

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**  
**ΚΑΙ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ**  
**ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**  
**ΣΤΗΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**ΔΗΜΟΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ-ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**  
**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΙΤΤΑΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2001**



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

Αριθ. Εισ.: 1558/1  
Ημερ. Εισ.: 14-10-2003  
Δωρεά:  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΓΦΖΠ  
2001  
ΔΗΜ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070342

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**  
**ΚΑΙ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

***ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ***  
***ΣΤΗΝ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑΣ***

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**ΔΗΜΟΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**  
***ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΙΤΤΑΣ –ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ***  
***ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΑΛΕΖΙΟΣ –ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ***  
***ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΑΝΟΣ –ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ***

**ΒΟΛΟΣ 2001**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου, στον κ. Κωνσταντίνο Κίττα Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας 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 ηθική και υλικοτεχνική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων και συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Νικόλαο Δαλέζιο Καθηγητή Αγρομετεωρολογίας και τον κ. Γεώργιο Νάνο Επίκουρο Καθηγητή Δενδροκομίας του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή.

Ευχαριστώ επίσης τον κ. Παναγιώτη Γιαγλάρα, Διδάκτορα Γεωπόνου, 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.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και ιδιαίτερα τους: Υποψήφιους Διδάκτορες Λύκα Χρήστο, Κατσούλα Νικόλαο, Χριστάλη Δημήτρη, Μπαρτζάνα Θωμά, καθώς και τον συμφοιτητή μου Κάβουρα Σπύρο για την τεχνική υποστήριξη στη διαμόρφωση της διατριβής.

Περίληψη .....	7
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> . Εισαγωγή .....	8
1.1. Το προϊόν και η αγορά του .....	8
1.2. Φυτικό υλικό - Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις .....	9
1.2.1. Εδαφικές απαιτήσεις .....	9
1.2.2. Επίδραση της θερμοκρασίας.....	10
1.2.3. Επίδραση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.....	10
1.2.4. Επίδραση της σχετικής υγρασίας.....	11
1.2.5. Επίδραση της περιεκτικότητας σε διοξείδιο του άνθρακα του αέρα.....	11
1.3. Συστήματα καλλιέργειας .....	11
1.3.1. Καλλιέργεια στο έδαφος και υδροπονία .....	11
1.3.2. Χρονοδιαγράμματα παραγωγής.....	13
1.3.3. Ρύθμιση του περιβάλλοντος.....	14
1.3.4. Μορφολογική διαμόρφωση του σχήματος των φυτών .....	15
1.3.5. Συγκομιδή ανθοφόρων βλαστών .....	16
1.4. Λήψη αποφάσεων .....	17
1.5. Σκοπός και στόχοι της εργασίας .....	18
Μέρος 1ο: Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	19
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> . Μορφολογική διαμόρφωση βλαστών τριανταφυλλιάς. ....	20
2.1. Έκπτυξη και μορφολογική διαμόρφωση οφθαλμών .....	20
2.2. Έκπτυξη και μορφολογική διαμόρφωση του φύλλου.....	20
2.3. Αύξηση του βλαστού και των μεσογονατίων διαστημάτων .....	23
2.4. Εμφάνιση ανθικών καταβολών.....	24
2.5. Μορφολογική διαμόρφωση του άνθους .....	25
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> . Περιβάλλον και διαμόρφωση ανθοφόρων βλαστών .....	26
3.1. Περιβάλλον και εμφάνιση οφθαλμών.....	26
3.2. Περιβάλλον και έκπτυξη φύλλων .....	26
3.3. Περιβάλλον και αύξηση φύλλων και μεσογονατίων .....	26
3.4. Περιβάλλον και άνθηση (ανθικές καταβολές και διαμόρφωση άνθους).....	27
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> Μαθηματική προσομοίωση της επίδρασης του περιβάλλοντος στη διαμόρφωση των βλαστών.....	28
4.1. Σχέσεις φυτού-περιβάλλοντος και μέθοδοι διερεύνησης τους .....	28
4.2. Μοντέλα προσομοίωσης της επίδρασης των παραγόντων περιβάλλοντος στο ρυθμό ανάπτυξης των βλαστών τριανταφυλλιάς.....	28
4.2.1. Τα μοντέλα ανάπτυξης (development) .....	29
4.2.2. Μέθοδοι ποσοτικής περιγραφής προσομοίωσης της ανάπτυξης.....	29
4.3. Μοντέλα ανάπτυξης καλλιέργειας τριανταφυλλιάς.....	31
Μέρος 2 <sup>ο</sup> : Πειραματικό μέρος .....	32
Κεφάλαιο 5 <sup>ο</sup> . Μοντέλα ανάπτυξης και σκοπός της εργασίας.....	33
5.1. Παρουσίαση μοντέλων ανάπτυξης .....	33
5.2. Σκοποί πραγματοποίησης της εργασίας και σχεδιασμός των ανάλογων σταδίων.....	34
Κεφάλαιο 6 <sup>ο</sup> . Υλικά και μέθοδοι .....	36
6.1. Γενική περιγραφή.....	36
6.2. Το θερμοκήπιο .....	36
6.2.1. Κατασκευαστικά στοιχεία .....	36
6.2.2. Συστήματα ελέγχου της θερμοκρασίας.....	36
6.3. Το υδροπονικό σύστημα στο θερμοκήπιο .....	37
6.3.1. Περιγραφή του υδροπονικού συστήματος.....	37
6.3.2. Υπόστρωμα ανάπτυξης.....	38



6.3.3. Θρεπτικό διάλυμα .....	38
6.4. Η καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς .....	38
6.4.1. Η ποικιλία και τα χαρακτηριστικά της .....	38
6.4.2. Διάταξη των φυτών στο χώρο .....	39
6.4.3. Καλλιεργητικές φροντίδες .....	39
6.4.3.1. Κλάδεμα .....	39
6.4.3.2. Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών .....	40
6.5. Μετρήσεις .....	40
6.5.1. Βιολογικές μετρήσεις .....	40
6.5.1.1. Τυχαιοποιημένο σχέδιο .....	40
6.5.1.2. Μετρήσεις διάρκειας των φάσεων .....	41
6.5.2. Κλιματικές μετρήσεις .....	42
6.6. Επεξεργασία των μετρήσεων .....	42
6.7. Στατιστική ανάλυση .....	43
Κεφάλαιο 7 <sup>ο</sup> . Αποτελέσματα - Συζήτηση .....	44
7.1. Θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου την περίοδο των παρατηρήσεων .....	44
7.2. Ηλιακή ενέργεια στο εσωτερικό του θερμοκηπίου την περίοδο των παρατηρήσεων .....	44
7.3. Σχετική υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου την περίοδο των παρατηρήσεων .....	45
7.4. Έκπτυξη οφθαλμών υπό την επίδραση των κλιματικών παραμέτρων .....	45
7.4.1. Έκπτυξη βλαστοφόρων οφθαλμών .....	45
7.4.2. Έκπτυξη ανθοφόρων βλαστών .....	46
7.4.3. Διαχωρισμός ποιοτήτων ανθοφόρων βλαστών .....	47
7.5. Διάρκεια ανάπτυξης και ταχύτητα αύξησης του μήκους των βλαστών .....	47
7.6. Διάρκεια ανάπτυξης και ταχύτητα αύξησης της διαμέτρου .....	49
7.7. Διάρκεια ανάπτυξης και ταχύτητα αύξησης του αριθμού των φύλλων .....	50
7.8. Διάρκεια ανάπτυξης και ταχύτητα αύξησης της φυλλικής επιφάνειας .....	51
7.9. Σχέση ανάπτυξης των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, διάμετρος, αριθμού φύλλων, φυλλικής επιφάνειας) και διαφόρων κριτηρίων (θερμοημερών, θερμοκρασιών, ηλιακής ενέργειας) .....	53
7.9.1. Σχέση ανάπτυξης του μήκους του βλαστού και θερμοημερών .....	53
7.9.2. Σχέση ανάπτυξης διαμέτρου του βλαστού και θερμοημερών .....	53
7.9.3. Σχέση ανάπτυξης του αριθμού των φύλλων του βλαστού και θερμοημερών .....	53
7.9.4. Σχέση ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού και θερμοημερών .....	54
7.10. Συσχέτιση των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, διάμετρος, αριθμού φύλλων, φυλλικής επιφάνειας) και θερμοκρασίας .....	54
7.10.1. Σχέση ανάπτυξης του μήκους του βλαστού και θερμοκρασίας .....	54
7.10.2. Σχέση ανάπτυξης διαμέτρου του βλαστού και θερμοκρασίας .....	54
7.10.3. Σχέση ανάπτυξης του αριθμού των φύλλων του βλαστού και θερμοκρασίας .....	54
7.10.4. Σχέση ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού και θερμοκρασίας .....	55
7.11. Συσχέτιση των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, διάμετρος, αριθμού φύλλων, φυλλικής επιφάνειας) και ενέργειας .....	55
7.11.1. Σχέση ανάπτυξης του μήκους του βλαστού και ενέργειας .....	55
7.11.2. Σχέση ανάπτυξης διαμέτρου του βλαστού και ενέργειας .....	55
7.11.3. Σχέση ανάπτυξης του αριθμού των φύλλων του βλαστού και ενέργειας .....	55
7.11.4. Σχέση ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού και ενέργειας .....	56

7.12. Στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, διάμετρος, αριθμός φύλλων, φυλλική επιφάνεια), για τις τρεις ποιότητες (Α,Β,Γ), στις καλλιεργητικές περιόδους.....	56
7.13. Στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών των ποιοτήτων, για ανεύρεση του ορίου διαφοροποίησης των ποιοτήτων. ....	57
Μέρος 3 <sup>ο</sup> . Συμπεράσματα-Συζήτηση.....	58
Κεφάλαιο 8 <sup>ο</sup> . Εφαρμογή κλιματικών σεναρίων.....	59
8.1. Συνθήκες ανάπτυξης .....	59
8.2. Επίδραση των κλιματικών παραμέτρων στην έκπτυξη των οφθαλμών και στο διαχωρισμό των ποιοτήτων.....	59
8.3. Επίδραση των κλιματικών παραμέτρων στη διάρκεια ανάπτυξης και στην ταχύτητα αύξησης των χαρακτηριστικών του βλαστού .....	59
8.4. Προοπτικές.....	60
Βιβλιογραφία .....	61

## Περίληψη

Οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Ελλάδα βρίσκονται σε συνεχή ανάπτυξη. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα θερμοκήπια επιλέγουν τη χρησιμοποίηση υδροπονικών συστημάτων, κυρίως για την αποφυγή ασθενειών που μεταδίδονται από το έδαφος.

Το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας έχει ξεκινήσει εδώ και μερικά χρόνια έρευνα με θέμα την ορθολογική διαχείριση του περιβάλλοντος σε υδροπονική καλλιέργεια τριανταφυλλιάς. Ένα μέρος της έρευνας αυτής αποτελεί η ανάπτυξη μαθηματικών προσομοιωμάτων (μοντέλα) που προβλέπουν την ανάπτυξη και παραγωγή της καλλιέργειας σε συνάρτηση με τους κλιματικούς παράγοντες. Τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούνται για το στρατηγικό σχεδιασμό και τη διαχείριση της παραγωγής.

