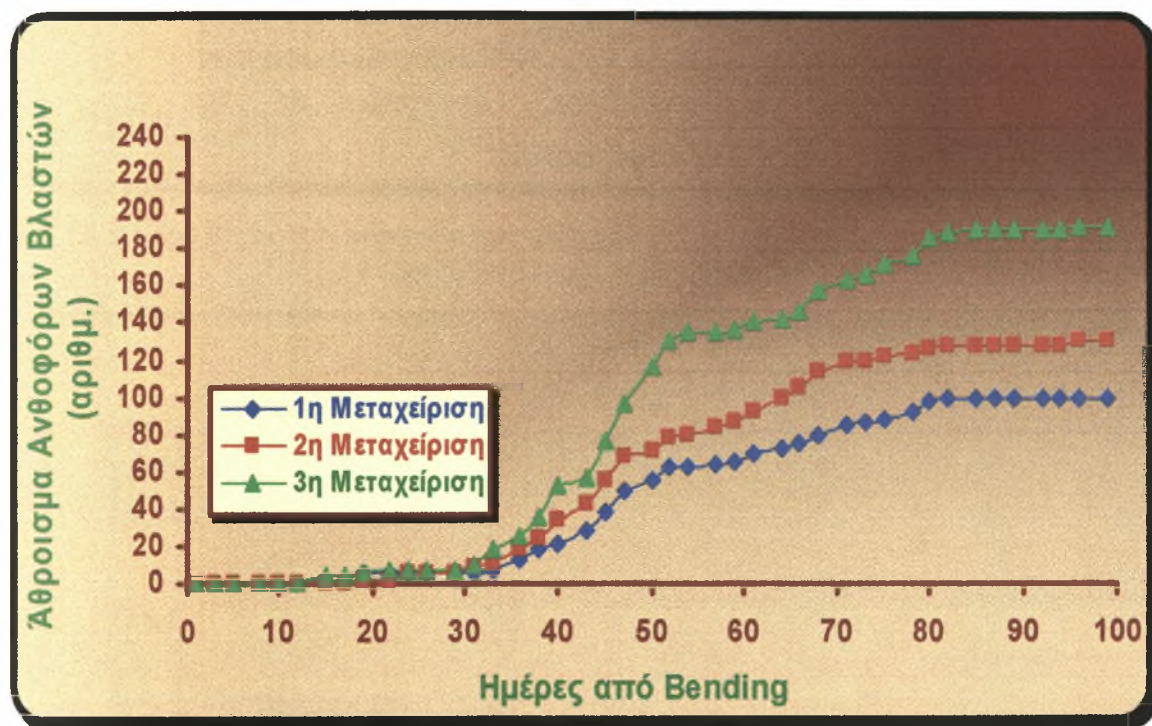


Εικόνα 14. Στάδια ανάπτυξης των βλαστών

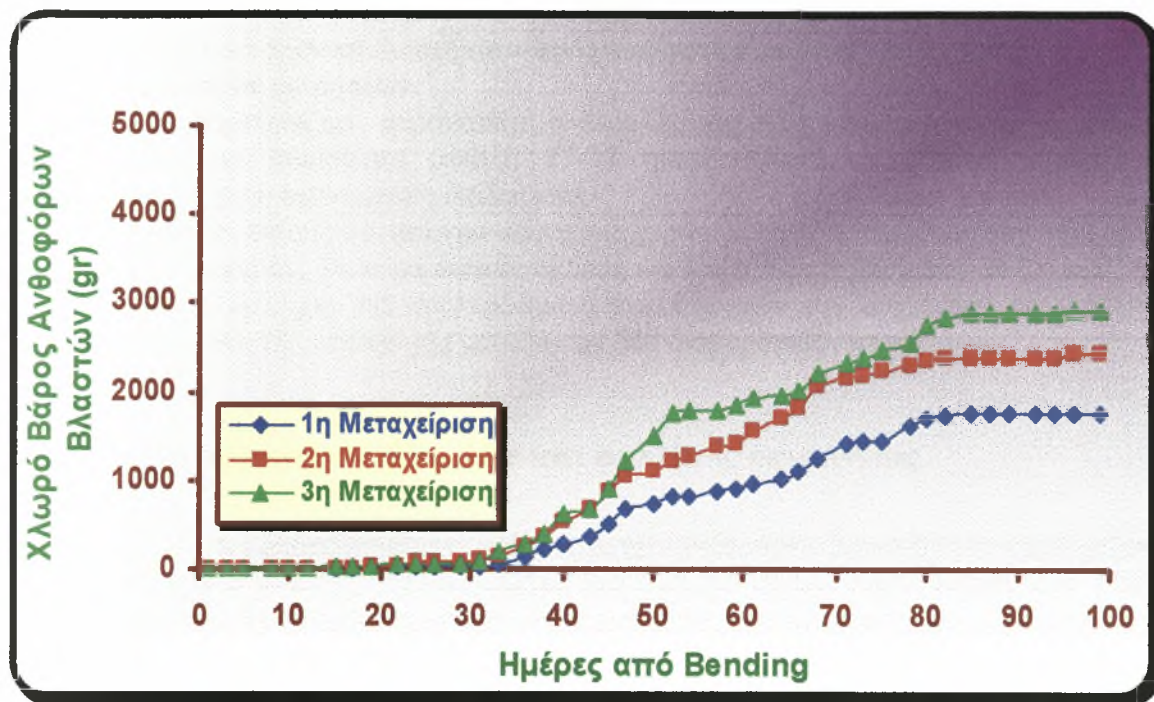
8. Κεφάλαιο 8ο. Καταστροφικές μετρήσεις ανθέων - Παραγωγή Ανθέων

8.1. Παραγωγή ανθοφόρων βλαστών

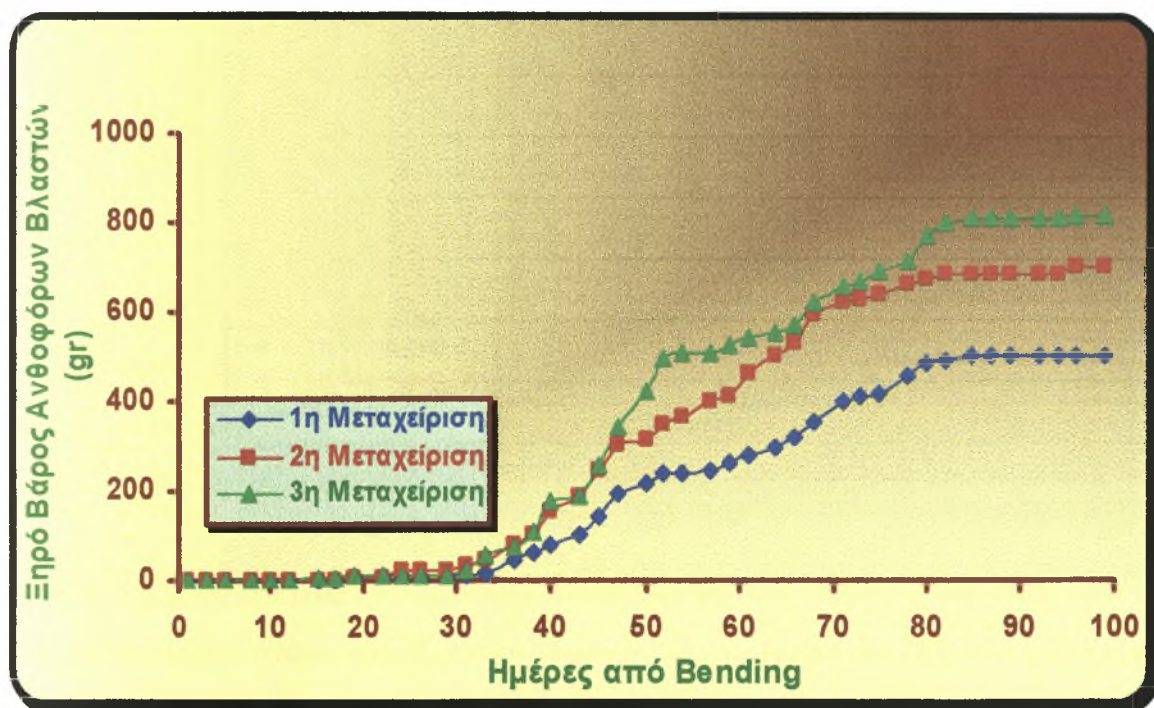
Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας τα πειραματικά φυτά από τα οποία γίνονταν η συλλογή των ανθοφόρων βλαστών ήταν αρχικά 56 για κάθε μεταχείριση και μειώνονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα (2 εβδομάδες), αντίστοιχα από 8 φυτά ανά μεταχείριση με εξαίρεση την δεύτερη καταστροφική που πραγματοποιήθηκε μετά από 4 εβδομάδες. Στα παρακάτω (Σχήματα 12.,13.,14.) φαίνεται ο αριθμός των παραγόμενων ανθέων καθώς και το (χλωρό-ξηρό) βάρος αυτών, για τις τρεις μεταχειρίσεις.



Σχήμα 12. Παραγωγή ανθοφόρων βλαστών (αριθμός) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 13. Χλωρό βάρος των παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών (gr_{XB}) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 14. Ξηρό βάρος των παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών (gr_{EB}) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

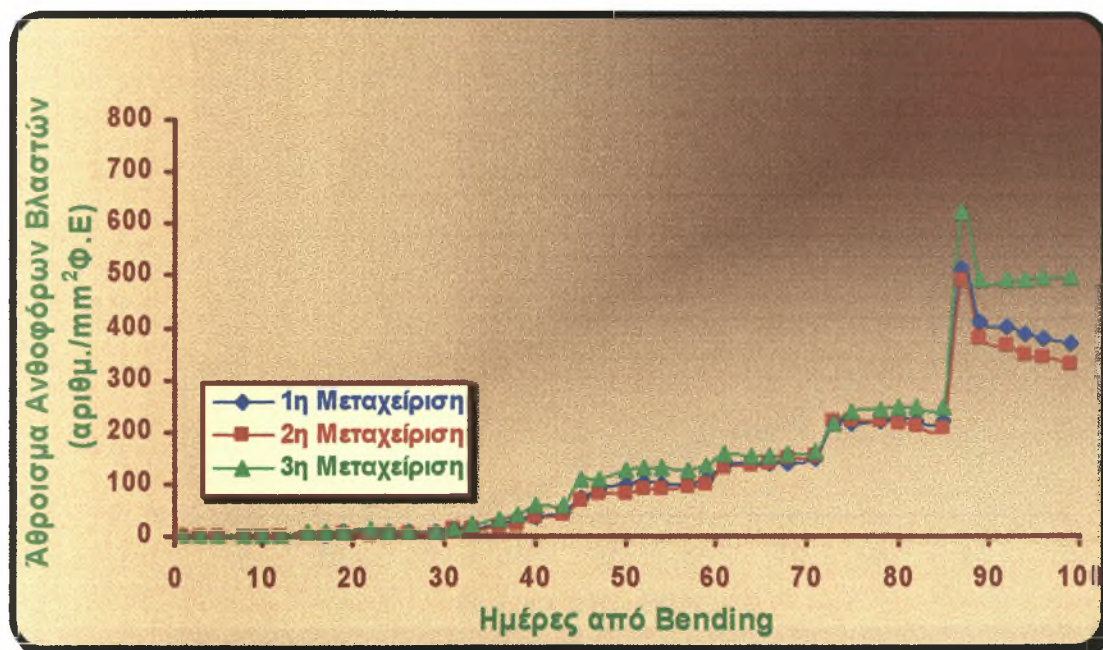
Παρατηρείται λοιπόν, ότι η συγκομιδή των βλαστών αρχίζει μετά το πέρας 30 ημερών από το τελευταίο **Bending** ταυτόχρονα και για τις τρεις μεταχειρίσεις. Αρχικά ο ρυθμός συγκομιδής ανθοφόρων βλαστών είναι μεγαλύτερος, σταδιακά μειώνεται, μέχρι που τις τελευταίες 20 ημέρες παραμένει σταθερός. Η σταδιακή μείωση οφείλεται σε δύο παράγοντες:

- Στην ανά τακτά χρονικά διαστήματα αφαίρεση φυτών από την καλλιέργεια για την λήψη των καταστροφικών μετρήσεων
- Στην περιοδικότητα που παρουσιάζει η ολοκλήρωση ενός κύκλου ανάπτυξης που όπως είδαμε παραπάνω κυμαίνεται μεταξύ 27-37 ημερών κατά την θερινή περίοδο που πραγματοποιήθηκε η πειραματική διαδικασία

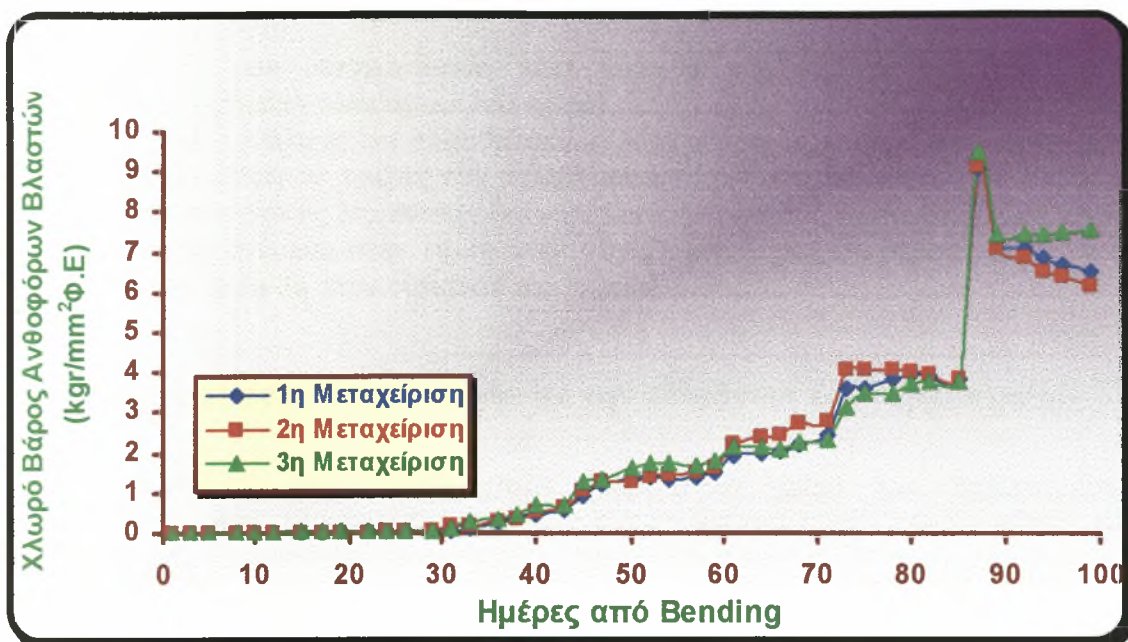
Συμπεραίνεται επίσης ότι υπάρχει σαφής διαχωρισμός στον αριθμό των συγκομιζόμενων βλαστών μετά το πέρας της 50 πειραματικής ημέρας μεταξύ των μεταχειρίσεων 1η-2η και 2η-3η. Δεν αποτελεί όμως κριτήριο για συμπεράσματα που αφορούν την συχνότητα της άρδευσης, καθώς και τη σύγκριση της παραγωγής μεταξύ των δύο διαφορετικών ποικιλιών.