Στα πλαίσια αυτά πραγματοποιήθηκε εργασία με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία) στο ρυθμό ανάπτυξης βλαστών υδροπονικής καλλιέργειας τριανταφυλλιάς (cv. First Red) σε περλίτη, κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού του 1999, του χειμώνα του 1999-2000 και της άνοιξης του 2000, σε γυάλινο θερμοκήπιο, στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του αέρα και ρυθμό ανάπτυξης της καλλιέργειας, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τη βαθμονόμηση ενός μαθηματικού προσομοιώματος που υπολογίζει το ρυθμό ανάπτυξης ή τη διάρκεια ανάπτυξης βλαστών συναρτήσει της θερμοκρασίας. Το προσομοίωμα αυτό βαθμονομήθηκε για περιοχές θερμοκρασιών από 15 έως 25° C.

Το βαθμονομημένο προσομοίωμα επαληθεύτηκε πειραματικά για θερμοκρασίες 15 έως 25° C, με ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Όμως, για την πρακτική εφαρμογή του προσομοιώματος αυτού στις συνθήκες της χώρας μας, συνίσταται η εξακρίβωση του σε όλο το εύρος των θερμοκρασιών που συναντώνται στα Ελληνικά θερμοκήπια, δηλαδή από 15 έως 35° C.



## Κεφάλαιο 1°. Εισαγωγή

Τα τριαντάφυλλα είναι μια από τις κυριότερες θερμοκηπιακές καλλιέργειες δρεπτών ανθέων στη χώρα μας. Οι εδαφοκλιματικές απαιτήσεις της τριανταφυλλιάς επιτρέπουν την παραγωγή τριαντάφυλλων στη χώρα μας μόνο σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκηπίου. Η διαμόρφωση των φυτών, η θρέψη 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, οι οποίες όμως δεν εφαρμόζονται στην πράξη. Το πρόβλημα εντοπίζεται στο γεγονός ότι τα εργαλεία αυτά χρησιμοποιούν μοντέλα προσομοίωσης της απόκρισης των φυτών στις συνθήκες περιβάλλοντος τα οποία απαιτούν συνεχή αναβάθμιση και προσαρμογή στις εκάστοτε συνθήκες καλλιέργειας. (C.C.Pasian-J.H.Lieth)

Σε αυτή την εργασία έγινε μια προσπάθεια ανάπτυξης ενός μοντέλου προσομοίωσης της ανάπτυξης βλαστών τριανταφυλλιάς μετά το κλάδεμα του μητρικού βλαστού σε υδροπονική καλλιέργεια στις συνθήκες της κεντρικής Ελλάδας με σκοπό τη χρησιμοποίησή του για την υποστήριξη αποφάσεων που αφορούν τη διαμόρφωση των φυτών σε σχέση με τη ρύθμιση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, για τη λήψη αποφάσεων επέμβασης.

Στις επόμενες παραγράφους αυτής της εισαγωγής γίνεται μια σύντομη παρουσίαση του συστήματος καλλιέργειας τριαντάφυλλων για παραγωγή δρεπτών ανθέων. Η εισαγωγή καταλήγει στην παρουσίαση των σκοπών και στόχων και της δομής της εργασίας η οποία έχει χωριστεί σε δύο μέρη: Στο θεωρητικό μέρος (κεφάλαια 1-4) που περιλαμβάνει την βιβλιογραφική ανασκόπηση και την θεωρητική ανάλυση του μοντέλου και στο πειραματικό μέρος (κεφάλαια 5-7) όπου περιγράφεται η διαδικασία με την οποία εκτιμήθηκαν οι παράμετροι του προσομοιώματος και τα αποτελέσματα της επαλήθευσής του. Η συζήτηση και τα συμπεράσματα της εργασίας παρουσιάζονται στο τελευταίο κεφάλαιο (κεφ. 8).

### 1.1. Το προϊόν και η αγορά του

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

Η Ελλάδα πραγματοποιεί εισαγωγές δρεπτών ανθέων αξίας 1.2δισ δραχμών, ενώ οι εξαγωγίμες ποσότητες είναι της τάξης των 0.5δισ δραχμών. Τα κυριότερα ανθοκομικά είδη στην Ελλάδα που αφορούν την παραγωγή δρεπτών ανθέων είναι το: τριαντάφυλλο, γαρύφαλλο, ζέρμπερα, γλαδιόλες, τουλίπες, χρυσάνθεμα, φρέζιες, ορχιδέες, λιλium κλπ. Συνολικά το 1990 οι ανθοκομικές καλλιέργειες στην Ελλάδα καταλάμβαναν 10.000 στρ. από τα οποία τα 3.000 στρ. ήταν αφιερωμένα σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Στο 80% των θερμοκηπίων καλλιεργούνταν δρεπτά άνθη, στο 10% φυτά γλάστρας 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 30 δισεκατομμυρίων δραχμών. Η αξία των εξαγόμενων ειδών (κυρίως τριαντάφυλλο, γαρύφαλλο και γαρδένια) ανέρχονταν σε 500 εκατ. δρχ, ενώ οι εξαγωγές ανθοκομικών ειδών ήταν αξίας 3 δισ. δρχ. το 1989 η οποία αυξήθηκε σε 5 δισ. δρχ. το 1991. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι 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. Στα πλαίσια αυτής της διαδικασίας ορίζονται οι κατηγορίες ποιότητας των ανθοκομικών προϊόντων.(Μαλούπα, 1997.)

Οι κατηγορίες ποιότητας 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. Η ποιότητα των συγκομιζόμενων ανθέων είναι σε στενή εξάρτηση και με τη διάμετρο των βλαστών με επιθυμητή τη μέγιστη δυνατή. 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). (Οικονόμου, Α., Kool, M.T.N.-Van De Pol) 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

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, Madelon, Baccara, Kardinal, Mercedes, Royal Red, Sonia, Arianna, Vivaldi, Candia, Cokteil, Nicole, Lovely Girl, Golden Time, Ilona, 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, 1997)

### 1.2.1. 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.

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

### 1.2.2. Επίδραση της θερμοκρασίας

Η μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στα φυτά στο θερμοκήπιο, γίνεται με τη διάκριση μεταξύ της νυκτερινής και ημερήσιας θερμοκρασίας. 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 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 μπουμπουκιών όταν αυτά είναι ακόμη μικρής διαμέτρου, αυξάνουν τον αριθμό των πετάλων τους και δημιουργούν τρυφερά ανθικά στελέχη.

Οι περισσότερες ποικιλίες τριανταφυλλιάς απαιτούν νυκτερινή θερμοκρασία 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 m<sup>2</sup>, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πρέπει να είναι μεταξύ 17 - 20 °C (Epoch and Zieslin, 1988).

Η θερμοκρασία έχει δείξει να 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 προωμίσει ή να οψιμίσει 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. Εξαιρετικά θερμός καιρός με άφθονη ηλιοφάνεια αργά το φθινόπωρο μπορεί να επισπεύσει την παραγωγή τα Χριστούγεννα ή να την καθυστερήσει για πολύ αν υπάρχουν παρατεταμένες περιόδους συννεφιασμένου καιρού. Ειδικά τις δύο, τρεις τελευταίες εβδομάδες πριν τη συγκομιδή είναι οι πλέον κρίσιμες και θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις νυκτερινές θερμοκρασίες. (Οικονόμου, 1995)

### 1.2.3. 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 ανάπτυξή τους όσο και την παραγωγή τους. Η παραγωγή είναι μεγαλύτερη το καλοκαίρι γιατί επικρατεί υψηλή ένταση φωτός πολλές ώρες την ημέρα. Το αντίθετο συμβαίνει το χειμώνα λόγω της χαμηλής έντασης του φωτός που επιπλέον διαρκεί λίγες ώρες.

Η φωτοπερίοδος και η ένταση της ακτινοβολίας έχουν δείξει να επηρεάζουν την ανάπτυξη των τριαντάφυλλων, παρ' 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.)

#### **1.2.4. 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 κλείσιμο των στοματιών 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, 1995)

#### **1.2.5. Επίδραση της περιεκτικότητας σε διοξείδιο του άνθρακα του αέρα**

Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στον αέρα αυξάνει το ρυθμό ανάπτυξης των ανθοφόρων βλαστών αλλά κυρίως μειώνει τα προβλήματα ανθόρροιας, αυξάνει τον αριθμό και το πάχος των βλαστών και βελτιώνει σημαντικά τον χρωματισμό, την ποιότητα και τη μετασυλλεκτική διατήρηση των τριαντάφυλλων.

### **1.3. Συστήματα καλλιέργειας**

Οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες τριαντάφυλλων διαφοροποιούνται μεταξύ τους σε ότι αφορά την οργάνωση και τον εξοπλισμό των επιχειρήσεων 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 των συστημάτων 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 μακροχρόνια καλλιέργεια στο 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, βρωμιούχο μεθύλιο, κ.α.) οδήγησαν σε σημαντική αύξηση του ενδιαφέροντος για τις υδροπονικές καλλιέργειες, οι οποίες πλεονεκτούν στα εξής:

- απαλλαγή από τις ασθένειες εδάφους
- εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών στοιχείων καθώς και μείωση των εκροών
- περιορισμός των εργασιών κατεργασίας του εδάφους
- δημιουργία καθαρού περιβάλλοντος για την καλλιέργεια αλλά και για τον εργαζόμενο
- διευκόλυνση του ελέγχου και της ρύθμισης τις ριζόσφαιρας και της θρέψης των φυτών
- βελτίωση της ποιότητας και αύξηση της παραγωγής

Ωστόσο τα υδροπονικά συστήματα παρουσιάζουν όμως και ορισμένα μειονεκτήματα:

- απαιτούνται αρκετά μεγάλες δαπάνες αρχικής επένδυσης
- απαιτούνται περισσότερες γνώσεις από τον καλλιεργητή

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 ζέρμπερα από τα ανθοκομικά (Μαυρογιανόπουλος, 1994)

Η καλλιέργεια τριανταφυλλιάς σε υδροπονικά συστήματα πραγματοποιείται κυρίως σε:

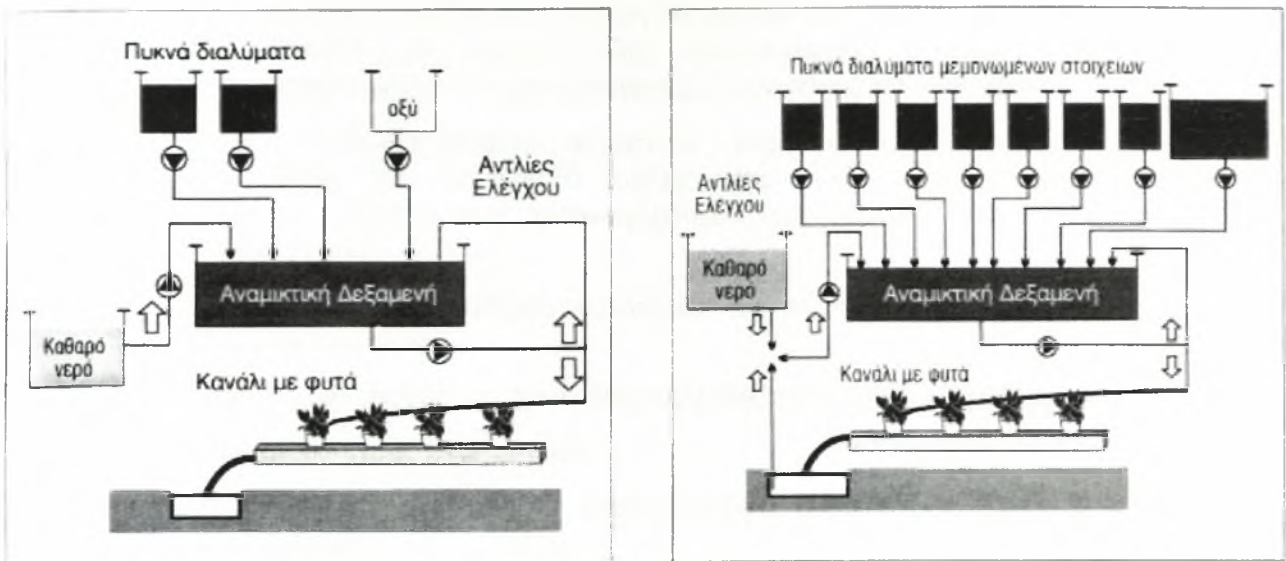
- Θρεπτικό διάλυμα (χωρίς αδρανές υπόστρωμα ,π.χ. N.F.T.).
- Διογκωμένα ορυκτά (π.χ. περλίτης, πετροβάμβακας).
- Οργανικά υποστρώματα (τύρφη, φλοιοί δένδρων κλπ.) .