8.2. Συσχέτιση παραγωγής βλαστών και φυλλικής επιφάνειας

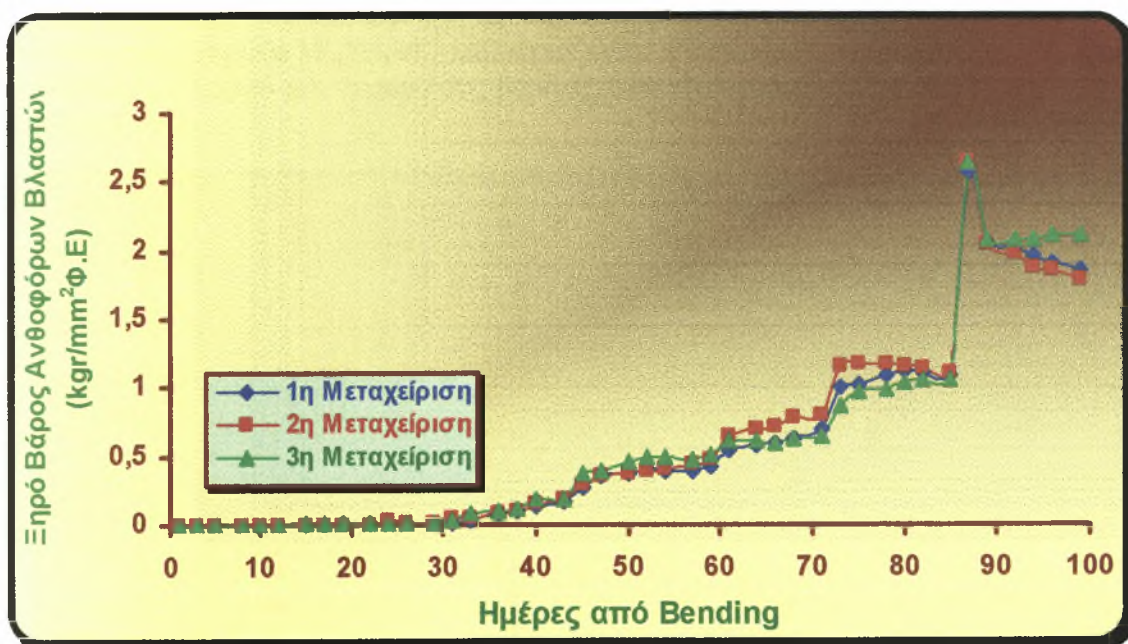
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων με άθροιση των ανθοφόρων βλαστών που συγκομίζονταν κατά τις ημέρες συγκομιδής, παρατηρήθηκε ότι δεν αποτελεί σαφή δείκτη για ασφαλή συμπεράσματα. Για αυτό υπολογίστηκε ο λόγος του αθροίσματος της συγκομιδής των ανθοφόρων βλαστών, προς την φυλλική επιφάνεια που παρουσιάζει η καλλιέργεια τις αντίστοιχες ημέρες όπως φαίνεται παρακάτω (Σχήματα 15.,16.,17.). Οι μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας πραγματοποιήθηκαν κατά τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων.



Σχήμα 15. Παραγωγή ανθοφόρων βλαστών (αριθμός /mm² Φ.Ε) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—) 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 16. Χλωρό βάρος παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών ($gr_{XB}/mm^2_{\Phi.E}$) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 17. Ξηρό βάρος παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών ($gr_{XB}/mm^2_{\Phi.E}$) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

Η ανάλυση των γραφημάτων έδειξε ότι για τις τρεις μεταχειρίσεις το σημείο εκκίνησης συγκομιδής των ανθοφόρων βλαστών αρχίζει μετά το πέρας 30 ημερών από το τελευταίο **Bending**. Καθόλη την πειραματική διαδικασία οι τρεις καμπύλες παρουσιάζουν ταυτόχρονη κλίση με αποτέλεσμα να συμπεραίνουμε ότι η δυναμική της καλλιέργειας είναι η ίδια και για τις τρεις μεταχειρίσεις. Δεν παρουσιάζεται δηλαδή διαφορά τόσο στον ρυθμό άρδευσης, όσο και μεταξύ των ποικιλιών, παρά την ύπαρξη διαφορών μεταξύ των μεταχειρίσεων στα αποτελέσματα της συγκομιδής των βλαστών. Οφείλεται, στην ταυτόχρονη ύπαρξη διαφορών στην φυλλική

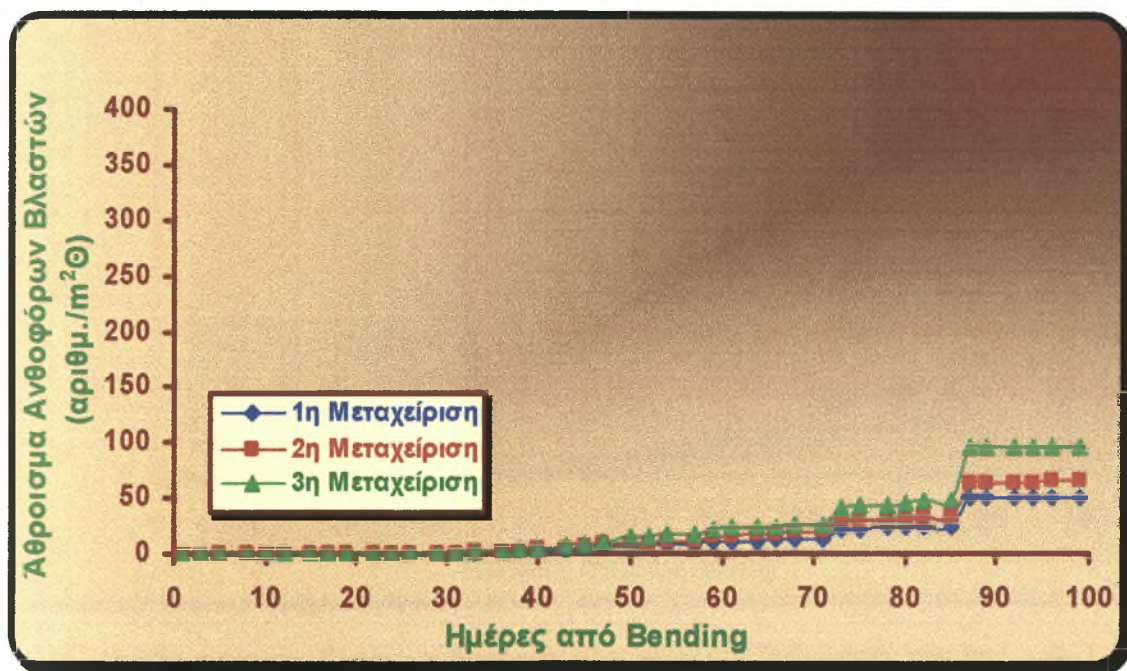
επιφάνεια μεταξύ των μεταχειρίσεων, κάτι που θα παρουσιαστεί στις αναλύσεις των καταστροφικών μετρήσεων ολόκληρων των φυτών.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, των αθροισμάτων των ανθοφόρων βλαστών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων, παρά μόνο κατά την 71 ημέρα ανάμεσα στην 1η-2η στην σύγκριση του χλωρού βάρους και κατά την 99 ημέρα ανάμεσα στην 2η-3η στην σύγκριση του ξηρού βάρους.

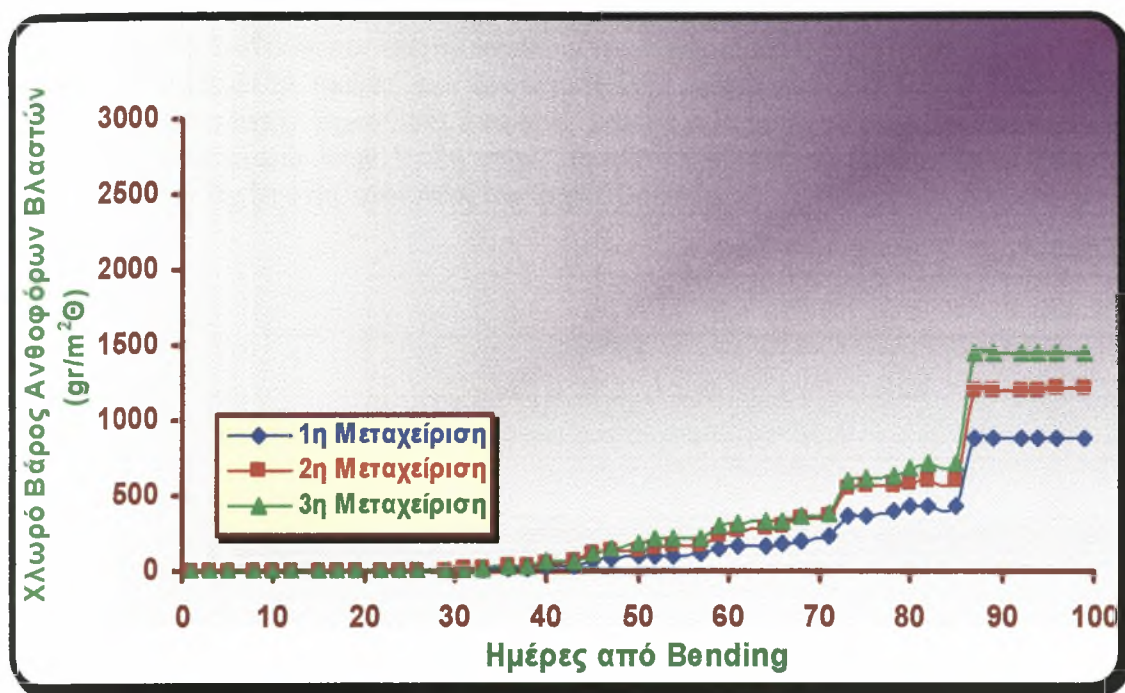
8.3. Συσχέτιση παραγωγής βλαστών με την επιφάνεια του θερμοκηπίου

Η τοποθέτηση των φυτών, στον πειραματικό χώρο του θερμοκηπίου που πραγματοποιήθηκε ήταν με τέτοιο τρόπο ώστε η πυκνότητα των φυτών που προκύπτει, να είναι ίση με $4 \text{ φυτά}/\text{m}^2$. Η πυκνότητα τοποθέτησης των φυτών είναι υπεύθυνη για τον ανταγωνισμό που αναπτύσσεται μεταξύ των φυτών. Τα φυτά που αφαιρούνται κατά τις καταστροφικές μετρήσεις, αντικαθίστανται από τα επιπρόσθετα φυτά που βρίσκονται στο ίδιο στάδιο ανάπτυξης, έτσι η πυκνότητα των πειραματικών φυτών παραμένει σταθερή.

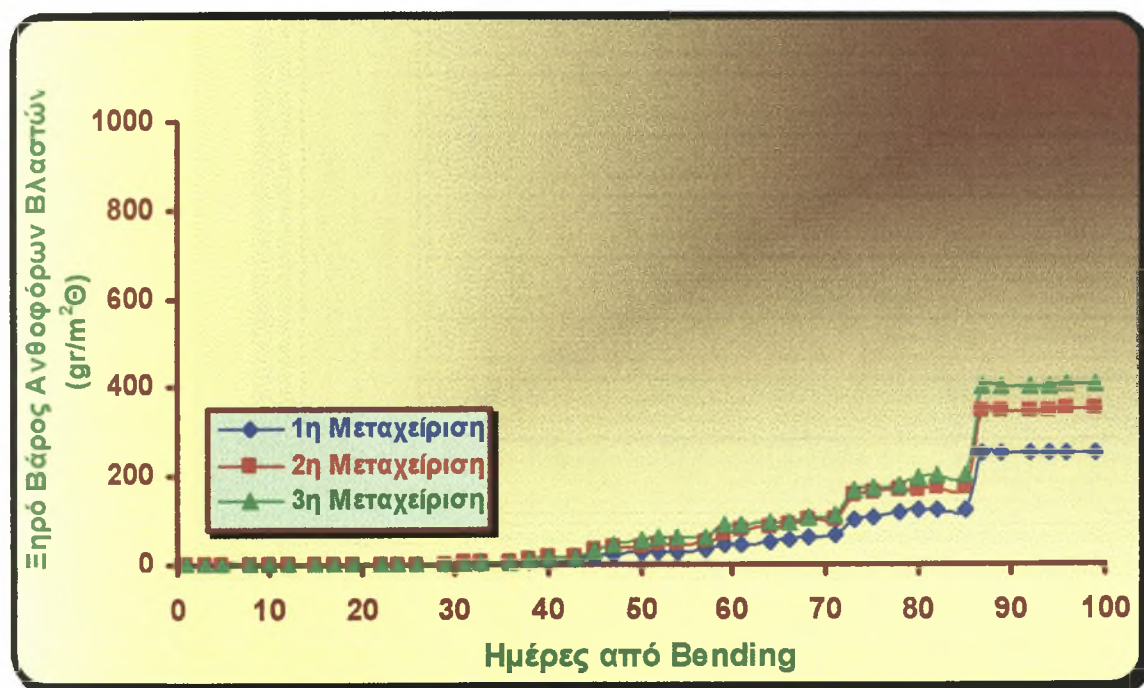
Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αθροίζοντας την παραγωγή ανά τετραγωνικό μέτρο θερμοκηπίου, δίνει τη δυνατότητα καλύτερης ανάλυσης των περιόδων με την μεγάλη παραγωγή ανθοφόρων βλαστών και αντίστοιχα τις περιόδους που η παραγωγή παρουσιάζει ύφεση. Παρακάτω στα (Σχήματα 18.,19.,20.) παρουσιάζονται η παραγωγή των ανθοφόρων βλαστών και του αντίστοιχου χλωρού και ξηρού τους βάρους, ανά τετραγωνικό μέτρο θερμοκηπίου, για τις τρεις μεταχειρίσεις.



Σχήμα 18. Παραγωγή ανθοφόρων βλαστών (αριθμός /m²Θ) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 19. Χλωρό βάρος παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών ($gr_{XB}/m^2\Theta$) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 20. Ξηρό βάρος παραγόμενων ανθοφόρων βλαστών ($gr_{XB}/m^2\Theta$) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

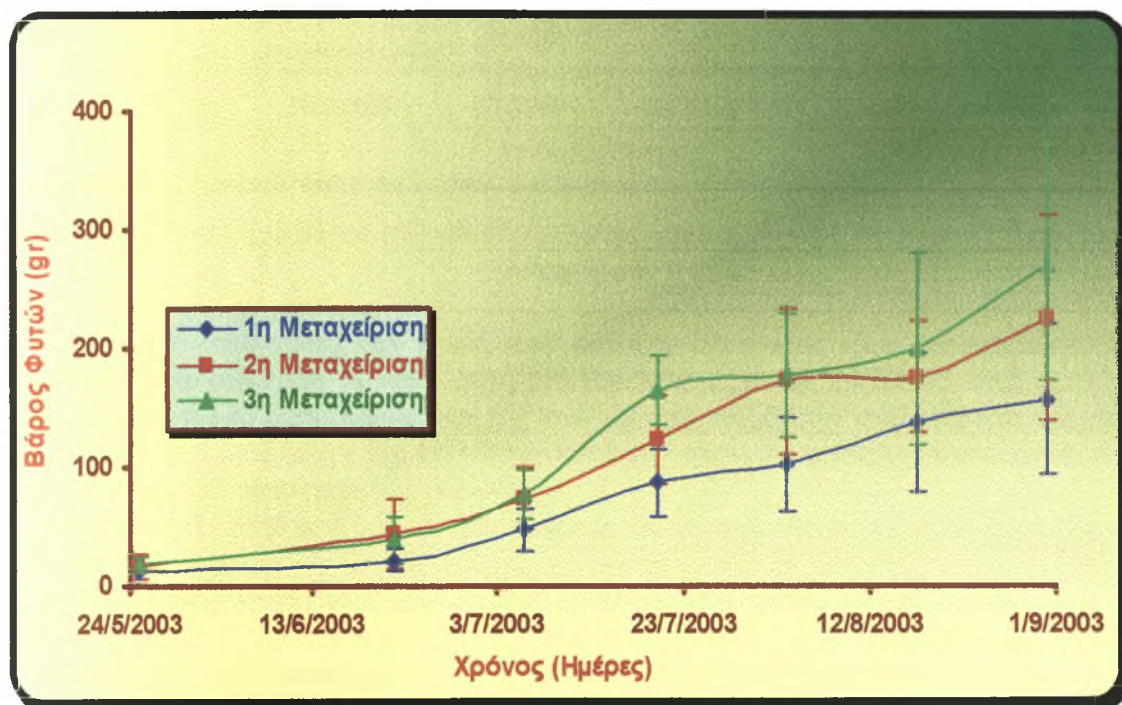
Παρατηρείται λοιπόν, ότι η συγκομιδή των βλαστών αρχίζει μετά από 30 ημέρες από το τελευταίο **Bending** ταυτόχρονα και για τις τρεις μεταχειρίσεις. Αρχικά η συγκομιδή των ανθοφόρων βλαστών είναι μικρότερη αλλά σταθερή μέχρι την 70 ημέρα, όπου παρουσιάζεται μια περίοδος αύξησης, για να ακολουθήσει μια περίοδος μειωμένης αύξησης μέχρι την 87 ημέρα. Εκεί εμφανίζεται μια δεύτερη περίοδος αύξησης, που ακολουθεί μια περίοδος 10 ημερών ύφεσης της παραγωγής.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, των αθροισμάτων των ανθοφόρων βλαστών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων, παρά μόνο κατά την 71 ημέρα ανάμεσα στην 1η-2η στην σύγκριση του χλωρού βάρους και κατά την 99 ημέρα ανάμεσα στην 2η-3η στην σύγκριση του ξηρού βάρους.