**Εικόνα 1.** Καλλιέργεια σε σάκο με περλίτη

Ένα άλλο σημείο στο οποίο διαφοροποιούνται τα συστήματα υδροπονίας είναι αυτό της διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος. Διακρίνουμε δύο κατηγορίες: τα ανοιχτά και τα κλειστά (ανακυκλούμενα) συστήματα (Εικόνα 2.).





**Εικόνα 2.** Ανοικτό και κλειστό σύστημα

Στα ανοικτά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα που στραγγίζει μετά από κάθε δόση άρδευσης απορρέει στο φυσικό περιβάλλον. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή και την μόλυνση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου οριζοντα. Οι δύο αυτοί λόγοι οδήγησαν στα κλειστά συστήματα, 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.

Τα κλειστά συστήματα έχουν σαν σημαντικό μειονέκτημά τους την πιθανή εξάπλωση ασθενειών μέσω του ανακυκλούμενου στα φυτά της καλλιέργειας. Το υψηλό κόστος επένδυσης, σε εξοπλισμό απολύμανσης της ανα-κυκλοφορίας είναι ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες.

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. Χρονοδιαγράμματα παραγωγής

Στην Ελλάδα, η κατανάλωση δρεπτόν ανθέων κυμαίνεται σημαντικά κατά τη διάρκεια του έτους. Είναι χαμηλή κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και εμφανίζει υψηλές τιμές τα Χριστούγεννα, τη μέρα του Αγίου Βαλεντίνου (14 Φεβρουαρίου) και τη μέρα της γιορτής της Μητέρας (8 Μαΐου) καθώς και τις ημέρες των ονομαστικών εορτών.

Σε γενικές γραμμές τα τριαντάφυλλα διατηρούνται στο θερμοκήπιο ή στα ψυγεία των χονδρεμπόρων και ανθοπωλών για διάστημα έως 14 ημερών μέχρι να φτάσουν στον τελικό καταναλωτή, ο οποίος επιθυμεί να τα διατηρήσει στο βάζο σε συνθήκες δωματίου για τουλάχιστον μια εβδομάδα. Το διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της συγκομιδής και της πώλησης από το θερμοκήπιο (ή ζήτησης για το

θερμοκήπιο) εξαρτάται από το κύκλωμα εμπορίας που ακολουθεί και κυμαίνεται από 4 έως 14 μέρες. (Γεωργία Κτηνοτροφία, 1998)

Οι καλλιεργητές λαμβάνοντας υπόψη το χρονοδιάγραμμα και την ζητούμενη ποσότητα- ποιότητα των πελατών τους (χονδρέμποροι, ανθοπώλες, τελικός καταναλωτής) προσαρμόζουν το χρονοδιάγραμμα παραγωγής επιλέγοντας:

- είτε την πώληση μεγάλων ποσοτήτων - έστω και χαμηλότερης ποιότητας (κοντύτερα και λεπτότερα) κυρίως στις συγκεκριμένες ημερομηνίες μεγάλης ζήτησης που προαναφέρθηκαν, στις οποίες αναμένονται και υψηλές τιμές.
- είτε την πώληση σταθερών ποσοτήτων όλο το έτος με μια σταθερή μέση τιμή και ποιότητα.

Η επίτευξη των στόχων του χρονοδιαγράμματος παραγωγής εξαρτάται από:

- την απόδοση της καλλιέργειας
- τις κλιματικές συνθήκες στο εξωτερικό περιβάλλον και στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.
- τον τρόπο διαμόρφωσης των φυτών (κλαδέματα, τσακίσματα, κ.λ.π.)
- την θρέψη και άλλες καλλιεργητικές τεχνικές

Οι παραγωγοί προσπαθούν συνεπώς να παρέμβουν στην φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών προκαλώντας είτε επιτάχυνση είτε επιβράδυνση της ανάπτυξης των βλαστών. Αυτό γίνεται με κατάλληλη διαμόρφωση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, με επεμβάσεις στη διαμόρφωση και στη θρέψη των φυτών και με χημικές ουσίες (ρυθμιστές ανάπτυξης). Η επίδραση του εξωτερικού περιβάλλοντος μικραίνει μέχρι ενός ορίου όσο αυξάνουν οι δυνατότητες ρύθμισης του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, κυρίως όσον αφορά την προσπίπτουσα ακτινοβολία (σκίαση ή φωτισμός), τη θερμοκρασία (με σύστημα θέρμανσης ή αντιπαγετικής προστασίας), την υγρασία του αέρα (με συστήματα υδρονέφωσης, ή υγρής παρειάς) καθώς και την συγκέντρωση CO<sub>2</sub> του αέρα, αλλά παραμένει πάντα σημαντική.

### 1.3.3. Ρύθμιση του περιβάλλοντος

Η ρύθμιση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου αποσκοπεί:

- στη δημιουργία του κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών
- στη μείωση του κόστους παραγωγής.

Οι τριανταφυλλιές ανέχονται το έντονο ηλιακό φως και μπορούν να καλλιεργηθούν για το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου κάτω από φυσική ηλιοφάνεια. Αντίθετα στη χώρα μας ενδείκνυται η βαθμιαία σκίαση των θερμοκηπίων, από την άνοιξη προς το καλοκαίρι, γιατί η ένταση του φωτός είναι υπεραρκετή και επιζήμια στην ποιότητα. Η σκίαση αρχίζει συνήθως τον Απρίλιο, αυξάνει τον Ιούνιο-Ιούλιο και απομακρύνεται το Σεπτέμβριο. Με αυτό τον τρόπο η θερμοκρασία ελαττώνεται, η σχετική υγρασία αυξάνει και τα ανθικά στελέχη γίνονται μακρύτερα με φύλλα σκούρου πράσινου χρώματος.

Ο συμπληρωματικός φωτισμός συμβάλλει στην έκπτυξη των βλαστών από σημεία πλησιέστερα στη βάση των φυτών κατά τον ίδιο τρόπο όπως και η υψηλή

ένταση του ηλιακού φωτός. Το μεγάλο όμως κόστος της εγκατάστασης και λειτουργίας τέτοιων λαμπτήρων καθιστά ανέφικτη προς το παρόν τουλάχιστον τη χρησιμοποίηση συμπληρωματικού φωτισμού σε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς στην Ελλάδα.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι το στοιχείο που επιδρά περισσότερο στο κόστος παραγωγής των προϊόντων του θερμοκηπίου μέσω της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, εξαερισμό και δροσισμό.

Στην Ελλάδα υπάρχουν τριών ειδών θερμοκήπια: τα μη θερμαινόμενα, τα ελαφρά θερμαινόμενα (αντιπαγετική προστασία) και τα θερμαινόμενα. Τα μη θερμαινόμενα χρησιμοποιούνται στη Νότια Ελλάδα, όπου οι συνθήκες το χειμώνα είναι ηπιότερες, ενέχουν όμως τον κίνδυνο ζημιάς όταν κατά τη νύχτα παρατηρηθεί απότομη πτώση της θερμοκρασίας. Στα ελαφρά θερμαινόμενα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται απλά αερόθερμα με σκοπό την προστασία της καλλιέργειας από τον παγετό. Τα θερμαινόμενα θερμοκήπια αυξάνουν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου με το κεντρικό σύστημα θέρμανσης, που μεταφέρει την θερμότητα που παράγεται στον καυστήρα με νερό ή με ατμό. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανση του θερμοκηπίου και άλλα τοπικά συστήματα όπως: αερόθερμα, θερμάστρες, συσκευές υπέρυθρης ακτινοβολίας. (Γεωργία Κτηνοτροφία, 1999)

Η διατήρηση της σχετικής υγρασίας στα επίπεδα του 70-80% επιτυγχάνεται κατά τους θερινούς μήνες με τη χρήση συστημάτων: Α)Ψύξη με βρεγμένη παρειά, Β)Υδρονέφωση.

Α)Η αρχή του συστήματος αυτού βασίζεται κυρίως στην ψύξη λόγω κορεσμού σε υγρασία του εξωτερικού αέρος που εισέρχεται στο θερμοκήπιο. Αυτό πραγματοποιείται με την διέλευση, με μικρή ταχύτητα, του αέρος από μια υγρή παρειά.

Β)Η αρχή της ψύξης με την τεχνική της υδρονέφωσης βασίζεται στη μετατροπή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε λανθάνουσα θερμότητα με εξάτμιση των σταγονιδίων νερού που ψεκάζονται από τις συσκευές υδρονέφωσης χαμηλής ή υψηλής πίεσης Fog system.

Ο εξαερισμός του θερμοκηπίου παρουσιάζει ιδιαίτερη σημασία κυρίως την ημέρα γιατί συνδέεται με την τροφοδότηση των φυτών με διοξείδιο του άνθρακα. Επειδή το άνοιγμα των παραθύρων του θερμοκηπίου για εξαερισμό και αποβολή της επιπλέον υγρασίας τις πρώτες πρωινές ώρες συνεπάγεται απώλειες σε θερμότητα, συνίσταται η τεχνητή τροφοδότηση του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα. Κατά τις μεσημβρινές ώρες που συνήθως το θερμοκήπιο δεν έχει ανάγκη από θέρμανση, το σύστημα του φυσικού εξαερισμού πρέπει να παραμείνει ανοιχτό προκειμένου να γίνει εμπλουτισμός του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα και παράλληλα έλεγχος της θερμοκρασίας.

#### 1.3.4. Μορφολογική διαμόρφωση του σχήματος των φυτών

Στην πράξη εφαρμόζονται κυρίως δύο τεχνικές διαμόρφωσης των φυτών: Α) η κλασική τεχνική και Β) η τεχνική "**Beding**".

Α) Στην κλασική τεχνική το κλάδεμα καρποφορίας 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. Το χειμώνα το κλάδεμα γίνεται κάτω από τον



κόμπο έκφυσης του ανθοφόρου βλαστού (αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερο μήκος του ανθοφόρου βλαστού και αντίστοιχα υψηλότερη τιμή). Την άνοιξη η αυστηρότητα στο κλάδεμα 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 το φθινόπωρο. Μετά τον τρίτο χρόνο γίνεται πολύ αυστηρό κλάδεμα της φυτείας στα 60-90cm και δημιουργία νέου σκελετού του φυτού σε καινούργιο ξύλο.

Β) Στην καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς για κομμένο άνθος σημαντικό ρόλο παίζουν οι λαιμαργοί 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 λαιμαργών βλαστών αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια μια νέα τεχνική καλλιέργειας, η τεχνική *Beding*. (Εικόνα 3.)