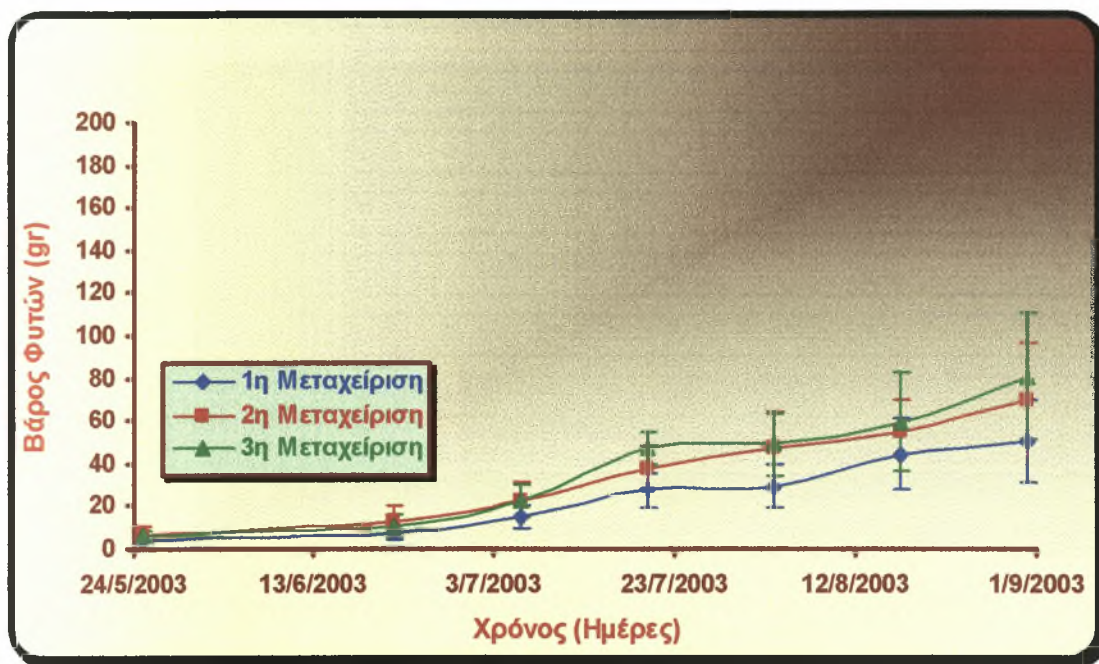
9. Κεφάλαιο 9ο. Καταστροφικές μετρήσεις ολόκληρων των φυτών

9.1. Ολικό παραγόμενο χλωρό και ξηρό βάρος

Κατά τη διάρκεια τις πειραματικής διαδικασίας τα πειραματικά φυτά από τα οποία γίνονταν η συλλογή των ανθοφόρων βλαστών ήταν αρχικά 56 για κάθε μεταχείριση και μειώνονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα (2 εβδομάδες), αντίστοιχα από 8 φυτά ανά μεταχείριση με εξαίρεση την δεύτερη καταστροφική που πραγματοποιήθηκε μετά από 4 εβδομάδες. Στα (Σχήματα 22.,23.) παρουσιάζονται το συνολικά παραγόμενο χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών, υπολογίζοντας και το βάρος των ανθοφόρων βλαστών που συγκομίστηκαν.



Σχήμα 22. Ολικό χλωρό βάρος των φυτών (gr) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 23. Ολικό ξηρό βάρος των φυτών (gr) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνεται ότι για τις τρεις μεταχειρίσεις υπάρχει μια περίοδος 57 ημερών από την εφαρμογή του **Bending** μέχρι της 20/7/2003 κατά την οποία το συνολικό βάρος χλωρό-ξηρό των φυτών της καλλιέργειας αυξάνεται σταδιακά και μια περίοδος 28 ημερών αμέσως μετά μέχρι της 17/8/2003 κατά την οποία τα φυτά παρουσιάζονται σταθερά με μικρή αύξηση του συνολικού της βάρους.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, για το παραγόμενο (χλωρό -ξηρό βάρος) των φυτών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 6/7, 20/7, 3/8, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης στις 20/7. Παρουσιάζεται ωστόσο μια τάση διαχωρισμού των μεταχειρίσεων 1-2 κατά τη πειραματική περίοδο, κάτι όμως που δεν πραγματοποιείται.

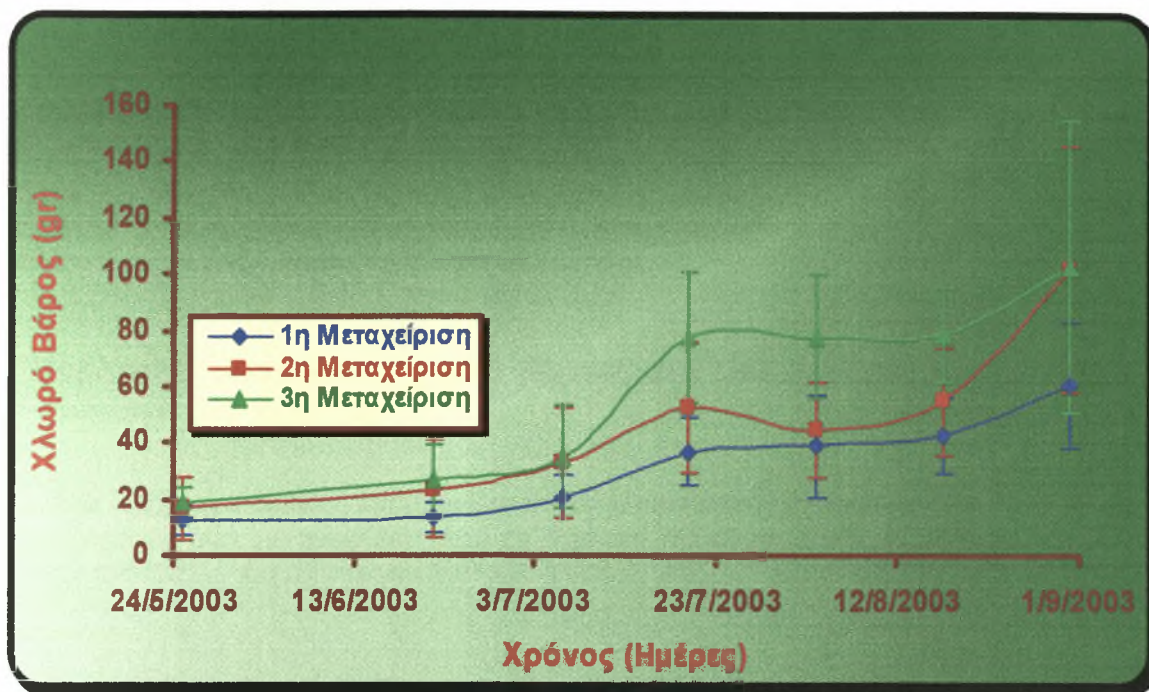
Αντίστοιχα για το ξηρό βάρος παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 20/7, 3/8, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης στις 20/7.

Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων υπάρχει μια υστέρηση της τάξεως των δύο εβδομάδων στην συνολική αύξηση του βάρους και η μεταχείριση που ακολουθεί είναι αυτή με τη χαμηλή συχνότητα άρδευσης. Τέλος παρατηρείται θετική συσχέτιση της αύξησης του βάρους και της αθροιστικά αυξανόμενης τιμής της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας.

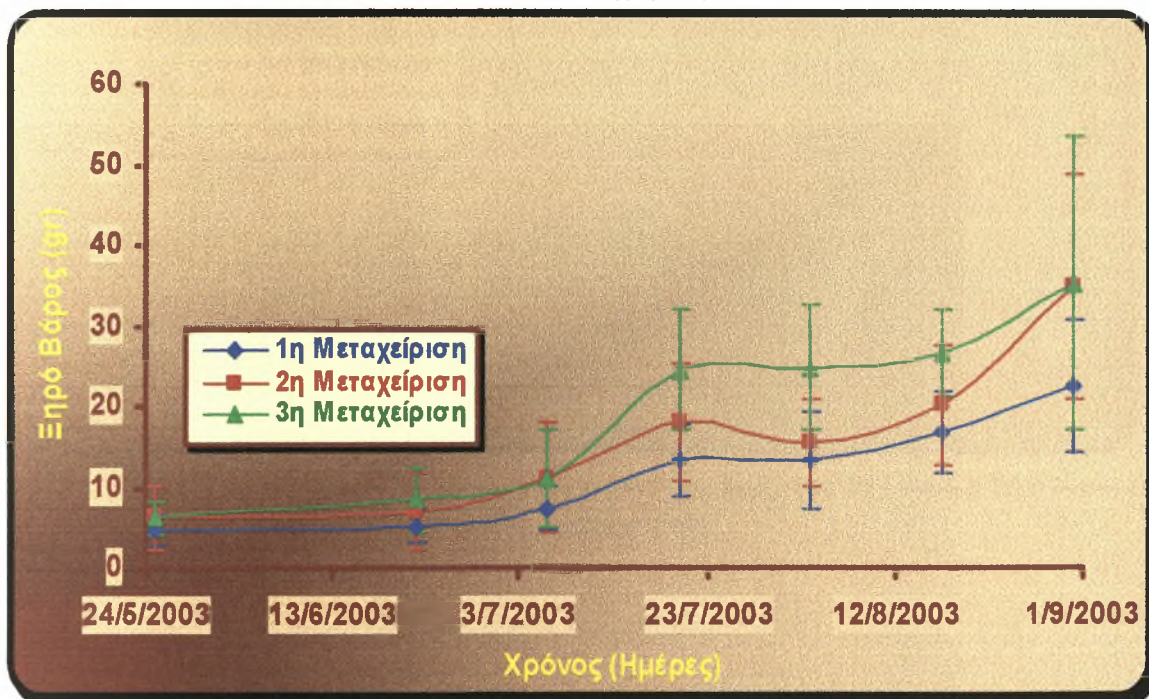
9.2. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους στο κάτω μέρος των φυτών μετά την εφαρμογή του **Bending**

Η συγκομιδή ολόκληρων των φυτών κατά τη διάρκεια των καταστροφικών μετρήσεων περιελάμβανε διαχωρισμό των τμημάτων των φυτών στο κάτω και στο πάνω μέρος του φυτού. Παρακάτω στα (Σχήματα 24.,25.) παρουσιάζονται οι μέσοι όροι ανά φυτό του παραγόμενου

χλωρού και το ξηρού βάρους για το κάτω μέρος των φυτών.



Σχήμα 24. Χλωρό βάρος της βάσης των φυτών (gr) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 25. Ξηρό βάρος της βάσης των φυτών (gr) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

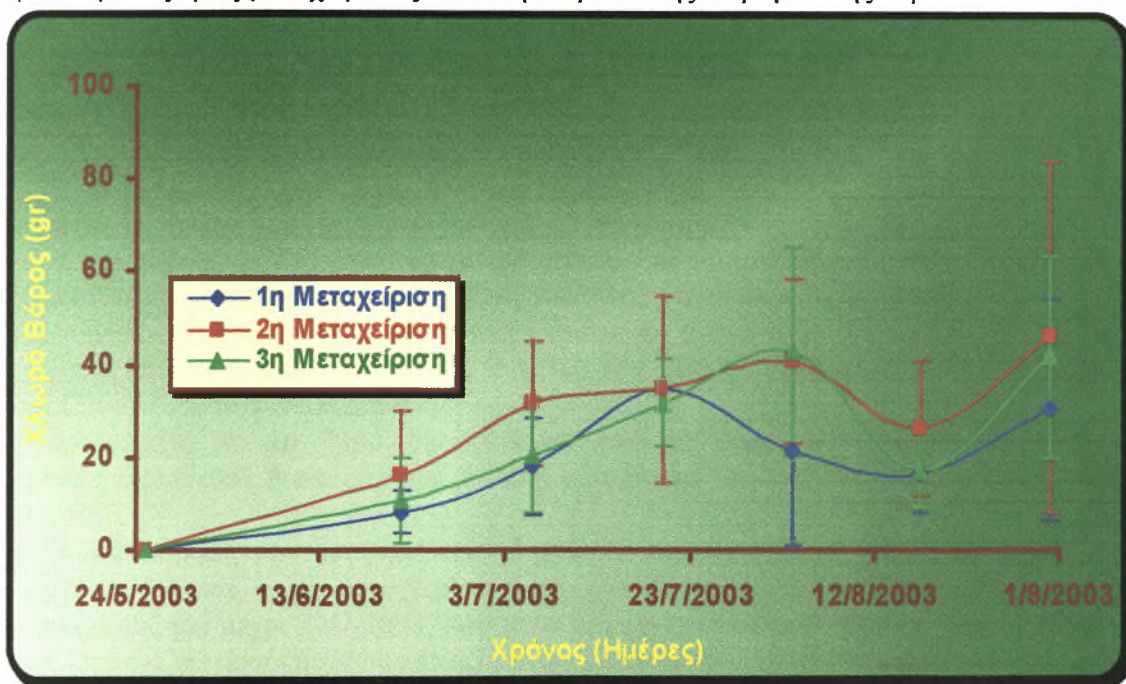
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, του χλωρού βάρους της βάσης των φυτών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης

μεταχείρισης, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης στις 20/7, 3/8 και 17/8. Αντίστοιχα για το ξηρό βάρος της βάσης των φυτών, παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 2ης-3ης στις 3/8, 17/8.