**Εικόνα 3.** Σύστημα *beding*

Σε αυτή την μορφολογική ιδιαιτερότητα των φυτών στηρίζεται η τεχνική του συστήματος **Beding** σύμφωνα με την οποία ο βλαστός που θα προέλθει από τον οφθαλμό που έχει υποστεί αυστηρό κλάδεμα αφήνεται να αναπτυχθεί ελεύθερα έως ότου σχηματίσει άνθος στην κορυφή του. Τότε γίνεται η αφαίρεση (τσίμπημα) του άνθους 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 λαιμαργών από τη βάση του φυτού που έχουν καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά και διατηρούνται στο φυτό ως ανθοφόροι. Η νέα τεχνική υπερτερεί στην παραγωγή καλύτερης ποιότητας προϊόντων χωρίς να μειώνεται η ποσότητα των παραγόμενων ανθέων. Αυτά ήταν ο μέσος αριθμός παραγόμενων τριανταφύλλων ανά φυτό, το μήκος αυτών, η διάμετρος λαιμού και η ποιότητά τους. (Οικονόμου.Α.Σ.,1994)

### **1.3.5. 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.

Κοπή ανθικών στελεχών πάνω από το δεύτερο σύνθετο 5-φύλλο γίνεται σε λιγότερο εύρωστες ποικιλίες ή το φθινόπωρο και το χειμώνα όπου οι συνθήκες φωτός είναι περιορισμένες έτσι ώστε αφήνοντας περισσότερη φυλλική μάζα στο φυτό εξισορροπείται η φωτοσύνθεση.

Σε μια κλασική τεχνική διαμόρφωσης, κατά την περίπτωση που το ανθικό στέλεχος είναι λεπτό και ο βραχίονας που το υποβαστάζει είναι χονδρός 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 **Beding** οι αδύνατοι βλαστοί κάμπτονται και παραμένουν μόνο εκείνοι που θα δώσουν καλής ποιότητας ανθοφόρο στέλεχος.



Εικόνα 4.Κοπή ανθικού στελέχους τριανταφυλλιάς

#### 1.4. Λήψη αποφάσεων

Η λήψη αποφάσεων για τις παραπάνω επεμβάσεις βασίζεται στην πείρα του καλλιεργητή. Έτσι η κλασική διαμόρφωση οδηγεί στη δημιουργία ενός ισχυρού σκελετού βραχιόνων, ενώ η νέα τεχνική υπερτερεί σε όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων τριαντάφυλλων.



Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες για την ανάπτυξη μαθηματικών προσομοιωμάτων ανάπτυξης των φυτών της τριανταφυλλιάς με σκοπό την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων από τους παραγωγούς για την επέμβαση στη διαμόρφωση των φυτών σε μια κλασική καλλιέργεια. (P.P.Rose, Pasian-Lieth, Berniger)

### 1.5. Σκοπός και στόχοι της εργασίας

Από όσα γνωρίζουμε κανένα από τα παραπάνω εργαλεία υποστήριξης της λήψης αποφάσεων δεν κατάφερε να αντικαταστήσει την πείρα των παραγωγών. Ο βασικότερος λόγος είναι ότι αυτά απαιτούν συνεχή προσαρμογή λαμβάνοντας υπόψη τις εξελίξεις των καλλιεργητικών τεχνικών (κλάδεμα, θρέψη, ποικιλίες, κ.α.) και τις τοπικές κλιματικές συνθήκες.

Σε αυτή την εργασία έγινε μια προσπάθεια ανάπτυξης ενός προσομοιώματος για την ανάπτυξη των βλαστών τριανταφυλλιάς μετά το κλάδεμα του μητρικού βλαστού σε υδροπονική καλλιέργεια στις συνθήκες της κεντρικής Ελλάδας με σκοπό την χρησιμοποίησή του για την λήψη αποφάσεων που θα αφορούν τη διαμόρφωση των φυτών ακολουθώντας το σύστημα "**Beding**" ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες.

Για το σκοπό αυτό ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

1. βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με:
  - τη μορφολογική διαμόρφωση των βλαστών της τριανταφυλλιάς και την επίδραση των κλιματικών συνθηκών του θερμοκηπίου στις διεργασίες που παρεμβαίνουν
  - τις μεθόδους προσομοίωσης της αύξησης & ανάπτυξης των βλαστών τριανταφυλλιάς
2. Θεωρητική ανάπτυξη ενός μαθηματικού προσομοιώματος
3. Πειραματικός προσδιορισμός των παραμέτρων του μοντέλου
4. Επαλήθευση του μοντέλου

## Μέρος 1ο: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

## Κεφάλαιο 2°. 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. Η βασίτονη έκπτυξη των βλαστοφόρων οφθαλμών είναι η αιτία για την υποβάθμιση του κύριου βλαστικού άξονα. 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. (Σ.Γ.Δελιβόπουλος, 1994)

Ο οφθαλμός χαρακτηρίζεται ως **ανθοφόρος** όταν μετά το πέρασμα κάποιων σταδίων 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**.

Το σχήμα του μασχαλιαίου οφθαλμού αποτελεί οδηγό κατά την κοπή των ανθικών στελεχών, για την εξασφάλιση υψηλής ποιότητας στην επόμενη παραγωγή ανθέων. Έτσι τριαντάφυλλα που προέρχονται από επιμήκεις-αιχμηρούς οφθαλμούς είναι **βραχυστέλεχα** ενώ από καλοαναπτυγμένους σφαιρικούς οφθαλμούς είναι **μακρυστέλεχα**. Βλαστοί που προέρχονται από τους πεπλατυσμένους οφθαλμούς της βάσης ή της «μασχάλης» μετά την κοπή του ανθικού στελέχους, είναι συνήθως τυφλοί ή λεπτοί όταν ο αρχικός βραχίονας είναι ισχνός, ενώ είναι ανθοφόροι σε ποικιλίες με εύρωστους βραχίονες. (Α.Σ.Οικονόμου)

### 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**.

Κάθε φύλλο συγκροτείται από δύο τμήματα: το έλασμα και το μίσχο. Το έλασμα αποτελεί το κυρίως μέρος του φύλλου. Δεδομένου ότι η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει πάνω στο έλασμα από μία κατεύθυνση, πρέπει αυτό να είναι πεπλατυσμένο και αρκετά λεπτό ώστε να την αξιοποιεί κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

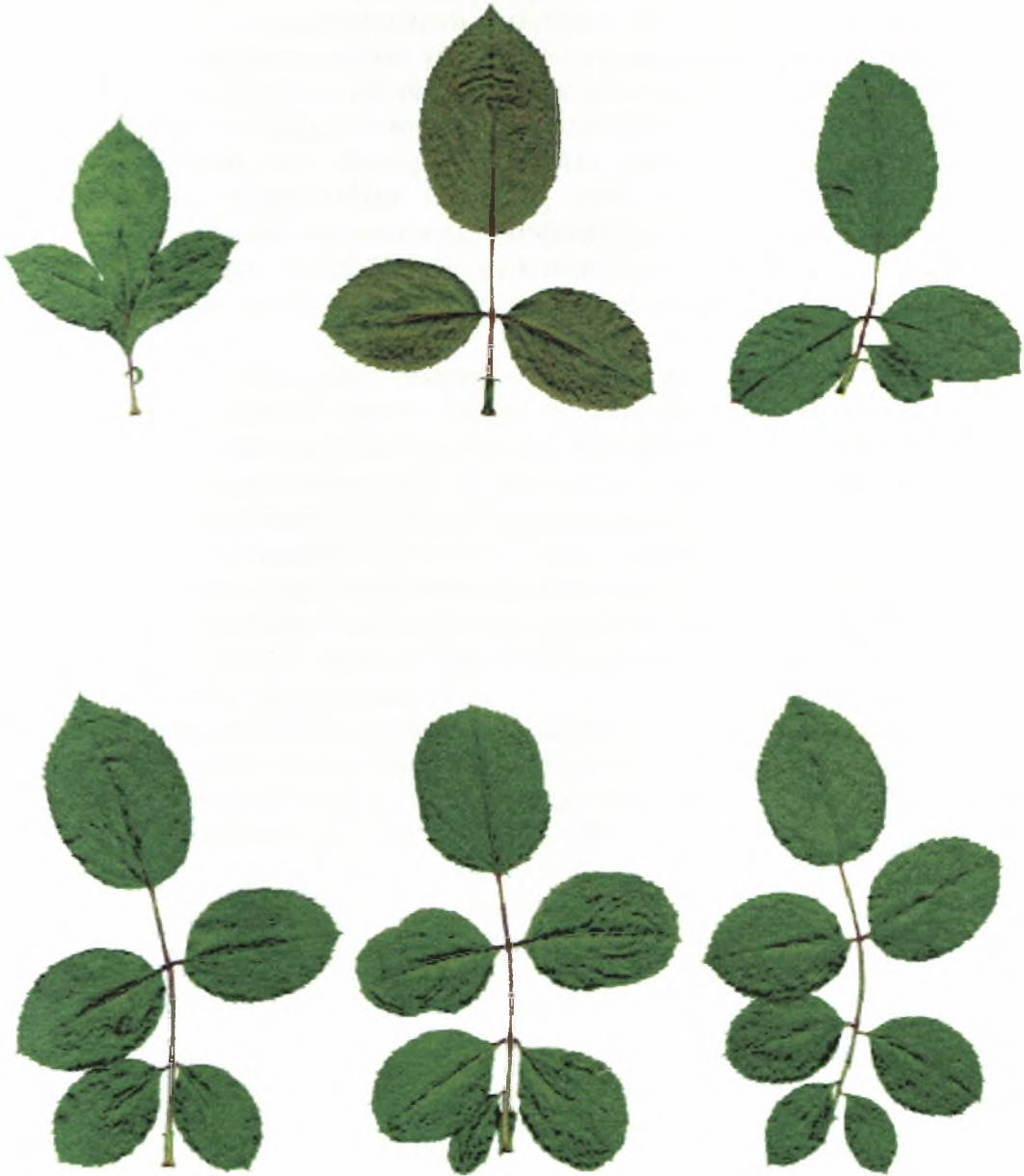
Το έλασμα αναρτάται από το γόνατο του βλαστού συνήθως με ένα λεπτοφυές στέλεχος το μίσχο. Ως προς τον τρόπο συγκρότησης του ελάσματος τα φύλλα διακρίνονται σε απλά και σε σύνθετα. Τα κύρια φύλλα της τριανταφυλλιάς είναι **σύνθετα** καθώς το έλασμά τους απαρτίζεται από περισσότερα του ενός τμήματα, που ονομάζονται φυλλάρια.(Εικόνα .). 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. (Σ.Γ.Δελιβόπουλος, 1994)

Ο συνδυασμός των διαδοχικών διαιρέσεων και της επιμήκυνσης των κυττάρων του υποδέρματος και του πρωτοδέρματος καταλήγει στο σχηματισμό ενός εξογκώματος. Λίγο πριν είτε κατά το σχηματισμό αυτής της θηλοειδούς προεκβολής αναπτύσσεται φυγόκεντρα από το παρακείμενο προκάμβιο του βλαστού μια προκαμβιακή ζώνη κάτω από τη θηλή. Έτσι η θηλή συνίσταται πλέον από ένα στρώμα πρωτοδέρματος, μία μάζα θεμελιώδους μεριστώματος κάτω από αυτό και μία προκαμβιακή ζώνη. Το ιστολογικό αυτό σύνολο αποτελεί μια νεαρή **καταβολή** του φύλλου. Αυτή αυξανόμενη συνεχώς προς τα πάνω θα μετασχηματιστεί σε μια σφηνοειδή δομή που είναι η τυπική καταβολή του φύλλου. Ακολουθώντας αποπλατυνόμενη και επιμηκυνόμενη σταδιακά θα διαφοροποιηθεί σε ένα κανονικό φύλλο. Πριν από την αποπλάτυνση αρχίζει η επιμήκυνση του φύλλου, η οποία διεκπεραιώνεται αρχικά και για μικρό χρονικό διάστημα από ένα μερίστωμα που βρίσκεται στην κορυφή του. στη συνέχεια όμως, η επιμήκυνση του ελάσματος οφείλεται σε ενδιάμεση ανάπτυξη, δηλαδή σε διαιρέσεις και κυρίως στη μεγέθυνση των κυττάρων του.

Στα περιθώρια της καταβολής του φύλλου διαμορφώνονται σύντομα δύο πλευρικά μεριστώματα, με την λειτουργία των οποίων επεκτείνεται ακολούθως το έλασμα κατά πλάτος και ακολούθως αυξάνεται ο αριθμός στρώσεων και συνεπώς το πάχος του φύλλου. Η αύξηση του φύλλου σταματάει πρώτα στο κορυφαίο τμήμα και τελευταία στη βάση του και είναι σαφώς μικρότερης χρονικής διάρκειας από την αύξηση του βλαστού

Όταν το φύλλο γίνεται τελικά **σύνθετο**, τότε σε καθεμιά από τις δύο πλευρές του νεαρού φύλλου που έχει είδη σχηματιστεί αναπτύσσεται μία σειρά θυλακοειδών προεκβολών. Καθεμιά από τις τελευταίες θα μετεξελιχθεί ακολούθως σε ένα φυλλάριο του σύνθετου φύλλου, με τη γνωστή οντογενετική διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως. (Σ.Γ.Δελιβόπουλος, 1994)



**Εικόνα .** Είδη σύνθετων πτεροειδών φύλλων

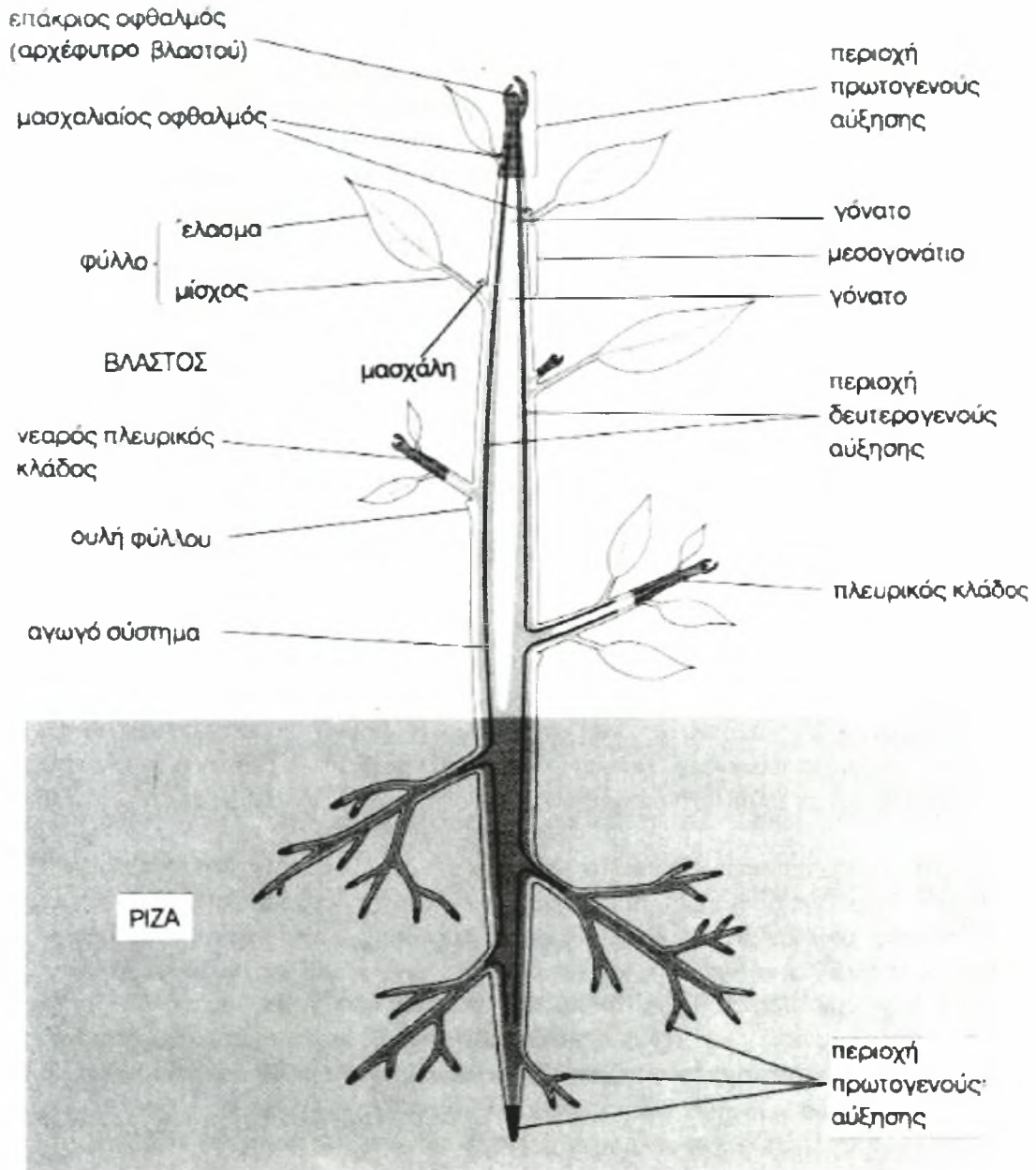


### 2.3. Αύξηση του βλαστού και των μεσογονατίων διαστημάτων

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**. Γόνατα είναι τα σημεία του βλαστού από τα οποία αναπτύσσονται τα φύλλα και μεσογονάτια διαστήματα είναι τα τμήματα αυτού τα οποία περιβάλλονται μεταξύ των γονάτων. 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.

Αρχικά η κατά μήκος αύξηση του βλαστού είναι, κατά κύριο λόγο αποτέλεσμα κυτταροδιαίρέσεων οι οποίες επιτελούνται στο επάκριο μερίστωμα αυτού (κορυφαίος οφθαλμός) και στις αμέσως πλησιέστερες ιστολογικές του ζώνες. Καθώς όμως, απομακρύνονται από τη μιτωτικώς ενεργό περιοχή της κορυφής τα κύτταρα του αναπτυσσόμενου βλαστού διαφοροποιούνται βαθμιαία και χάνουν την ικανότητα τους να διαιρούνται. Κατά συνέπεια η αύξηση του βλαστού, από ένα ορισμένο σημείο κάτω από την κορυφή και παρακάτω, πραγματοποιείται με τάνυση (επιμήκυνση) των κυττάρων του. Μετά την αύξηση του μήκους του βλαστικού άξονα διακρίνονται σιγά-σιγά σε αυτόν τα γόνατα και τα μεσογονάτια διαστήματα, ενώ τα τελευταία επιμηκύνονται σταδιακά.

Στα ώριμα φυτά οι καταβολές των φύλλων στην κορυφή του βλαστού και η επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων κάτω από αυτήν επιτελούνται κατά τον ίδιο τρόπο με τον οποίο γίνονται οι διαδικασίες αυτές στο αυξανόμενο έμβρυο του σπέρματος που βλαστάνει. (Σ.Γ.Δελιβόπουλος, 1994)



Εικόνα 5. 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). (Σ.Γ. Δελιβόπουλος, 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 εκπύσσονται με κάποια καθυστέρηση. (Zieslin and Moe)

Έρευνες που αφορούν την ύπαρξη βασιπετάλων κλίσης, δείχνουν ότι οι ανθικοί σχηματισμοί που βρίσκονται σε πιο υψηλό σημείο του βλαστού, ανθίζουν πιο γρήγορα από τους πλευρικούς ανθικούς σχηματισμούς. Ανατομικές μελέτες της ανάπτυξης του μπουμπουκιού του τριανταφύλλου,, μας έδειξαν ότι από την εμφάνιση του πρώτου έως το τέταρτου φύλλου, έχουμε εσωτερικά αντίστοιχα τον σχηματισμό της πρώτης και δεύτερης σειράς καταβολών των πετάλων, έπειτα την εμφάνιση των καταβολών των στημόνων στο κέντρο της ανθοδόχης και τελικά τον πλήρη σχηματισμό των στημόνων. Όταν εξωτερικά υπάρχει πλήρης σχηματισμός των φύλλων και εμφάνιση του μπουμπουκιού του τριανταφύλλου, εσωτερικά οι στήμονες διατάσσονται στην περιφέρεια και οι καταβολές των καρπόφυλλων εμφανίζονται στο εσωτερικό της ανθοδόχης. (Δ.Χειμωνίδου, 1996)

## 2.5. Μορφολογική διαμόρφωση του άνθους

Κάθε άνθος φέρεται πάνω σε ένα επίμηκες στέλεχος που λέγεται **ποδίσκος**. Στο κορυφαίο σημείο του ο ποδίσκος διογκώνεται σε διάφορο βαθμό και σχηματίζει την **ανθοδόχη**. Αυτή αποτελεί τον άξονα πάνω στον οποίο προσαρτώνται τα τμήματα από τα οποία αποτελείται το άνθος. Η ανθοδόχη, είναι ο αντίστοιχος βλαστικός άξονας του άνθους ο οποίος όμως θεωρείται ότι αποτελείται από πολύ περιορισμένα μεσογονάτια διαστήματα και για αυτό τα γόνατά του βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους.

Το εξωτερικό ανθικό τμήμα είναι τα **σέπαλα**, το σύνολο των οποίων συνιστά τον **κάλυκα**. Αυτός περιβάλλει τα υπόλοιπα μέρη του άνθους στην αρχή της ανάπτυξης του όταν αυτό είναι ακόμα κλειστό (οφθαλμός). Μέσα από τα σέπαλα διατάσσονται τα **πέταλα**, τα οποία όλα μαζί αποτελούν τη **στεφάνη**. Σέπαλα και πέταλα είναι τα άγονα μέρη του άνθους, το οποίο περιβάλλουν και γ'αυτό ονομάζονται συλλογικά **περιάνθιο**. (Σ.Γ.Δελιβόπουλος, 1994)

Στα περισσότερα είδη, η ανθική κατασκευή βασίζεται στην ύπαρξη 5πετάλων 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 and Moe)

## Κεφάλαιο 3°. Περιβάλλον και διαμόρφωση ανθοφόρων βλαστών

Η έννοια του περιβάλλοντος είναι πολυδιάστατη, καθώς πολλοί είναι οι παράγοντες που την επηρεάζουν, κάτι που αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο. Παρακάτω θα γίνει μια λεπτομερής αναφορά της επίδρασης του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια των εκάστοτε φάσεων ανάπτυξης των βλαστών.