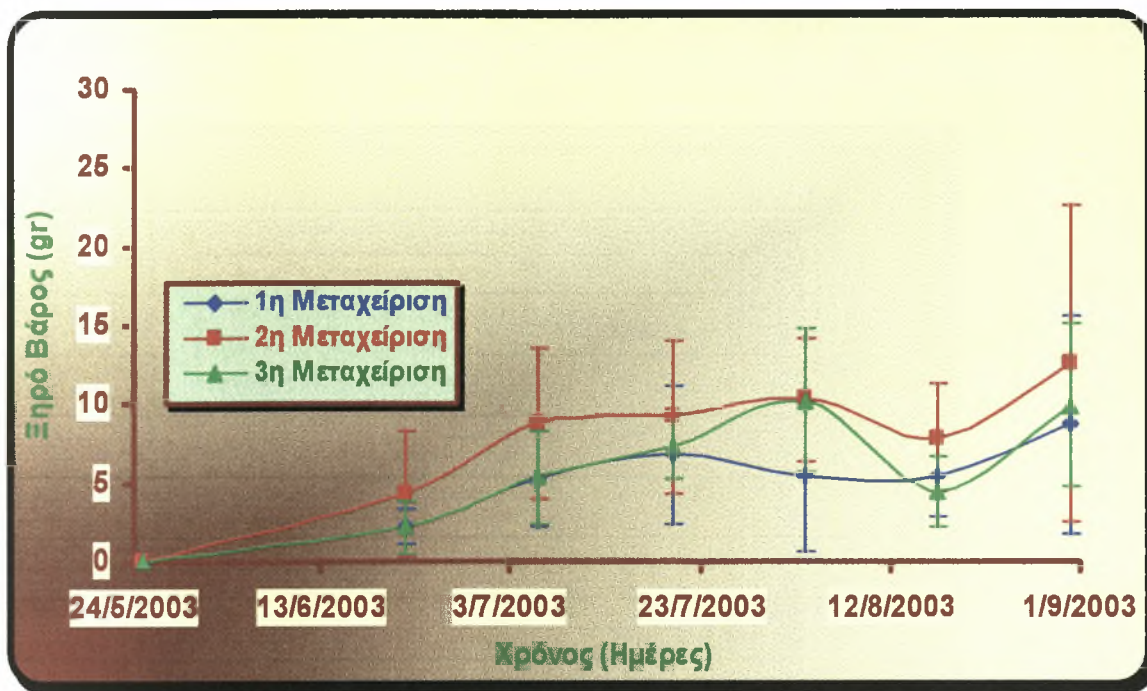
Από τα αποτελέσματα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι μέχρι της 6/7/2003 οι τρεις μεταχειρίσεις δεν διαχωρίζονται και παρουσιάζουν μια μικρή αύξηση τόσο του χλωρού όσο και ξηρού βάρους της βάσης. Έπειτα εμφανίζεται για μια περίοδο 2 εβδομάδων, μεγάλη κλίση στις αντίστοιχες καμπύλες, που αντιπροσωπεύει μεγάλη αύξηση του βάρους. Μετά την αύξηση επέρχεται περίοδος 4 εβδομάδων όπου η καλλιέργεια παραμένει σταθερή, ενώ τέλος κλείνει την πειραματική περίοδο με μια δεύτερη περίοδο αύξησης.

9.3. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους στο επάνω μέρος των φυτών μετά την εφαρμογή του Bending

Στα (Σχήματα 26.,27.) παρουσιάζονται το χλωρό και το ξηρό βάρος για το επάνω μέρος του φυτού για τις τρεις μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.



Σχήμα 26. Χλωρό βάρος του επάνω μέρους του φυτού (gr) κατά την 1η (—♦—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 27. Ξηρό βάρος του επάνω μέρους του φυτού (gr) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

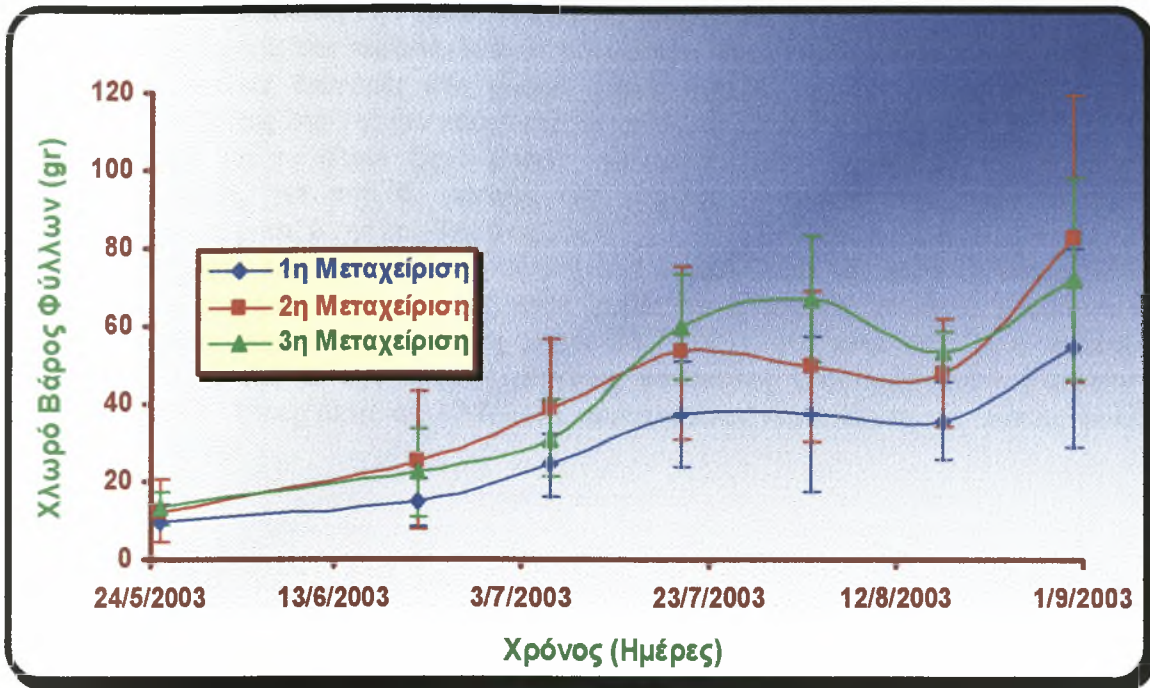
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, του χλωρού βάρους του επάνω μέρους των φυτών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 6/7, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Αντίστοιχα για το ξηρό βάρος πάνω από τη βάση των φυτών, παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης-2ης στις 3/8 και μεταξύ της 2ης-3ης στις 17/8.

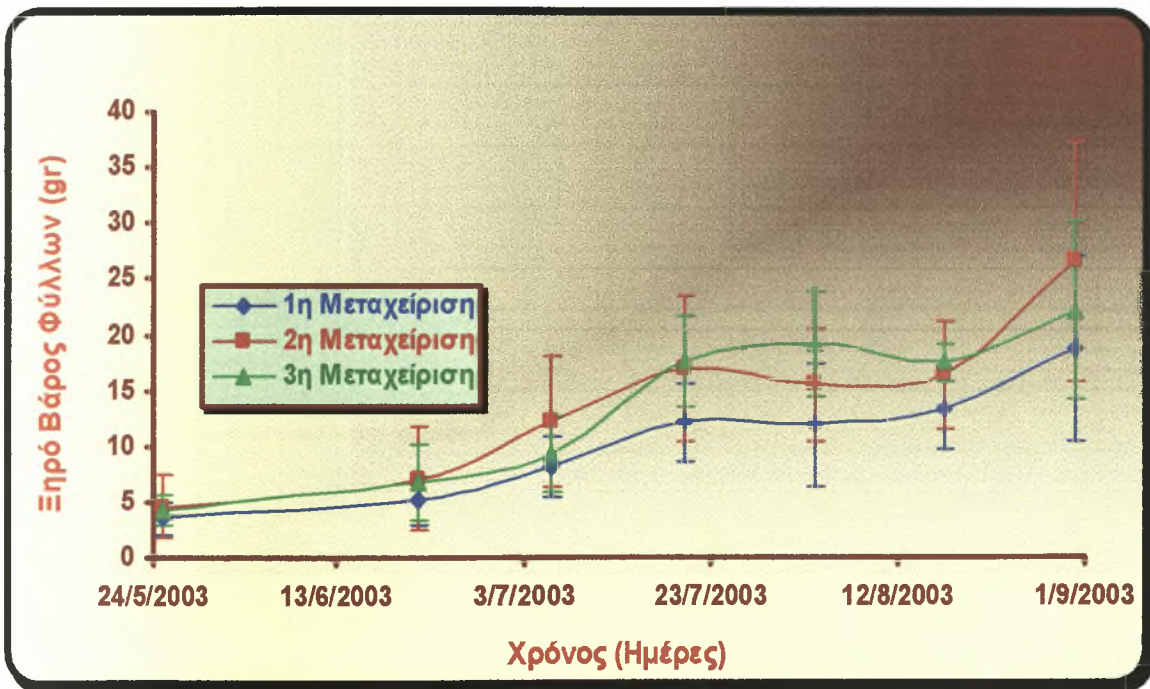
Η παρατήρηση των γραφημάτων οδηγεί στο συμπέρασμα ότι παρά τη συγκομιδή που πραγματοποιείται στις τρεις μεταχειρίσεις, το χλωρό και το ξηρό βάρος στο επάνω μέρος παρουσιάζει αύξηση μέχρι 20/7/2003, ενώ μετά αρχίζει η πτώση των καμπυλών που υποδηλώνει την ύπαρξη μεγάλης ποσότητας συγκομιζόμενων βλαστών την αντίστοιχη περίοδο.

9.4. Ολική παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους των φύλλων των φυτών

Κατά τη διάρκεια των καταστροφικών συγκομιδών, γίνονταν διαχωρισμός όχι μόνο στα μέρη του φυτού, αλλά και περαιτέρω διαχωρισμός σε φύλλα, βλαστούς και άνθη. Στα (Σχήματα 28.,29.) παρουσιάζονται, το χλωρό-ξηρό βάρος των φύλλων των τριών μεταχειρίσεων.



Σχήμα 28. Ολικό χλωρό βάρος των φύλλων (gr) κατά την 1η (—◇—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 29. Ολικό ξηρό βάρος των φύλλων (gr) κατά την 1η (—◇—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

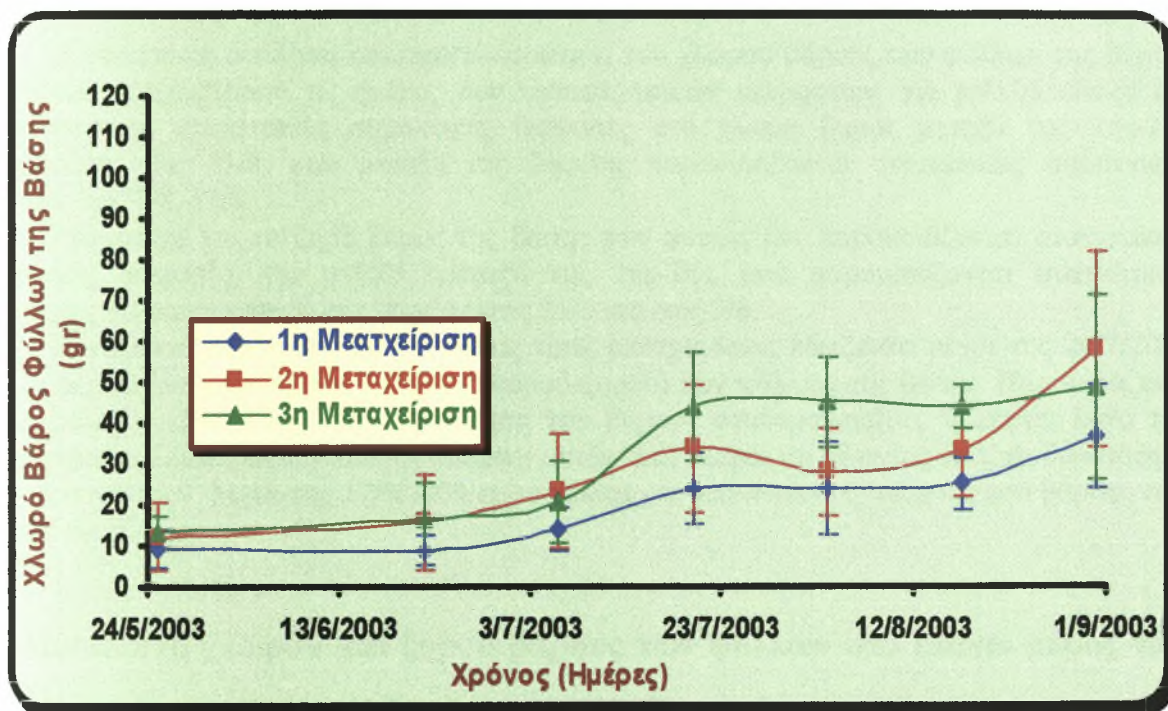
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, του χλωρού βάρους των φύλλων, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 6/7, 17/8, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Αντίστοιχα για το ολικό ξηρό βάρος των φυτών, δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης-2ης, ενώ παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της 2ης-3ης στις 25/5.

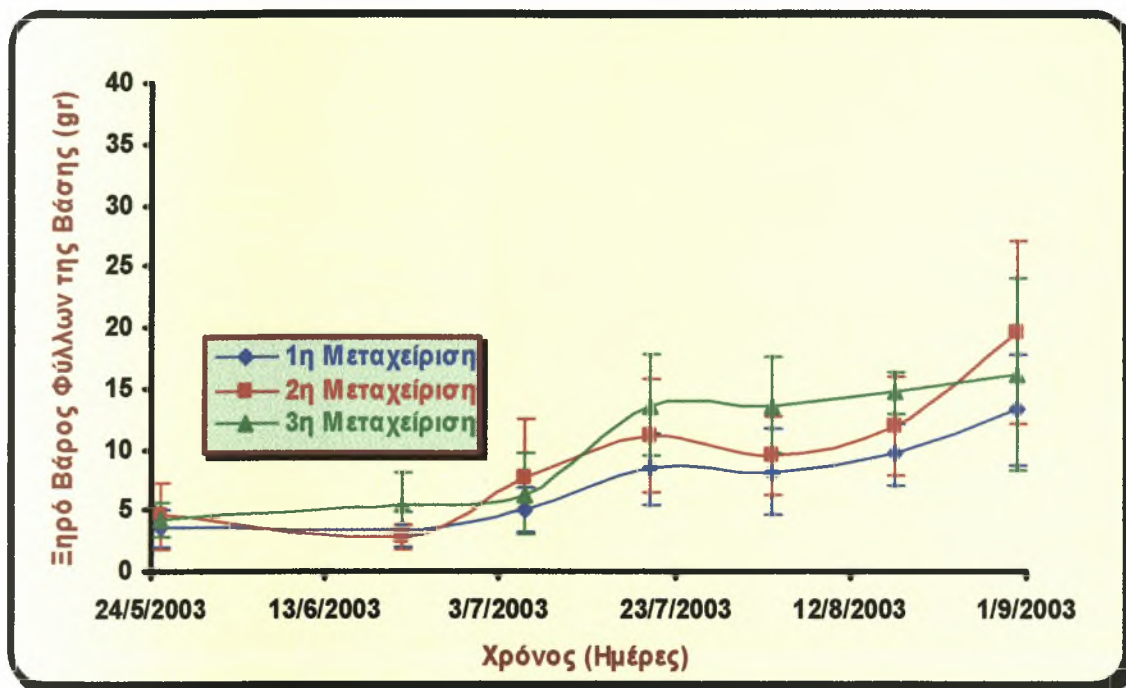
Η παρατήρηση των γραφημάτων οδηγεί στο συμπέρασμα ότι παρά τη συγκομιδή που πραγματοποιείται στις τρεις μεταχειρίσεις, τρεις φορές την εβδομάδα, το ολικό χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων παρουσιάζει αύξηση μέχρι 20/7/2003, ενώ μετά αρχίζει η πτώση των καμπυλών που υποδηλώνει την ύπαρξη μεγάλης ποσότητας συγκομιζόμενων βλαστών την αντίστοιχη περίοδο. Τέλος μετά τις 17/8/2003 παρατηρείται νέα αύξηση της ολικής φυλλικής επιφάνειας των φυτών.