### 3.1. Περιβάλλον και εμφάνιση οφθαλμών

Τον κυριότερο λόγο από τους παράγοντες που επιδρούν από την κοπή των βλαστών μέχρι την εμφάνιση των οφθαλμών, 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)

**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)

### 3.2. Περιβάλλον και έκπτυξη φύλλων

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)

**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)

### 3.3. Περιβάλλον και αύξηση φύλλων και μεσογονατίων

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)

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)

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)

#### **3.4. Περιβάλλον και άνθηση (ανθικές καταβολές και διαμόρφωση άνθους)**

Ο κυριότερος περιβαντολογικός 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)

**Ο βαθμός αποτυχίας αυξάνεται με τη μείωση στην θερμοκρασία.** Επίσης ο **αριθμός των πετάλων ποικίλει και συνήθως μειώνεται με την αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας.** Η παραγωγή αυξημένων αριθμών πεταλίων σε χαμηλές θερμοκρασίες ακολουθείται από αντικατάσταση του δακτυλίου από πολλαπλασιασμένους ιστούς. (Zieslin and Moe)



## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Μαθηματική προσομοίωση της επίδρασης του περιβάλλοντος στη διαμόρφωση των βλαστών

### 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 με την εφαρμογή κάποιων επεμβάσεων, με βάση ένα μάρτυρα. Σκοπός αυτών των ερευνών είναι να αναδείξουν τη σχετική επίδραση των επεμβάσεων σε σχέση με το μάρτυρα. 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 πραγματοποιήθηκαν 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 σχετίζονται 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, 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. φυλλογέννεση, βλαστογέννεση) που οφείλονται σε διαφοροποιήσεις μεριστωμάτων και κυτταρογεννήσεις και των λειτουργιών επιμήκυνσης οργάνων που οφείλονται σε επιμηκύνσεις ήδη σχηματισμένων κυττάρων. Οι δύο λειτουργίες συμπεριλαμβάνονται στην επονομαζόμενη "ανάπτυξη"

#### 4.2.2. 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).

Με βάση τα παραπάνω και δεδομένου ότι η λεγόμενη ανάπτυξη εμπεριέχει σε μεγάλο βαθμό λειτουργίες όπως οι κυτταροδιαίρεσεις και οι διαφοροποιήσεις μεριστομάτων, γίνεται προφανές αυτή θα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία. Γι αυτό το λόγο τα περισσότερα μαθηματικά προσομοιώματα της ανάπτυξης συσχετίζουν αυτή κυρίως με την θερμοκρασία. Ο συνηθέστερος τρόπος μελέτης είναι η συσχέτιση της ανάπτυξης με τις βαθμώρες ή και βαθμοήμερες (θερμικές μονάδες) δηλαδή το χρονικό ολοκλήρωμα των θερμοκρασιών του αέρα πάνω από μια θερμοκρασία βάσης. Σε πολλά φυτά έχει προσδιοριστεί ο αριθμός βαθμοημερών που απαιτείται για την ολοκλήρωση κάθε φάσης ανάπτυξης και με αυτό τον τρόπο εκτιμάται το στάδιο από τις θερμοκρασίες που επικρατούν. Πολλές φορές το άθροισμα των θερμοκρασιών, δηλαδή οι βαθμοήμερες, χρησιμοποιούνται ως μονάδα περιγραφής του σταδίου ανάπτυξης. (Wang, 1960).

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό διαφόρων μεταβλητών ανάπτυξης, όπως ο αριθμός ωριμότητας των μπιζελιών (Katz, 1952), η άνθιση και ωριμότητα του αραβοσίτου (Gilmore and Rogers, 1958, Cross and Zuber, 1972) η άνθιση του σιταριού (Bauer *et al.*, 1984) και η άνθιση του γερανίου (White and Warrington, 1988).

Η ανάλυση της χρήσης των θερμικών μονάδων υποδηλώνει ότι η ανάπτυξη των φυτών μπορεί να μοντελοποιηθεί χρησιμοποιώντας τις μεταβλητές του περιβάλλοντος δηλαδή την ακτινοβολία και την θερμοκρασία. (Nuttonson, 1948; Angus *et al.*, 1981.; Larsen, 1988; Masle *et al.*, 1989)

Η μέθοδος των βαθμοημερών βρίσκει εφαρμογή κυρίως στις υπαίθριες ετήσιες ή πολυετείς καλλιέργειες όπου η διακύμανση των θερμοκρασιών την περίοδο της καλλιέργειας είναι ελάχιστη και δεν υπάρχει καμιά δυνατότητα τροποποίησης της.

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:
  1. Επίδραση κατά τη διάρκεια της ημέρας (φωτοπερίοδος)
  2. 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 κυτταροδιαίρεσεων 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 είδη υπαρχόντων, για τις Ελληνικές συνθήκες.

Μοντέλα όπως αυτά του **Berniger**, (1994), για την ποικιλία "Sonia", των **Hopper et al.**, (1994), με το μοντέλο **Rosesim** για την ποικιλία "Royalty", των **Pasian and Lieth**, (1995), για την ποικιλία "Cara Mia", και του **Morisot**, (1996), με το μοντέλο **P.P.Rose** (Potential Production of Roses) για τις ποικιλίες "Sweet Promise" και "Jellocami", τα οποία είναι βασισμένα στις θερμικές μονάδες (thermal units), δεν έχουν μελετηθεί κάτω από την επίδραση των ελληνικών συνθηκών.

*Κρίνεται λοιπόν αναγκαία η επαλήθευση των προαναφερθέντων μοντέλων προσαρμοσμένα σε ελληνικές συνθήκες ή η πιστοποίηση των προαναφερθέντων, στα κλιματικά δεδομένα της χώρας μας ή ακόμα και η δημιουργία νέων μοντέλων προσαρμοσμένων στις Ελληνικές συνθήκες, αν τα υπάρχοντα αποδειχθούν κατάλληλα. (Β. Παπαθανασίου, 1999)*



## Μέρος 2<sup>ο</sup>: Πειραματικό μέρος



## Κεφάλαιο 5°. Μοντέλα ανάπτυξης και σκοπός της εργασίας

### 5.1. Παρουσίαση μοντέλων ανάπτυξης

Η επεξεργασία των μετρήσεων και η μετέπειτα δημιουργία του μοντέλου έγινε με βάση τη μελέτη προηγούμενων υπαρχόντων σε χρήση μοντέλων. Τα μοντέλα που μελετήθηκαν είναι τα εξής: 1)E.Berniger, 2)P.P.Rose, 3)C.C.Pasian-J.H.Lieth, 4)Δώρα Χειμωνίδου.

A) Ο ρυθμός ανάπτυξης των νεαρών τριανταφύλλων του θερμοκηπίου σύμφωνα με τον E.Berniger διακρίνεται σε τρία στάδια από την κοπή των ανθοφόρων βλαστών έως την πλήρη ανθοφορία τους (Πίνακες Σταδίων). Σύμφωνα με τον πίνακα για τα τρία στάδια χρησιμοποιούνται οι εξής εξισώσεις:

**Στάδιο 1. Η μορφή της είναι παραβολή :**  $d=6,5+0,048(27,6 -T)^2$ .

Η διάρκεια του σταδίου αυτού ήταν κυρίως μια λειτουργία της θερμοκρασίας ( T ).

**Στάδιο 2. Η μορφή της είναι παραβολή :**  $d=9,66+0,088(27,01 -T)^2$ .

Η παραβολική λειτουργία κατά τη διάρκεια του σταδίου 2 οφείλεται στην λειτουργική ενέργεια του PAR (Φωτοσυνθετικά Ενεργή Ακτινοβολία).

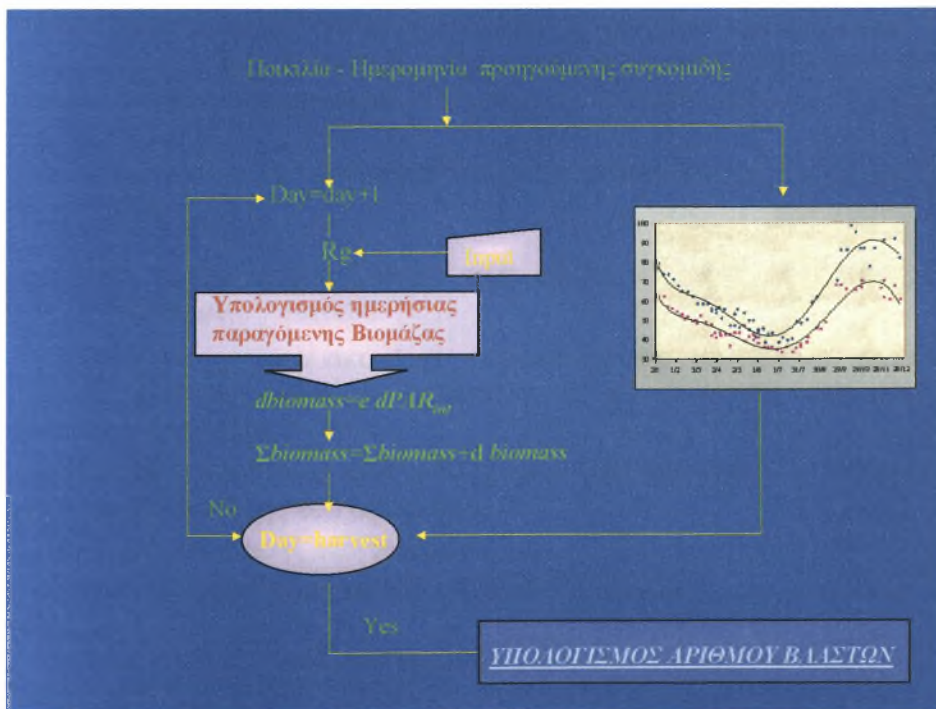
**Στάδιο 3. Η μορφή της είναι παραβολή :**  $d=14,24+0,146(28,69 -T)^2$ .

Η παραβολική λειτουργία κατά τη διάρκεια του σταδίου 3 οφείλεται στην λειτουργική ενέργεια του PAR (Φωτοσυνθετικά Ενεργή Ακτινοβολία).

Η τιμή του PAR ήταν από 0,65 έως 2,6 MJ m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η ακτινοβολία και η μέση θερμοκρασία του αέρα είχαν διαφορετική επίδραση στην ανάπτυξη των νεαρών τριανταφυλλιών.

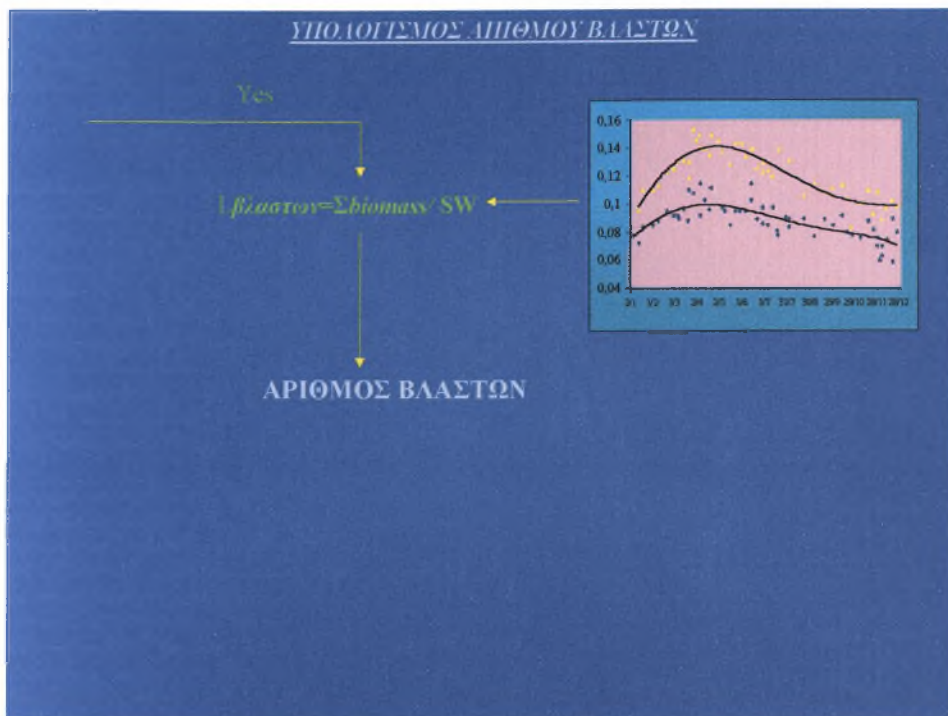
B) Ο P.P.Rose κατασκεύασε ένα εμπειρικό μοντέλο της ικανότητας παραγωγής για δρεπτά τριαντάφυλλα. Σύμφωνα με αυτό είναι δυνατόν να προβλεφθεί:

- Η καθημερινή ενέργεια που απορροφάται και το ποσό της βιομάζας που παράγεται.
- Η ημέρα συγκομιδής.
- Η απόδοση για μια ορισμένη ποιότητα.