9.5. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους των φύλλων στο κάτω μέρος των φυτών

Η ανάλυση του βάρους των φύλλων χωρίζεται και αυτή στο κάτω και στο επάνω μέρος του φυτού. Παρακάτω στα (Σχήματα 30., 31.) παρουσιάζονται το παραγόμενο χλωρό βάρος των φύλλων για τις τρεις μεταχειρίσεις στο κάτω μέρος του φυτού.



Σχήμα 30. Χλωρό βάρος των φύλλων στο κάτω μέρος του φυτού (gr) κατά την 1η (—♦—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 31. Ξηρό βάρος των φύλλων στο κάτω μέρος του φυτού (gr) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

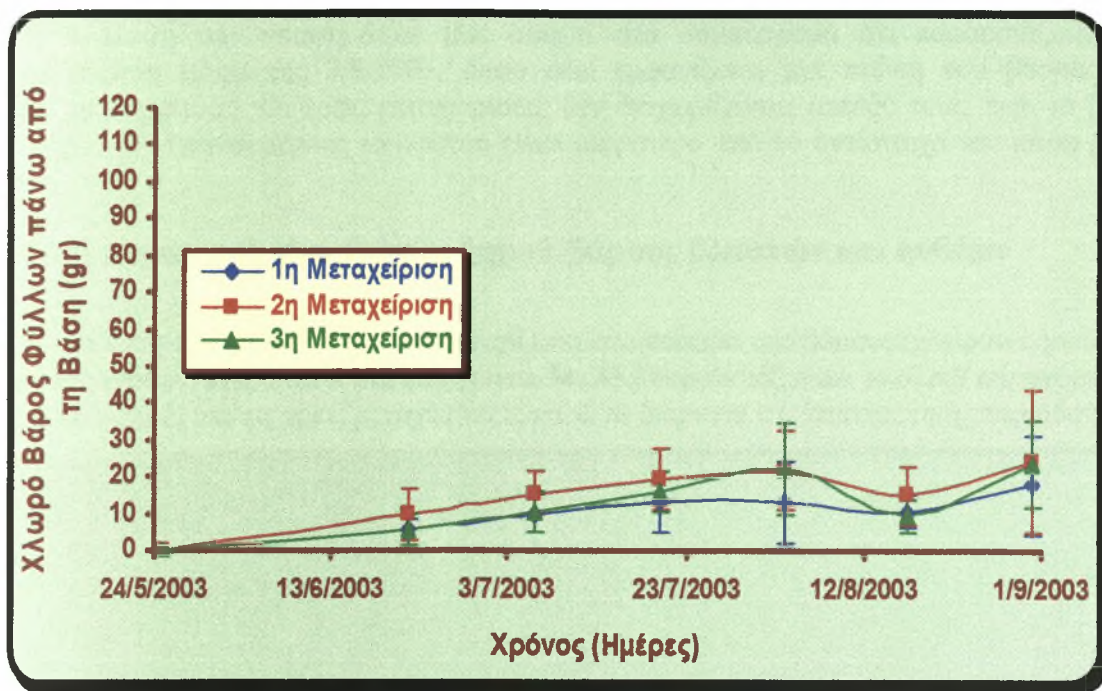
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, του χλωρού βάρους των φύλλων της βάσης, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 31/8, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις 3/8, 17/8.

Αντίστοιχα για το ξηρό βάρος της βάσης των φυτών, δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης-2ης, ενώ παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της 2ης-3ης στις 25/5 και στις 3/8.

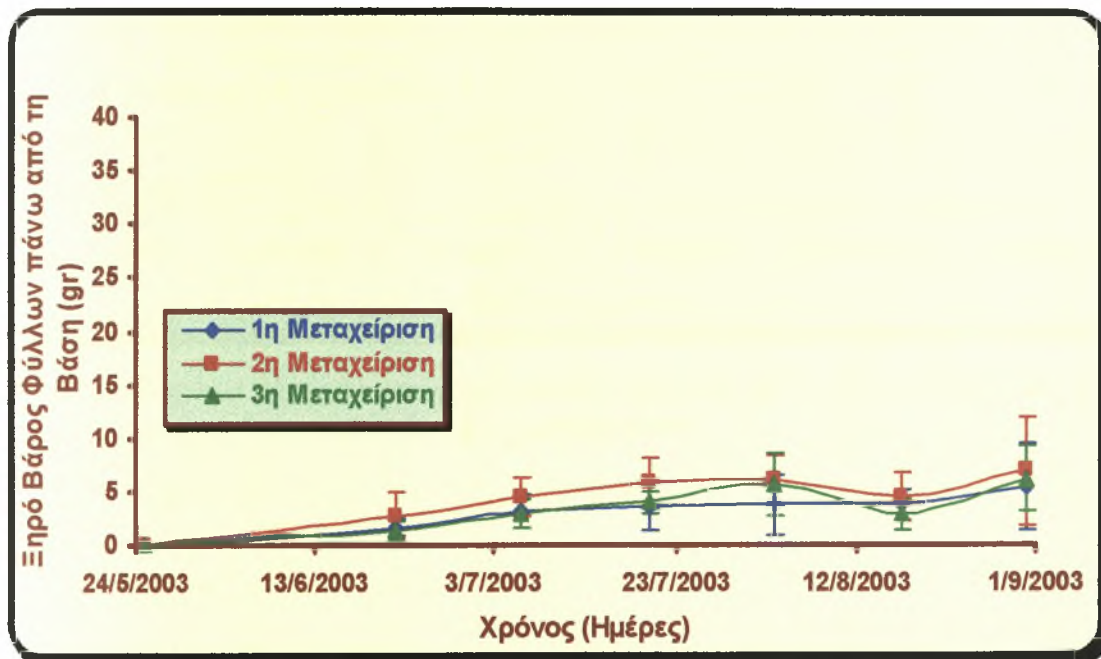
Η ανάλυση των γραφημάτων για τις τρεις μεταχειρίσεις έδειξε ότι μέχρι της 20/7/2003 παρουσιάζεται μια αύξηση του βάρους (χλωρού-ξηρού) των φύλλων της βάσης. Παρουσιάζεται μια περίοδος 4 εβδομάδων όπου η αύξηση του βάρους σταθεροποιείται, ή πέφτει λόγω της παλαιότητας πολλών φύλλων και την κάλυψη αυτών από νεαρά, μη δίνοντας τους τη δυνατότητα να φωτοσυνθέτουν. Μετά της 17/8/2003 εμφανίζεται μια νέα περίοδος αύξησης του βάρους των φύλλων της βάσης.

9.6. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους των φύλλων στο επάνω μέρος των φυτών

Μετά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων για το κάτω μέρος του φυτού ακολουθεί αυτή για το επάνω μέρος του φυτού. Στα (Σχήματα 32.,33.) παρουσιάζεται το παραγόμενο βάρος (χλωρό-ξηρό) των τριών μεταχειρίσεων για το επάνω μέρος του φυτού.



Σχήμα 32. Χλωρό βάρος των φύλλων στο επάνω μέρος του φυτού (gr) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 33. Ξηρό βάρος των φύλλων στο επάνω μέρος του φυτού (gr) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

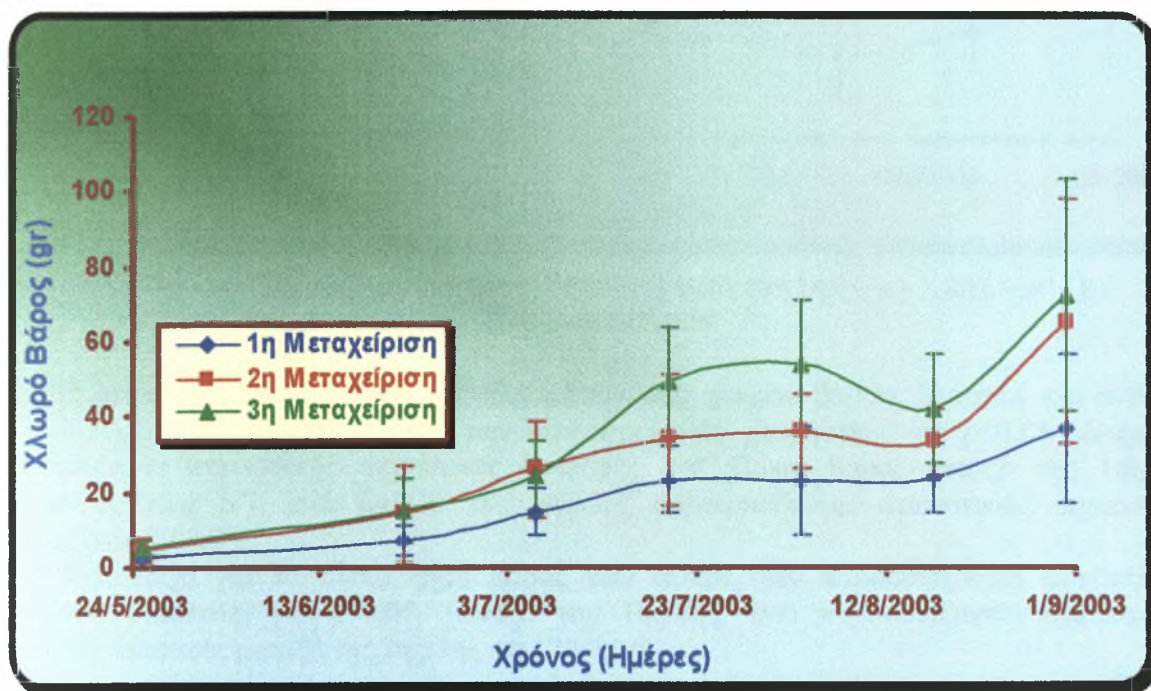
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, του χλωρού βάρους των φύλλων πάνω από τη βάση, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης και μεταξύ της 2ης-3ης.

Αντίστοιχα για το ξηρό βάρος πάνω από τη βάση των φυτών, δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης-2ης, ενώ παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της 2ης-3ης στις 6/7.

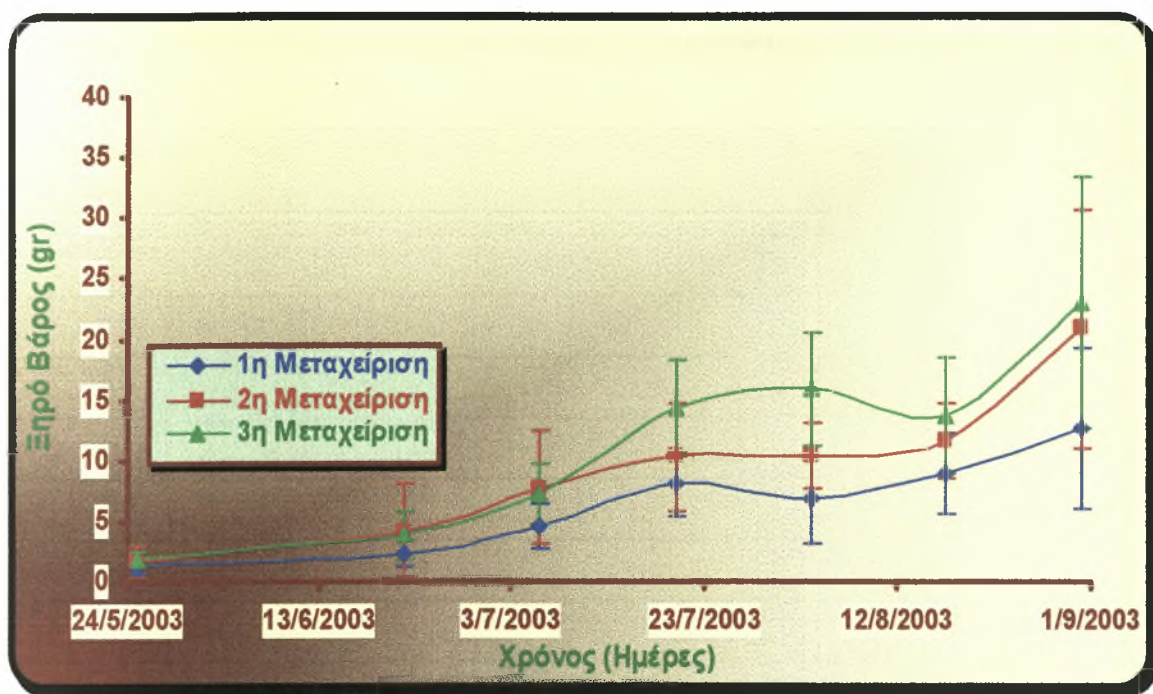
Η ανάλυση των γραφημάτων μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι παρουσιάζεται μια παρόμοια αύξηση μέχρι της 3/8/2003, όπου εκεί εμφανίζεται μια πτώση του βάρους που οφείλεται σε συγκομιδή. Οι τρεις μεταχειρίσεις δεν διαχωρίζονται μεταξύ τους, ενώ το βάρος (χλωρό-ξηρό) του επάνω μέρους του φυτού είναι μικρότερο από το αντίστοιχο του κάτω μέρος του φυτού.

9.7. Ολική παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους βλαστών και ανθέων

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων συνεχίζεται στο επίπεδο του βάρους (χλωρού-ξηρού) των βλαστών και ανθέων. Παρακάτω στα (Σχήματα 34.,35.) παρουσιάζονται το ολικά παραγόμενο βάρος (χλωρό-ξηρό) για τις τρεις μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.



Σχήμα 34. Ολικό χλωρό βάρος βλαστών και ανθέων (gr) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 35. Ολικό ξηρό βάρος βλαστών και ανθέων (gr) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

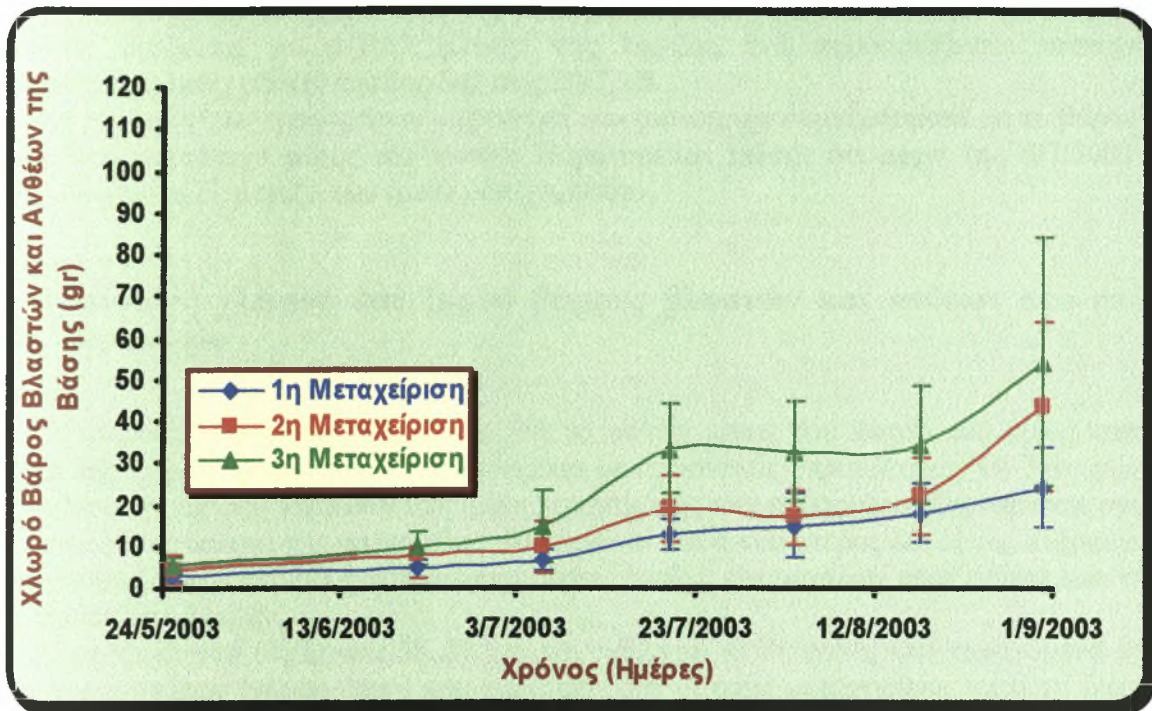
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, του χλωρού βάρους βλαστών και ανθέων, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 6/7, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις 20/7,3/8.