Εικόνα .6. Υπολογισμός του αριθμού βλαστών με χρήση του μοντέλου P.P. Rose

Μετά το κλάδεμα της προηγούμενης συγκομιδής και με βάση τη συγκεκριμένη ημερομηνία σαν σταθμό ξεκινάει μια σειρά μετρήσεων που αρχικά αφορούν την ποσότητα της ημερήσιας προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας για τον υπολογισμό της ημερήσιας παραγόμενης βιομάζας μέχρι την ημέρα του κλαδέματος



Εικόνα 7. Υπολογισμός του αριθμού βλαστών με χρήση του μοντέλου P.P. Rose

Καταλήγει λοιπόν στη συνολικά παραγόμενη βιομάζα η οποία διαιρείται με το ειδικό βάρος για να μας δώσει το συνολικό μήκος των παραγόμενων βλαστών. Έπειτα διαιρεί με το μήκος της εκάστοτε ποιότητας (Extra >6mm, 1st Grade 5-6mm, 2nd Grade 4-5mm, Unmarketable <4mm) για να πάρει τελικά τον αριθμό των παραγόμενων βλαστών.

Ο P.P.Rose μας δίνει ένα συνολικό κύκλο ανάπτυξης χωρίς να τον διαιρεί σε επιμέρους στάδια.

## 5.2. Σκοποί πραγματοποίησης της εργασίας και σχεδιασμός των ανάλογων σταδίων

Το μοντέλο έχει σαν σκοπό να παρουσιάσει την αύξηση και ανάπτυξη των βλαστών της τριανταφυλλιάς σε συνάρτηση με τις κλιματικές παραμέτρους. Το μοντέλο επίσης προβλέπει:

- Την πιθανότητα εμφάνισης ενός τουλάχιστον οφθαλμού μετά το κλάδεμα.
- Την ταχύτητα έκπτυξης του οφθαλμού.
- Την ταχύτητα εμφάνισης των φύλλων.
- Το μέγιστο αριθμό φύλλων σε κάθε στάδιο του φυτού
- Την ημέρα συγκομιδής.
- Την απόδοση για μια ορισμένη ποιότητα (Α.Σ.Οικονόμου, P.P.Rose).

Για να πραγματοποιηθεί αυτό ορίζονται τα στάδια ανάπτυξης των βλαστών που δίνονται στον Πίνακα Σταδίων.

Βλαστικό Στάδιο	Ανθικό Στάδιο		Δώρα Χειμωνίδου	E.Berniger	C.C.Pasian-J.H.Lieth	P.P.Rose	Δημόκας Γεώργιος
Κλάδεμα		0					
Έκπτυξη οφθαλμού		1	Στάδιο 1,2	(0-1)	BB	Κύκλος Ανάπτυξης	A
Έκπτυξη n φύλλων όπου $n=\{1,2,3, \dots, Nb\}$		1+n	Στάδιο 3	(1-B)	Ln		B
n=1			Στάδιο 4				C
n=2			Στάδιο 5				D
n=3			Στάδιο 6				VB
n={5,6,7, \dots, N}	Ορατός ανθοφόρος οφθαλμός	(1+n)+1	Στάδιο 7	(B-F)	LL		F
n={Nb+1, \dots, N}			Στάδιο 8		HV		G
	Άνθος διαμέτρου (5-7)mm.	(1+n)+2					
	Βλαστός έτοιμος για συγκομιδή	(1+n)+3					

### Πίνακας σταδίων

Η έκπτυξη του οφθαλμού ορίζεται σαν βλαστός 1cm. (E.Berniger)

Η επιμήκυνση αυτού μήκους αντίστοιχα 2 cm. (Δώρα Χειμωνίδου)

Έκπτυξη του φύλλου ορίζεται όταν είναι εμφανείς οι νευρώσεις στο κάτω μέρος του φύλλου. (C.C.Pasian-J.H.Lieth)

Ο ανθοφόρος βλαστός είναι έτοιμος για συγκομιδή όταν είναι ανοιχτά και αναστραμμένα 2 σέπαλα. (C.C.Pasian-J.H.Lieth)

Σκοπός του πειράματος που πραγματοποιήθηκε ήταν η συγκέντρωση δεδομένων για την εκτίμηση της ταχύτητας αύξησης και ανάπτυξης βλαστών τριανταφυλλιάς καθώς και των περιβαλλοντολογικών συνθηκών (θερμοκρασία αέρα, σχετικής υγρασίας, ηλιακής ακτινοβολίας) με στόχο την επαλήθευση και βαθμονόμηση ενός μαθηματικού μοντέλου συσχέτισης μεταξύ των περιβαλλοντολογικών συνθηκών και του ρυθμού ανάπτυξης. Επιπλέον, σκοπό του πειράματος αποτέλεσε και η πρόβλεψη της καταλληλότητας της παραγωγής για την έγκαιρη πρόγνωση πραγματοποίησης του συστήματος "beding".



## Κεφάλαιο 6°. Υλικά και μέθοδοι

### 6.1. Γενική περιγραφή

Κατά την πραγματοποίηση του πειράματος μελετήθηκε ο ρυθμός ανάπτυξης των βλαστών σε φυτά τριανταφυλλιάς που καλλιεργούνταν σε ανακυκλούμενο υδροπονικό σύστημα με υπόστρωμα περλίτη σε γυάλινο θερμοκήπιο στην περιοχή του Βελεστίνου, κατά τις περιόδους: (8/12/1999-22/2/2000) χειμερινή, και(15/4/2000-26/5/2000) θερινή.

Η μελέτη και περιγραφή του συστήματος καλλιέργειας γίνεται σε άξονες που περιλαμβάνουν: 1)Κατασκευαστικά στοιχεία, 2)Υπόστρωμα ανάπτυξης, 3)Περιγραφή της καλλιέργειας.

### 6.2. Το θερμοκήπιο

#### 6.2.1. Κατασκευαστικά στοιχεία

Το θερμοκήπιο που έγινε το πείραμα, ήταν τύπου απλού αμφίρρικτου με σκελετό από γαλβανισμένο χάλυβα και υαλοκάλυψη συνολικής έκτασης 200m<sup>2</sup>. Το μήκος του ήταν 31 μέτρα και το πλάτος του 6,4 μέτρα. Ο ορθοστάτης του θερμοκηπίου είχε ύψος 2,9 μέτρα και ο κορφιάς 4 μέτρα. Το θερμοκήπιο διέθετε αυτόματο σύστημα αερισμού και άρδευσης τα οποία ελέγχονταν από κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή.

#### 6.2.2. Συστήματα ελέγχου της θερμοκρασίας

Για τη μείωση της θερμοκρασίας κατά την περίοδο των εαρινών μηνών χρησιμοποιήθηκαν συστήματα εξαερισμού, δροσισμού και σκίασης.

Ο αερισμός γινόταν με τη συνδυασμένη χρήση ανεμιστήρων (δυναμικός αερισμός) και των παραθύρων οροφής (φυσικός αερισμός). Οι ανεμιστήρες ήταν τοποθετημένοι στις μετώπες του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα υπήρχαν δύο ανεμιστήρες σε κάθε πλευρά του θερμοκηπίου. Η συνολική τους παροχή ήταν 16.000m<sup>3</sup>/h. Τα παράθυρα οροφής άνοιγαν από τα τέλη Μαρτίου μέχρι και της αρχές Μαΐου όταν η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό έφτανε τους 24<sup>0</sup>C. Από αρχές Μαΐου μέχρι τα τέλη Αυγούστου τα παράθυρα άνοιγαν στους 22<sup>0</sup>C. Υπήρχε μόνο παράθυρο οροφής με επιφάνεια ανοίγματος 27m<sup>2</sup>.

Η χρήση του δροσισμού έχει σαν σκοπό την μείωση της θερμοκρασίας του χώρου. Η λειτουργία του πραγματοποιείται σε συνάρτηση με το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων. Ως επί των πλείστον για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του συστήματος και την μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή τα παράθυρα θα πρέπει να είναι κλειστά. Το όλο σύστημα βασίζεται στο ψεκάσμο νερού στο περιβάλλον με πίεση 50 Bar με άμεση συνέπεια να επιτυγχάνεται λεπτός διαμερισμός των σταγονιδίων σε μορφή ομίχλης. Ο ψεκάσμος καθ'όλη τη διάρκεια της χρήσης του δεν θα πρέπει να είναι συνεχής αλλά παροδικός.

Η σκίαση του θερμοκηπίου εφαρμόστηκε με άσπρισμα από τα μέσα Ιουνίου μέχρι και τα τέλη Σεπτεμβρίου.

Η αύξηση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας κατά τους χειμερινούς μήνες επιτυγχάνεται με τη χρήση του κεντρικού συστήματος θέρμανσης. Στο σύστημα αυτό η θερμότητα παράγεται στον καυστήρα και μεταφέρεται στο θερμοκήπιο με σωλήνες νερού. Ο καυστήρας διατηρεί το νερό σε μια σταθερή θερμοκρασία της τάξεως των

70°C και μέσω τριοδικών βανών γίνεται η κυκλοφορία του ζεστού νερού στο θερμοκήπιο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μεταλλικών σωλήνων ή μέσω πλαστικών σωλήνων όταν πρόκειται για επιδαπέδια θέρμανση, όταν η θερμοκρασία στο χώρο πέσει κάτω από μια προκαθορισμένη τιμή η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με τις καλλιεργητικές βλέψεις.

Η χρήση του συστήματος θέρμανσης πραγματοποιείται κατά την περίοδο, από αρχές Νοεμβρίου μέχρι και τέλη Μαρτίου κατά τις νυχτερινές ώρες την περίοδο του Μαρτίου.

### 6.3. Το υδροπονικό σύστημα στο θερμοκήπιο

#### 6.3.1. Περιγραφή του υδροπονικού συστήματος

Το υδροπονικό σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς παρουσιάζεται στο παρακάτω Εικόνα 8.