Αντίστοιχα για το ολικό ξηρό βάρος των φυτών, δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης-2ης, ενώ παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της 2ης-3ης στις 20/7,3/8.

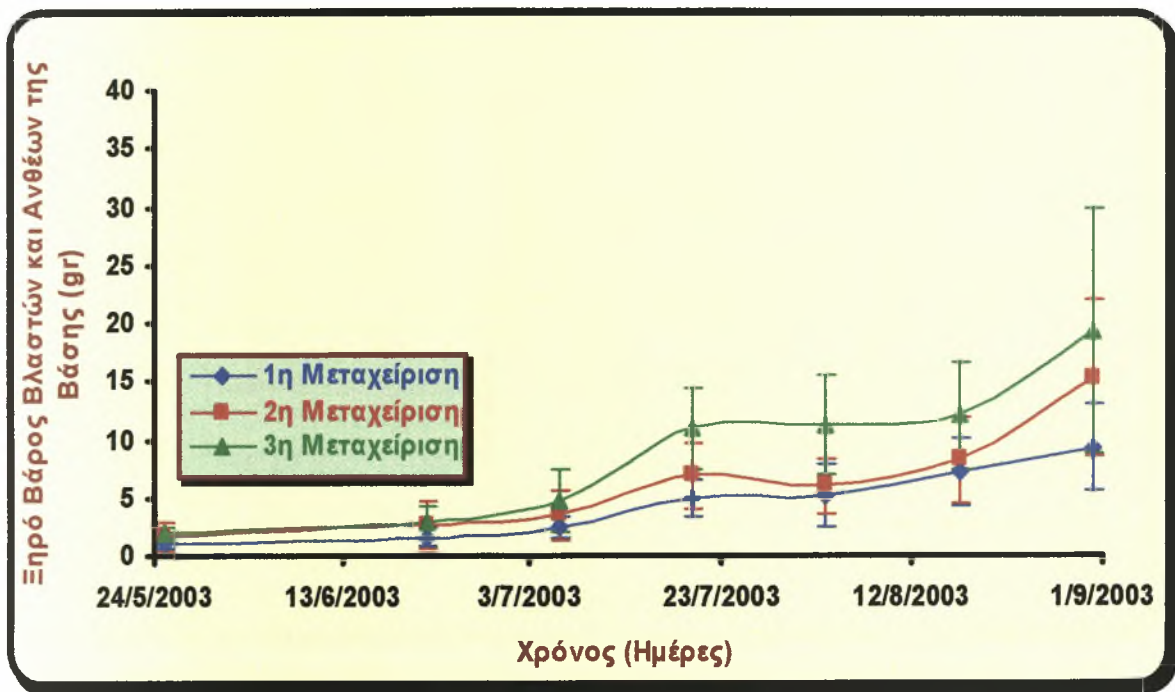
Η παρουσίαση των γραφημάτων μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι παρά τη συγκομιδή των ανθοφόρων βλαστών μέχρι της 20/7/2003 παρουσιάζεται μια αύξηση του ολικού βάρους (χλωρού-ξηρού). Ακολουθεί μια περίοδος 2 εβδομάδων όπου παρατηρείται μια παύση της αυξητικής πορείας του ολικού βάρους βλαστών και ανθέων, για να ακολουθήσει μια πτώση, η οποία οφείλεται σε μια περίοδο της αυξημένης συγκομιδής.

9.8. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους βλαστών και ανθέων στο κάτω μέρος των φυτών

Η ανάλυση των συγκομιδών ολόκληρων των φυτών συνεχίζεται με το διαχωρισμό των βλαστών και των ανθέων στα αντίστοιχα μέρη του φυτού στο κάτω και στο επάνω. Στα (Σχήματα 36.,37.) που ακολουθούν παρουσιάζονται οι διαφορές στο βάρος (χλωρό-ξηρό) των τριών μεταχειρίσεων για το κάτω μέρος του φυτού.



Σχήμα 36. Χλωρό βάρος βλαστών και ανθέων της βάσης (gr) κατά την 1η (—♦—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 37. Ξηρό βάρος βλαστών και ανθέων της βάσης (gr) κατά την 1η (—♦—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, του χλωρού βάρους βλαστών και ανθέων του κάτω μέρος των φυτών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις 20/7, 3/8, 17/8.

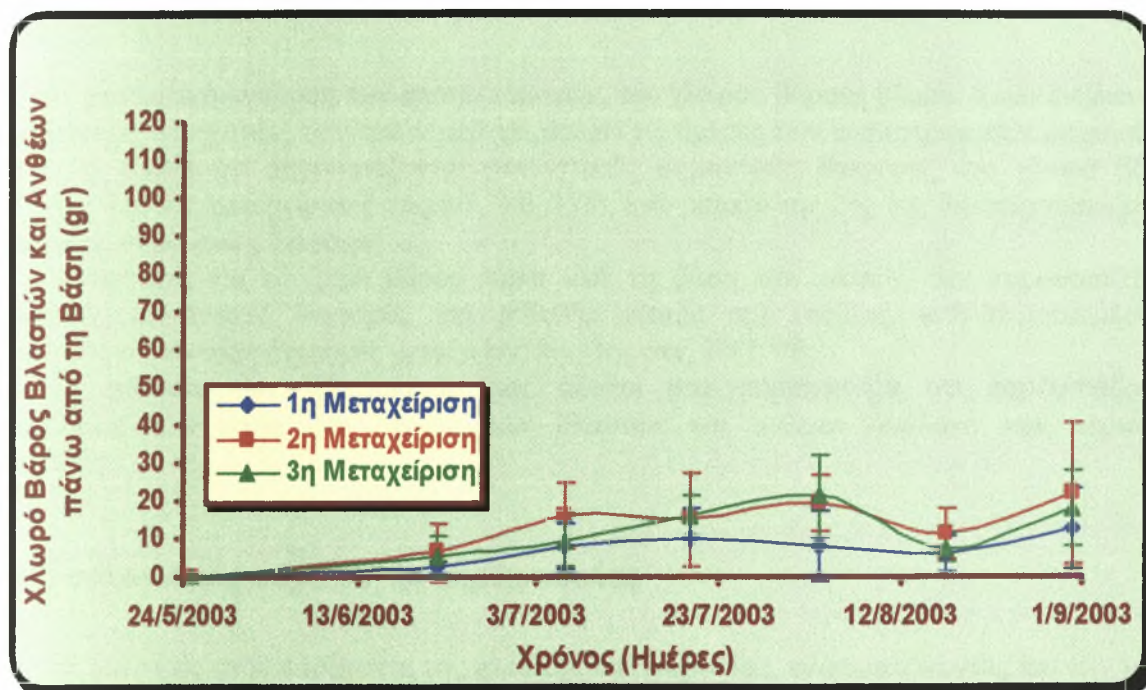
Αντίστοιχα για το ξηρό βάρος της βάσης των φυτών, δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης-2ης, ενώ παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, μεταξύ της 2ης-3ης στις 20/7,3/8.

Η ανάλυση των γραφημάτων μας οδηγεί στα αντίστοιχα συμπεράσματα με το βάρος των φύλλων στο αντίστοιχο μέρος του φυτού. Παρατηρείται επίσης ότι μέχρι της 6/7/2003 δεν υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων.

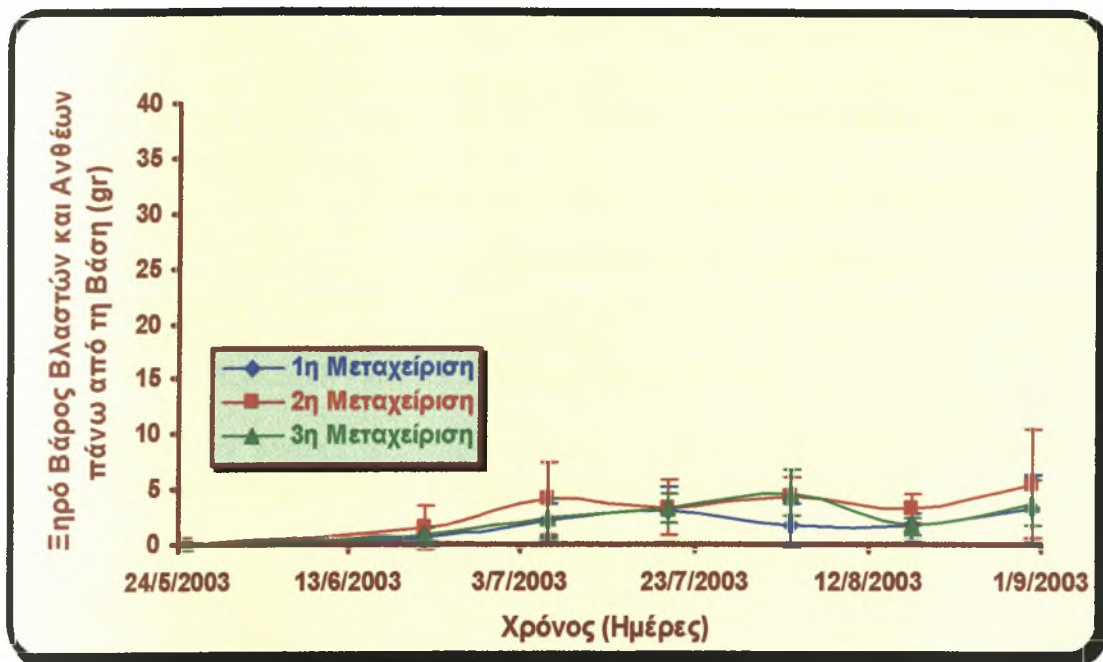
9.9. Παραγωγή χλωρού και ξηρού βάρους βλαστών και ανθέων στο επάνω μέρος των φυτών

Ακολουθεί η αντίστοιχη ανάλυση για το επάνω μέρος του φυτού που όμως κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου εμφανίζεται με εξαιρετικές διακυμάνσεις. Οι διακυμάνσεις οφείλονται στην ύπαρξη περιόδων αυξημένης συγκομιδής των ανθοφόρων βλαστών και ανθέων και σε περιόδους ύφεσης της συγκομιδής. Αυτός είναι και ο κυριότερος λόγος της αυξομείωσης που παρουσιάζουν οι καμπύλες των διαγραμμάτων, καθώς και μεγάλων αποκλίσεων των τιμών των τυπικών αποκλίσεων.

Στα παρακάτω (Σχήματα 38.,39.) παρουσιάζονται οι διαφορές στο παραγόμενο βάρος βλαστών και ανθέων (χλωρό-ξηρό) που παρουσιάζουν οι τρεις μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.



Σχήμα 38. Χλωρό βάρος βλαστών και ανθέων πάνω από τη βάση (gr) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 39. Ξηρό βάρος βλαστών και ανθέων πάνω από τη βάση (gr) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, του χλωρού βάρους βλαστών και ανθέων του επάνω μέρους των φυτών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο χλωρό βάρος μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 6/7, 3/8, 17/8, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Αντίστοιχα για το ξηρό βάρος πάνω από τη βάση των φυτών, δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, για $p < 0,05$, μεταξύ της 1ης-2ης, ενώ παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της 2ης-3ης στις 20/7, 3/8.

Η ανάλυση των γραφημάτων μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι παρουσιάζονται διακυμάνσεις των τιμών του βάρους των βλαστών και ανθέων ανάλογη των περιόδων συγκομιδής.

9.10. Υπολογισμός παραγωγής ξηράς ουσίας

Οι διαφορές στον παράγοντα της **ηλιακής ακτινοβολίας**, ενσωματώνοντας και την υγεία της καλλιέργειας, καθώς και τους υπόλοιπους κλιματικούς παράγοντες, προκαλούν επιρροή στην ανάλυση της αύξησης της παραγωγής. Η ανάλυση της αύξησης της παραγωγής της καλλιέργειας πραγματοποιείται συγκρίνοντας, τη μετρήσιμη τιμή του ξηρού βάρους, με τη δυνάμενη να αποκτήσει, με σκοπό να εκφράσει το δυναμικό επίπεδο της παραγωγής της **βιομάζας** (Kool and De Koning, 1993).

- Η παραγωγή του ξηρού βάρους υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το χλωρό βάρος με το ξηρό βάρος που εμπεριέχεται. (Kool and De Koning, 1993).

- Συμπεραίνεται ότι η παραγωγή του ξηρού βάρους και η ικανότητα της καλλιέργειας για παραγωγής βλαστών τριανταφυλλιάς είναι χρήσιμα χαρακτηριστικά για την ανάλυση και τη σύγκριση δύο διαφορετικών καλλιεργειών. Προσομοίωση της δυνάμενης

παραγόμενης βιομάζας δυναμώνει την ανάλυση του δυναμικού επιπέδου της παραγωγής της καλλιέργειας. (Kool and De Koning, 1993).

Η ανάλυση των πειραματικών δεδομένων έδωσε τη δυνατότητα υπολογισμού της **Π.Ξ.Ο.**= Περιεχόμενης Ξηράς Ουσίας και με τη χρήση της τιμής του **Π.Ξ.Ο.**, την **Υ.Π.Ξ.Ο.**= Υπολογισμένη Παραγωγή Ξηράς Ουσίας.

Η Περιεχόμενη Ξηρά Ουσία υπολογίζεται με την διαίρεση του ξηρού βάρους προς το αντίστοιχο χλωρό βάρος των φυτών:

$$\text{Π.Ξ.Ο.} = \text{Ξηρό Βάρος Φυτών} / \text{Χλωρό Βάρος Φυτών}$$

Η Υπολογισμένη Παραγωγή Ξηράς Ουσίας υπολογίζεται με το γινόμενο του χλωρού βάρους των φυτών και της περιεχόμενης ξηράς ουσίας:

$$\text{Υ.Π.Ξ.Ο.} = \text{Π.Ξ.Ο.} \times \text{Χλωρό Βάρος Φυτών}$$

Παρακάτω στον **πίνακα 2**, παρουσιάζεται η περιεχόμενη ξηρά ουσία για τις τρεις μεταχειρίσεις και η αντίστοιχη υπολογισμένη παραγωγή του ξηρού βάρους.

		Π.Ξ.Β.			
		Π.Ξ.Ο.	Μετρημένο	Υπολογισμένο	Υπολ./ Μετρ.
Μεταχείριση	Ποικιλία	%	(gr/m ²)	(gr/m ²)	%
1	First Red	0,32	1429	1435	100,4
2	First Red	0,31	2111	2252	101,9
3	Iceberg	0,30	2532	2647	104,5

- **Π.Ξ.Β.**= Παραγωγή Ξηρού Βάρους

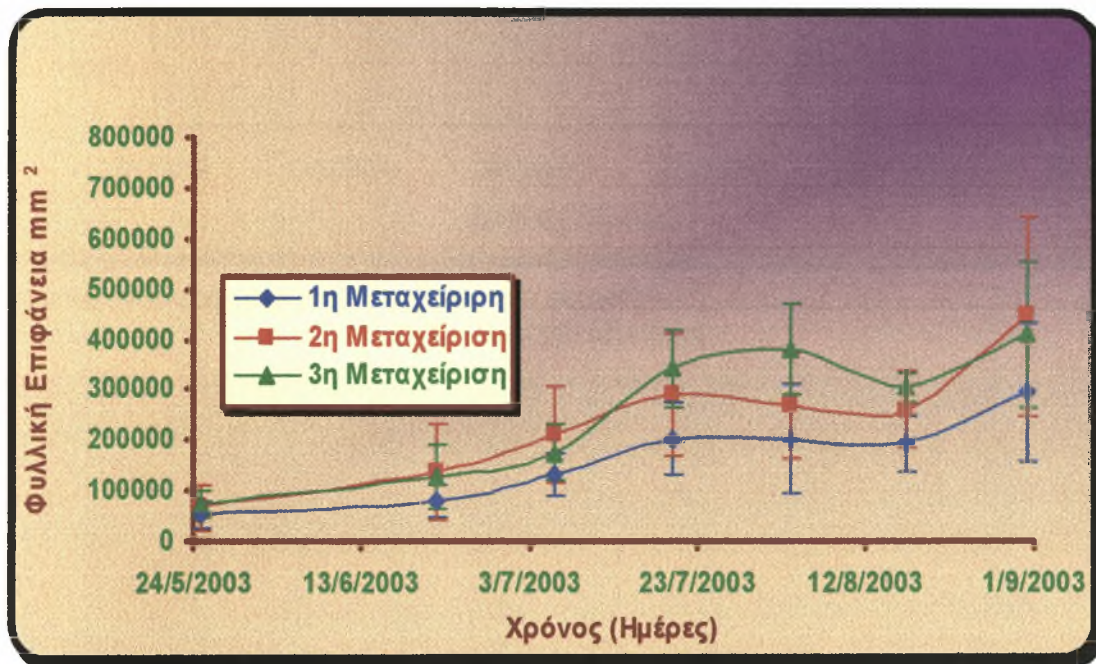
Οι παραπάνω τιμές του πίνακα δείχνουν μικρή διαφορά στο **Π.Ξ.Ο.** μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων κάτι που επιβεβαιώνει τις αναλύσεις που έχουν προηγηθεί για τις διαφορές που προκαλεί η συχνότητα της άρδευσης μεταξύ δύο διαφορετικών ποικιλιών. Οι τιμές του **Π.Ξ.Ο.** επιβεβαιώνουν την εγκυρότητα του πειράματος καθώς τους παρουσιάζονται παραπλήσιες με τους Kool and De Koning, 1993. Τέλος παρατηρείται μεγαλύτερη συσχέτιση των μετρούμενων και υπολογισμένων τιμών σε σχέση με τους Kool and De Koning, 1993, κάτι που αποδεικνύει η σχέση **% Υπολ./ Μετρ** καθώς οι τιμές πλησιάζουν το **100%**.

Εμφανής διαφορά παρατηρείται μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται και έχουν σχέση με την συνολικά μετρούμενη ποσότητα της ξηράς ουσίας και κατά συνέπεια και του χλωρού βάρους. Αποδεικνύεται λοιπόν ότι υπάρχουν ποσοτικές διαφορές που οφείλονται στην υστέρηση που παρουσιάζει η πρώτη μεταχείριση κυρίως σε σχέση με τις άλλες δύο.

10. Κεφάλαιο 10ο. Αποτελέσματα - Φυλλικής επιφάνειας των φυτών

10.1. Ολική φυλλική επιφάνεια

Η πειραματική διαδικασία μας έδωσε τη δυνατότητα να εξάγουμε συμπεράσματα και για την πορεία της αυξανόμενης φυλλικής επιφάνειας του φυτού. Στο (Σχήμα 40.) λοιπόν που ακολουθεί παρουσιάζεται η παραγόμενη ολική φυλλική επιφάνεια για τις τρεις μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.



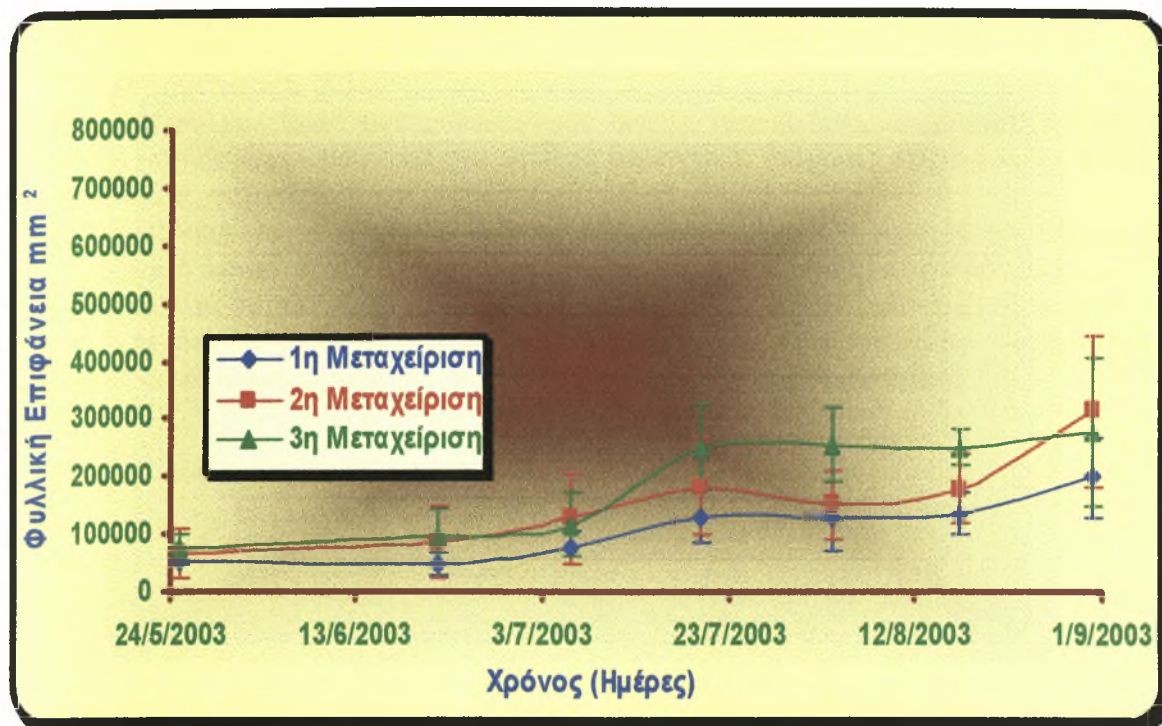
Σχήμα 40. Ολική φυλλική επιφάνεια (mm²) κατά την 1η (—●—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, της ολικής φυλλικής επιφάνειας, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στη φυλλική επιφάνεια μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 6/7, 17/8, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

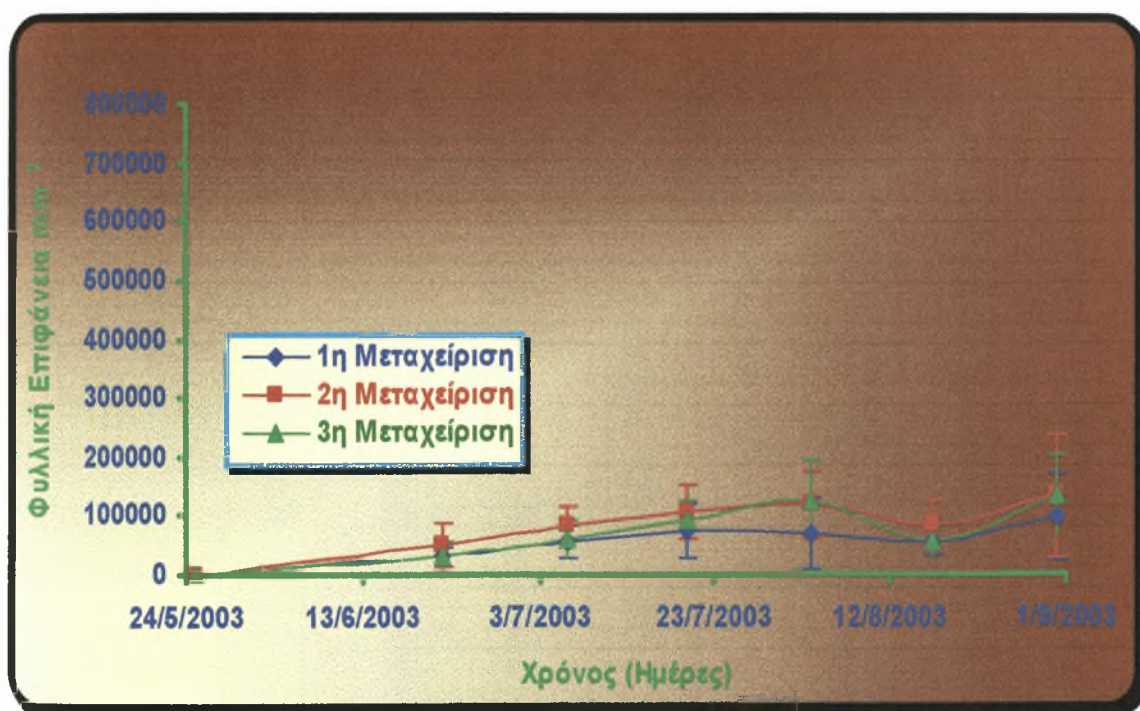
Η παρουσίαση του σχήματος μας αποδεικνύει μια παράλληλη πορεία της φυλλικής επιφάνειας με αυτή του βάρους των φύλλων. Παρατηρείται λοιπόν μια αύξηση των τιμών μέχρι της 20/7/2003, όπου και παρατηρείται ένα βύθισμα στις καμπύλες του γραφήματος κάτι που οφείλεται σε μια περίοδο συγκομιδής. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία μετά από μια περίοδο της συγκομιδής επέρχεται μια περίοδος ανάσχεσης της αύξησης των φυτών η οποία διαρκεί έως και 3 εβδομάδες, κάτι που παρατηρείται σε μικρό βαθμό και στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε.

10.2 Φυλλική επιφάνεια στα μέρη (επάνω-κάτω) των φυτών

Τέλος κατά την πειραματική διαδικασία η φυλλική επιφάνεια των φυτών χωρίστηκε στο κάτω και στο επάνω μέρος. Παρακάτω στα (Σχήματα 41.,42.) παρουσιάζονται οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στην φυλλική επιφάνεια στα διάφορα μέρη του φυτού για τις τρεις μεταχειρίσεις.



Σχήμα 41. Φυλλική επιφάνεια στη βάση του φυτού (mm^2) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.



Σχήμα 42. Φυλλική επιφάνεια πάνω από τη βάση του φυτού (mm^2) κατά την 1η (—◆—), 2η (—■—), 3η (—▲—) μεταχείριση.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, της φυλλικής επιφάνειας του κάτω μέρους των φυτών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στη φυλλική επιφάνεια μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης στις 31/8, ενώ μεταξύ της 2ης-3ης παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις 3/8, 17/8.

Τέλος η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, της φυλλικής επιφάνειας του επάνω μέρους των φυτών, των τριών μεταχειρίσεων τις ημέρες των καταστροφικών μετρήσεων, για $p < 0,05$ έδειξε ότι δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στη φυλλική επιφάνεια μεταξύ της 1ης-2ης μεταχείρισης και μεταξύ της 2ης-3ης.

Η παρατήρηση των γραφημάτων δείχνει ανάλογα αποτελέσματα με αυτά του βάρους των φύλλων των φυτών και ταυτόχρονα παρατηρείται μια ποσοτική διαφορά στις τιμές του κάτω και του επάνω μέρος του φυτού καθώς το δεύτερο παρουσιάζει καθόλη τη διάρκεια της πειραματική διαδικασίας μικρότερες τιμές σε σχέση με το πρώτο, κάτι που ασφαλώς οφείλεται στις συνεχιζόμενες κοπές που πραγματοποιούνταν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

11. Κεφάλαιο 11ο. Συμπεράσματα-Συζήτηση

11.1. Επίδραση του κλίματος στην ανάπτυξη και την παραγωγή ανθέων

Οι μετρήσεις των κλιματικών δεδομένων κατά την πειραματική περίοδο έδειξαν, ότι οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις, των θερμοκρασιών, ηλιακής ακτινοβολίας, και σχετικής υγρασίας ήταν πολύ κοντά στα αντίστοιχα κλιματικά δεδομένα στα πειράματα που αναφέρθηκαν στη βιβλιογραφία και σχετίζονταν με την ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή ανθέων καθώς και του βάρους (P.P.Rose, E.Berniger, C.C.Pasian- J.H.Lieth, Α.Σ. Οικονόμου).

Οι μετρήσεις των κλιματικών δεδομένων έδειξαν επίσης μια σταθερότητα κατά την διάρκεια της πειραματικής περιόδου, καθώς οι μέσοι όροι των τιμών της θερμοκρασίας, ηλιακής ακτινοβολίας, και σχετικής υγρασίας ήταν, 28⁰C, 290W/m² και 59% αντίστοιχα, κάτι που σαφώς επηρέασε τη διεξαγωγή του πειράματος καθώς δεν παρουσιάστηκαν διακυμάνσεις με αποτέλεσμα σε ορισμένα σημεία "το βήμα" να παραμένει σταθερό. Οι κλιματικοί παράμετροι παρουσίασαν τις ακραίες τους τιμές κατά την διάρκεια του πειράματος για την ανάπτυξη της καλλιέργειας.

11.2. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στην εμφάνιση, διαφοροποίηση και στην ανάπτυξη των οφθαλμών

Στην περίοδο των 60 πρώτων ημερών από την έναρξη της πειραματικής περιόδου κατά την οποία έγιναν διαδοχικές κάμψεις των βλαστών έγινε προσπάθεια ομογενοποίησης του δείγματος. Μετά λοιπόν την τελευταία εφαρμογή του **Bending**, αυτό που παρατηρήθηκε για τις τρεις μεταχειρίσεις, στο επίπεδο της εμφάνισης των βλαστοφόρων οφθαλμών, ήταν ο μη διαχωρισμός τους, καθώς δεν υπήρχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Υπάρχει δηλαδή παρόμοιος αριθμός βλαστοφόρων οφθαλμών και για τις τρεις μεταχειρίσεις. Επίσης οι περίοδοι έκπτυξης των βλαστοφόρων οφθαλμών ανά περίοδο, είναι χρονικά ταυτίζονται, καθώς ο κύριος όγκος των τιμών εμφανίζεται την ίδια χρονική στιγμή. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μέχρι την εμφάνιση νέων βλαστοφόρων οφθαλμών είναι σταθερό και ίσο με **32±5** ημέρες.

Οι μεταχειρίσεις διαφοροποιούνται ανάλογα με την ποικιλία κατά την μετατροπή των βλαστοφόρων οφθαλμών σε ανθοφόρους βλαστούς καθώς η ποικιλία Iceberg παρουσιάζει **15%** περισσότερους ανθοφόρους βλαστούς σε σχέση με την First Red. Η Iceberg εμφανίζεται λοιπόν πιο παραγωγική αν και μεταξύ των βλαστών του ίδιου φυτού παρουσιάζεται μεγαλύτερος ανταγωνισμός. Στους ανθοφόρους βλαστούς παρατηρήθηκε σταθερό ποσοστό μεταξύ των βασικών και των πλευρικών που ήταν αντίστοιχα, **(75-25)%**.

Στις μετρήσεις τέλος της ανάπτυξης του μήκους των βλαστών παρουσιάζεται διαφοροποίηση των τριών μεταχειρίσεων η οποία όμως οφείλεται στην μη ταυτόχρονη έκπτυξη των βλαστοφόρων οφθαλμών. Η στατιστική ανάλυση που έγινε για την ταυτόχρονη ανάπτυξη των βλαστοφόρων οφθαλμών απέδειξε ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις τρεις μεταχειρίσεις. Οι βλαστοί λοιπόν που εκπτύσσονται πρώτοι είναι αυτοί της ποικιλίας First Red και ακολουθούν αυτοί της Iceberg. Βασικός λόγος της μη ταυτόχρονης εμφάνισης αποτελεί ο ανταγωνισμός που αναπτύσσεται στην 3η μεταχείριση σε σχέση με τις άλλες δύο.

Οι αναλύσεις του ποιοτικού χαρακτηριστικού των βλαστών που μετρήθηκε, δηλαδή του μήκους έδειξαν, ότι οι μέσοι όροι των τριών μεταχειρίσεων κατά την διάρκεια του πειράματος, χαρακτηρίζουν τους βλαστούς ως βλαστούς 3ης ποιότητας, με σαφή τάση των βλαστών να μετατραπούν κατά ένα ποσοστό σε βλαστούς 2ης. Το παραπάνω συμπέρασμα εξάγεται από την

μεταβολή του μέσου όρου των μηκών κατά τους ολοκληρωμένους κύκλους ανάπτυξης των βλαστών, καθώς από 45,5cm μεταβάλλεται σε 50,5cm μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Τέλος υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της αύξησης του μέσου όρου των τιμών του μήκους και των αθροισμάτων τόσο των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών όσο και των αθροισμάτων της μέσης ημερήσιας τιμής της ηλιακής ακτινοβολίας.

11.3. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στην παραγωγή ανθέων

Οι τρεις μεταχειρίσεις παρουσιάζουν συνχρονισμό στην έναρξη της παραγωγικής περιόδου. Οι ημέρες λοιπόν που απαιτούνται για την έναρξη της παραγωγής μετά το τελευταίο **Bending** είναι περίπου 30 κάτι αναμενόμενο σύμφωνα με τον Morisot, A., 1995. Παρατηρείται λοιπόν ταύτιση του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για την έναρξη της παραγωγής και του χρονικού διαστήματος για την εμφάνιση βλαστοφόρων οφθαλμών μεταξύ δύο ολοκληρωμένων κύκλων ανάπτυξης. Συνδέεται λοιπόν η παραγωγική διαδικασία με την ανάπτυξη των βλαστών χρονικά, στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την ταυτόχρονη ανάπτυξη των βλαστών και την εμφάνιση νέων βλαστοφόρων οφθαλμών που κυμαίνεται στις 30-32 ημέρες.

Οι τρεις μεταχειρίσεις δεν διαχωρίζονται μεταξύ τους στο επίπεδο της παραγωγής των ανθέων καθώς δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οι ημέρες που παρουσιάστηκαν οι μεγαλύτερες αυξήσεις στον ρυθμό παραγωγής ήταν μεταξύ 72-73 και μεταξύ 87-88. Τέλος οι υπολογισμένες τιμές για του συγκομιζόμενους ανθοφόρους βλαστούς δεν παρουσίασαν διαφορές για τις τρεις μεταχειρίσεις.

11.4. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στο συνολικό βάρος (χλωρό-ξηρό)

Στο επίπεδο του συνολικού βάρους υπάρχει μια τάση διαφοροποίησης της 1ης από την 2η μεταχείριση η οποία δεν πραγματοποιείται, καθώς δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, με κυριότερους λόγους την ανομοιογένεια που παρουσιάζεται στις μεταχειρίσεις, καθώς και την υστέρηση που μας αποδεικνύει ότι παρουσιάζει η 2η έναντι της 1ης μεταχείρισης.

Ποσοτικά το συνολικό βάρος (χλωρό-ξηρό) της χαμηλής συχνότητας άρδευσης, έπεται αυτό της υψηλής συχνότητας, το χρονικό διάστημα των 2 εβδομάδων, που απαιτούνται για να φτάσει στο ύψος των τιμών της 1ης μεταχείρισης. Ποιοτικά καθώς οι παραγόμενοι βλαστοί παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό κατά 15% τυφλών, μη εμπορεύσιμων βλαστών. Τέλος υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του συνολικού αυξανόμενου βάρους και των αθροισμάτων τόσο των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών όσο και των αθροισμάτων της μέσης ημερήσιας τιμής της ηλιακής ακτινοβολίας.

11.5. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στο βάρος τους (χλωρό-ξηρό) ανάλογα με το μέρος του φυτού (επάνω-κάτω)

Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο κάτω μέρος του φυτού φανέρωσαν σταθερά αυξανόμενες τιμές στο βάρος (χλωρό-ξηρό) κάτι αναμενόμενο σύμφωνα με τους Kool, *et al.*, 1997. Η αύξηση του βάρους είναι περιοδική και παρατηρείται μεγαλύτερη κατά τις πρώτη περίοδο, ενώ υπάρχει και ένα χρονικό διάστημα που παρουσιάζεται μια στάση στην αύξηση και

σταθεροποίηση της τιμής. Ενδεχόμενη πτώση του βάρους οφείλεται στην πτώση των παλαιότερων φύλλων που σκιάζονται από τους νέους ανερχόμενους βλαστούς.

Αντίθετα στο επάνω μέρος του φυτού εμφανίζονται αυξομειώσεις στις τιμές του βάρους καθώς κατά την πειραματική περίοδο εξελίσσονται συγκομιδές των ανθοφόρων βλαστών που πραγματοποιούνται περιοδικά. Συμπερασματικά οι τρεις μεταχειρίσεις ανάλογα με το βάρος τους δεν διαχωρίζονται μεταξύ τους, καθώς δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, παρά μόνο για κάποιο μικρό χρονικό διάστημα, κάτι που οφείλεται στις μεγάλες τυπικές αποκλίσεις που παρουσιάζονται από το μέσο όρο των τιμών, δηλαδή στην ανομοιογένεια του πειραματικού δείγματος.

11.6. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στο βάρος τους (χλωρό-ξηρό) σε φύλλα, βλαστούς και άνθη.

Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων για το βάρος (χλωρό-ξηρό), στα φύλλα και στους βλαστούς και στα άνθη, για τις συνολικές τους τιμές ή επιμερισμένα ανάλογα με το μέρος του φυτού (κάτω-επάνω), είναι τα εξής:

- ✱ Οι τρεις μεταχειρίσεις δεν διαφοροποιούνται μεταξύ τους καθώς παρουσιάζουν υψηλές τυπικές αποκλίσεις από το μέσο όρο των τιμών τους
- ✱ Το κάτω μέρος του φυτού παρουσιάζει μια σταθερά αυξανόμενη τάση με περιόδους σταθεροποίησης των τιμών
- ✱ Αντίθετα το επάνω μέρος του φυτού εμφανίζει διακυμάνσεις, οι οποίες οφείλονται στις συνεχιζόμενες συγκομιδές
- ✱ Το κάτω μέρος του φυτού παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές από το επάνω μέρος, κάτι αναμενόμενο λόγω των συγκομιδών

11.7. Επίδραση της συχνότητας της άρδευσης στην ολική φυλλική επιφάνεια, ή ανάλογα με το μέρος του φυτού (επάνω-κάτω)

Οι παρατηρήσεις που εξάγονται για την φυλλική επιφάνεια του φυτού είτε πρόκειται για την ολική, είτε για επιμέρους τμήματά της έχει άμεση σχέση με την ύπαρξη των φύλλων και κατά συνέπεια είναι συσχετισμένη με τις συγκομιδές που πραγματοποιούνται στο επάνω μέρος του φυτού ή με την πτώση των παλαιότερων φύλλων που εμφανίζεται στο κάτω μέρος του φυτού. Κατά συνέπεια τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την ανάλυση της φυλλικής επιφάνειας ήταν συνάρτηση αυτών του βάρους (χλωρό-ξηρό) των φύλλων και είναι τα εξής:

- Η φυλλική επιφάνεια της 2ης μεταχείρισης παρουσιάζει μια υστέρηση στην τιμή της σε σχέση με αυτή της 1ης της τάξεως των 2 εβδομάδων
- Το κάτω μέρος του φυτού παρουσιάζει μια σταθερά αυξανόμενη τάση με περιόδους σταθεροποίησης των τιμών
- Αντίθετα το επάνω μέρος του φυτού εμφανίζει διακυμάνσεις, οι οποίες οφείλονται στις συνεχιζόμενες συγκομιδές
- Το κάτω μέρος του φυτού παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές από το επάνω μέρος, κάτι αναμενόμενο λόγω των συγκομιδών
- Οι τρεις μεταχειρίσεις δεν διαφοροποιούνται μεταξύ τους καθώς δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές

Τέλος υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της αύξησης του μέσου όρου των τιμών της φυλλικής επιφάνειας και των αθροισμάτων τόσο των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών όσο και των αθροισμάτων της μέσης ημερήσιας τιμής της ηλιακής ακτινοβολίας.

Βιβλιογραφία

- Berniger, E., 1992. Etude du comportement de differents genotypes de serre (*Rosa hybrida*) propages par bouturage. II. Durée des phases du development du cultivar Sonia en condition s artificielles d'eciairement et de température. *Agronomy*, 12:331-340.
- Berniger, E., 1994. Development rate of young greenhouse rose plants (*Rosa hybrida*) rooted from cuttings in relation to temperature and irradiance. *Sci. Hortic.* 58: 235-251
- Byrne, T.G., Doss, R.P. and Tse, A.T.Y., 1978. Flower and shoot development in greenhouses roses 'Cara Mia' and 'Town Crier' under several temperature-photoperiodic regimes. *J.Am. Soc. Hortic. Sci.*, 97: 331-334.
- Bredmose, N., Hansen, J., 1995. Influence of propagation material and method on regeneration, growth and flowering of cut rose cvs Frisco and Cabriella. *Acta Horticulturae* 424. pp. 23-28.
- Brun R. and A.Settembrino 1995. Production and quality of *Rosa Hybrida* cv sonia in rockwool at three levels of electrical conductivity combined with two levels of relative humidity. *Acta Horticulturae* Number 424, pp.115-117.
- Caballero M., Mansito P., Zieslin N., 1995. Water use and crop productivity of roses growing on volcanic lapilli (picon) in Canary Islands. *Acta Horticultural* 424: Second International Symposium on Roses. pp. 41-44.
- Chimonidou-Pavlidou, D., 1995. Effect of water stress at different stages of roses development. *Acta Horticultural* 424: Second International Symposium on Roses. pp. 45-51.
- Chimonidou-Pavlidou, D., 1997. Irrigation and sensitive stages of rose development. *Proceedings of the International Symposium on Growing Media and Hydroponics.*
- Chimonidou-Pavlidou, D., 1997. Use of saline waters for irrigation in Cyprus. *New developments and management pracices. Proceedings of the International Conference on Wter Management, Salinity and Polution Control towards Sustainable Irrigation in the Mediterranean Region,* pp. 21-33.
- Γεωργική Τεχνολογία. Θερμοκήπια '96. Οκτώβριος '96, pp. 76.
- Γεωργία Κτηνοτροφία OASIS '98. Σεπτέμβριος '98.
- Γεωργία Κτηνοτροφία. Θερμοκήπια '99. Νοέμβριος '99.
- Dennet, M.D., Elston, J., and Mildford, J.R., 1978. The effect of temperature on the growth of individual leaves of *Vicia faba* L. in the field. *Ann. Bot.* 43 :197-208.
- Gieling Th. H., Janssen H.J.J., Van Straten G., Suurmond M., 2000. Identification and simulated control of greenhouse closed water suply systems. *Computers and Electronics in Agriculture* 26., pp. 361-374.
- Grbic. M., Mijanovic, O., Jevtic. S., 1995. Different presowing treatments of *Rosa Canina* "Schmidts ideal" seeds and their impact on production cycle shortening. *Acta Horticulturae* 424. pp. 99-105.
- Κίττας, Κ., 1993. Γεωργικές κατασκευές και έλεγχος περιβάλλοντος μονάδων φυτικής παραγωγής. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος, pp. 4-5.
- Kool, M.T.N., Graaf, R. De., Rou-Haest, C.H.M., 1997. Rose flower production as related to plant architecture and carbohydrate content: Effect of harvesting method and plant type. *Journal of Horticultural Science*, 72, 623-633.
- Kool, M.T.N. and Lenssen, E.F.A. 1997. Basal-shoot formation in young rose plants: Effects of bending practices and plant density. *Journal of Horticultural Science*, 72, 635-644.
- Kool, M.T.N., Van De Pol, P.A. 1993. Controlling the plant development of *Rosa hybrida* "Motrea". *Sci. Hortic*, 53, 239-248.
- Kool, M.T.N., De Koning, J.C.M. 1995. Analysis of rose crop production. *Acta Horticultural* 424: Second International Symposium on Roses. pp. 79-85.
- Larsen, R. Gertsson, U. 1984. Validation of a model for a shoot elongation.

- Lieth, J.H. and Carpenter, P., 1990. Modeling stem elongation and leaf unfolding of Easter lily during greenhouse forcing. *Sci. Hortic.*44: 149-162.
- Μαλούπα, Ε., 1997. Πανεπιστημιακές παραδόσεις ανθοκομίας και αρχιτεκτονικής τοπίου. Βόλος, pp. 20-25.
- Marcelis-van Acker, C.A.M., 1994b. Ontogeny of auxiliary buds and shoots in roses: Leaf initiation and pith development. *Sci. Hortic.*57: 111-122.
- Marcelis-van Acker, C.A.M. Effect of temperature on development and growth potential of auxiliary buds in roses. *Sci. Hortic.*63: 241-250.
- Marcelis-van Acker, C.A.M., 1994. Effect of assimilate supply on development and growth potential of auxiliary buds in roses. *Annals of Botany* 73: 415-420.
- Marcelis-van Acker, C.A.M., 1994. Development and growth potential of auxiliary buds in roses as affected by bud age. *Annals of Botany* 74: 437-443.
- Μαυρογιαννόπουλος, Γ.Ν., 1994. Θερμοκήπια. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα, pp. 28-85.
- Μαυρογιαννόπουλος, Γ.Ν., 1994. Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα, pp.107-110.
- Morisot, A., 1995. "P.P.Rose": An empirical model to predict the potential yield of cut roses. *Acta Horticultural* 424: Second International Symposium on Roses. pp. 87-93.
- Μορφολογία Ανατομία Φυτών
- Οικονόμου, Α.Σ., 1995. Πανεπιστημιακές σημειώσεις ανθοκομίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη, pp.1-17.
- Οικονόμου, Α.Σ., και Χρ. Γεωργακοπούλου-Βογιατζή., 1995. Επίδραση δύο τεχνικών καλλιέργειας και τριών υποκειμένων στην παραγωγή τριαντάφυλλων της ποικιλίας Madelon. Εργαστήριο Ανθοκομίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. pp.3-33.
- Παπαθανασίου, Β., 1999. Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό ανάπτυξης βλαστών υδροπονικής καλλιέργειας τριανταφυλλιάς υπό κάλυψη. Πτυχιακή διατριβή
- Παπαδόπουλος, Γ., 1995. Υδροπονία, καλλιέργεια σε υποστρώματα. pp. 10-11.
- Pascian, C.C. and Lieth, J.H., 1994. Prediction of flowering rose shoot development based on air temperature and thermal units. *Sci. Hortic.* 59: 131-145.
- Raviv, M. Blom, Th. J. 2001. The effect of water availability and quality on photosynthesis and productivity of soilless-grown cut roses. *Sci. Hortic.* 88: 257-276.
- Σάββας, Δ., 2003. Γενική Ανθοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο. Αθήνα pp. 218-229.
- Zieslin N. and Moe R. *CRC Handbook of flowering*. Volume IV. pp.214-225.
- Χειμωνίδου-Παυλίδου Δώρα., 1996. Στάδια ανάπτυξης των ανθικών καταβολών της τριανταφυλλιάς. *Proceedings of the 6th Scientific Conference of Hellenic Botanical Society*, pp.141-144.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074301