Εικόνα 8. Υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας τριανταφυλλιάς

Αυτό αποτελείται από πέντε γραμμές πάνω στις οποίες είναι τοποθετημένοι οι πλαστικοί σάκοι περλίτη, χωρητικότητας 45 λίτρων, με 6 φυτά ανά σάκο. Οι σάκοι κάθε γραμμής ήταν τοποθετημένοι πάνω σε πλαστικές λεκάνες στράγγισης. Επρόκειτο για φύλλα διογκωμένης πολυστερίνης στα οποία ήταν τοποθετημένοι οι σάκοι για λόγους θερμομόνωσης. Στις πέντε αυτές γραμμές εφαρμόζονταν σύστημα παροχής με θρεπτικό διάλυμα ανακυκλούμενο.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε φυτά όπου εφαρμόζονταν τόσο το **κλειστό σύστημα** παροχής του θρεπτικού διαλύματος, όσο και το **ανοιχτό σύστημα**. Στο κλειστό ανακυκλούμενο σύστημα το διάλυμα που συλλέγονταν σε μια δεξαμενή 800 λίτρων, διοχετεύονταν μέσω μιας αντλίας και των σταλακτών παροχής 4 lt/h, στους σάκους της καλλιέργειας.

Εκτός από τη δεξαμενή που περιείχε το μητρικό διάλυμα υπήρχε και μια άλλη δεξαμενή στράγγισης, όπου συλλέγονταν το διάλυμα απορροής. Από μια δεύτερη αντλία που υπήρχε στη δεξαμενή στράγγισης, το διάλυμα επέστρεφε στην αρχική δεξαμενή.

### 6.3.2. Υπόστρωμα ανάπτυξης

Για διατήρηση, αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκαν ως υπόστρωμα σάκοι περλίτη, οι οποίοι παρουσιάζονται στην εικόνα 1.

Πρόκειται για ανόργανο αργιλλοπυριτικό υλικό ηφαιστιογενούς προελεύσεως που περιέχει κρυσταλλικό νερό σε ποσοστό 3-5%.

Κάποιες **βασικές ιδιότητες** του περλίτη είναι :

- ΡΗ: 7 έως 7,5
- Ικανότητα συγκράτησης νερού :3-4 φορές το βάρος του σε νερό
- Εναλλακτική ικανότητα: μηδενική

Προτιμήθηκε για τα **πλεονεκτήματα** που διαθέτει όπως:

- Πολύ ελαφρύ υλικό
- Υλικό αποστειρωμένο τη στιγμή της πρώτης χρήσης
- Καλή ικανότητα στράγγισης νερού

Οι σάκοι περλίτη ήταν κατασκευασμένοι από μαλακή πλαστική ύλη και περιείχαν το υπόστρωμα ανάπτυξης. Εξωτερικά ήταν άσπροι και εσωτερικά μαύροι.

### 6.3.3. Θρεπτικό διάλυμα

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

Συγκεκριμένα, η τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος των φυτών γίνονταν κάθε 1 ώρα, 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 σε όλο το διάστημα που έγινε το πείραμα, Πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Σύσταση θρεπτικού διαλύματος

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

### 6.4. Η καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς

#### 6.4.1. Η ποικιλία και τα χαρακτηριστικά της

Χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία First Red ( Εικόνα 9 ), η οποία 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 9. Ποικιλία First Red**

#### **6.4.2. Διάταξη των φυτών στο χώρο**

Τα φυτά ήταν τοποθετημένα σε πέντε γραμμές (σε κλειστό και ανοικτό σύστημα). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 41,5 cm. Το πλάτος κάθε γραμμής ήταν 27,5 cm ενώ το μήκος 21m.

Σε κάθε γραμμή υπήρχαν 21 σάκοι περλίτη στη σειρά. Κάθε σάκος είχε διαστάσεις 90cm μήκος και 30cm πλάτος και διέθετε 6 οπές. Κάθε οπή είχε διάμετρο 8 cm. Σε κάθε οπή υπήρχε ένα φυτό τριανταφυλλιάς και ήταν προσαρμοσμένος ένας σταλάκτης παροχής θρεπτικού διαλύματος για να ικανοποιεί τις ανάγκες του φυτού σε νερό και θρεπτικά στοιχεία.

#### **6.4.3. Καλλιεργητικές φροντίδες**

##### **6.4.3.1. Κλάδεμα**

Κατά τη διάρκεια της πρώτης πειραματικής επανάληψης η οποία ξεκίνησε στις 2/7/99 και ολοκληρώθηκε στις 30/7/99 δεν πραγματοποιήθηκε κοπή των βλαστών αλλά η επιλογή έγινε τυχαία με βάση το μήκος των βλαστών καθώς έπρεπε να είναι διαφορετικών μεγεθών για την καλύτερη εξέταση του δείγματος.

Αντίθετα κατά την διάρκεια των δύο επόμενων πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν από της 21/12/99 έως της 22/2/00 και από της 4/5/00 έως και 26/5/00 τα φυτά κόπηκαν στη βάση τους, αφήνοντας μήκος βλαστών ανάλογο για την έκπτυξη 2-3 οφθαλμών που θα έδιναν τη δημιουργία των νέων ανθοφόρων βλαστών.



Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος εφαρμόζονταν κορυφολόγημα σε όλα τα φυτά. Γινόταν αφαίρεση των μπουμπουκιών όταν αυτά σχηματίζονταν για να έχουμε τη βέλτιστη δυνατή ανάπτυξη



**Εικόνα 10.** Κορυφολόγημα βλαστών

Το σύστημα κλαδέματος που χρησιμοποιήσαμε είναι το σύστημα “beding”. Υπήρχαν δηλαδή βλαστοί οι οποίοι δεν αφαιρούνταν, αλλά κάμπτονταν και έμεναν στη βάση του φυτού καθώς η φυλλική τους επιφάνεια χρησιμοποιούνταν ως φωτοσυνθετική βάση. Μετά από κάθε κάμψη και λίγο πιο κάτω από το σημείο κάμψης εμφανίζονταν νέοι πλάγιοι οφθαλμοί από τους οποίους εκπύσσονταν πλάγιοι βλαστοί.

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

#### **6.4.3.2. Αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών**

Για την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών όπως αφίδες, σκωριάσεις και ωίδιο γίνονταν προληπτικοί ψεκασμοί κάθε δύο εβδομάδες, ενώ γίνονταν κανονικοί ψεκασμοί για την αντιμετώπιση του αλευρώδη και του τετράνυχου.

### **6.5. Μετρήσεις**

#### **6.5.1. Βιολογικές μετρήσεις**

##### **6.5.1.1. Τυχαιοποιημένο σχέδιο**

Οι καλλιεργητικές επεμβάσεις εφαρμόστηκαν σε 30 βλαστούς τριανταφυλλιάς οι οποίοι επιλέχθηκαν με το σύνολο της απλής τυχαιοποίησης από το σύνολο των βλαστών όλων των φυτών. Η θέση των φυτών ήταν 6 φυτά από κάθε σειρά που απείχαν το ένα από το άλλο τυχαίες αποστάσεις. Για τον εντοπισμό των φυτών χρησιμοποιήθηκαν ταμπελάκια ως δείκτες, χωρίς όμως να πραγματοποιηθεί ιδιαίτερη μεταχείριση στα φυτά αυτά.

Τα αποτελέσματά μας συγκρίθηκαν με αυτά που προκύπτουν από την εξίσωση που προτάθηκε από τον **Gusset**, (1991), για διαφορετική ποικιλία και διαφορετικές συνθήκες ανάπτυξης των φυτών. Σύμφωνα με τη σχέση αυτή:

$$W=W_{\max} / [1+\exp (b-aX)]$$

όπου:

W= η μετρίμενη τιμή αύξησης των χαρακτηριστικών σε (cm)

W<sub>max</sub>= η μέγιστη προσδοκόμενη τιμή, των χαρακτηριστικών σε (cm)

b= βαθμονομημένη παράμετρος 1

a= βαθμονομημένη παράμετρος 2

X= οι ημέρες (t), το άθροισμα των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών (T<sub>m</sub>), το άθροισμα των τιμών της ηλιακής ενέργειας (R<sub>g<sub>m</sub></sub>) για τις ημέρες που πάθησαν οι μετρήσεις.

Η εξίσωση αυτή συσχετίζει τη διάρκεια ανάπτυξης W με τις ημέρες (t), ή το άθροισμα των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών (T<sub>m</sub>), ή το άθροισμα των τιμών της ηλιακής ενέργειας (R<sub>g<sub>m</sub></sub>). Με βάση αυτά μπορεί να υπολογιστεί η τιμή των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, αριθμός φύλλων, φυλλική επιφάνεια). Ο **Gusset** βαθμονόμησε αυτή τη σχέση, προσδιορίζοντας τις τιμές b=10 και a=0,4.

## 6.7. Στατιστική ανάλυση

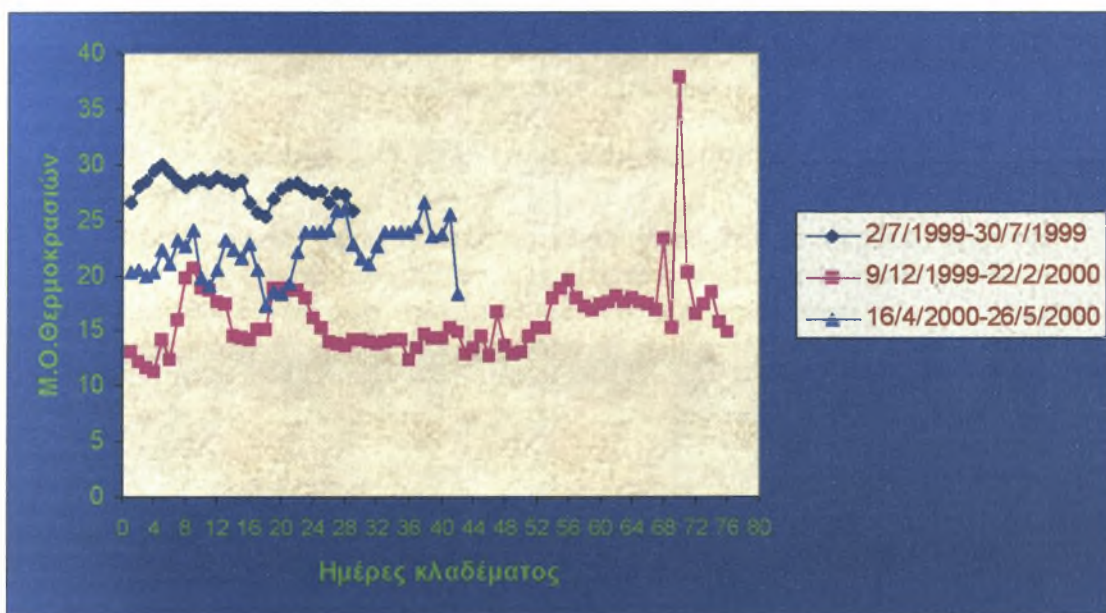
Για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός υπολογιστής και τα λογισμικά πακέτα EXCEL και STATGRAPHICS.

Με τη χρήση του STATGRAPHICS υπολογίστηκαν οι παράμετροι **b** και **a**, ξεχωριστά για κάθε ποιότητα και κάθε καλλιεργητική περίοδο, με χρήση του **X** ως ημέρες (t), ή ως το άθροισμα των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών (T<sub>m</sub>), ή ως το άθροισμα των τιμών της ηλιακής ενέργειας (R<sub>g<sub>m</sub></sub>). Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της παλινδρόμησης (Regression)

## Κεφάλαιο 7°. Αποτελέσματα - Συζήτηση

### 7.1. Θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου την περίοδο των παρατηρήσεων

Οι μετρήσεις των κλιματικών παραμέτρων και οι παρατηρήσεις της αύξησης και ανάπτυξης των βλαστών, πραγματοποιήθηκαν κατά τις τρεις περιόδους, δηλαδή από της 2 Ιουλίου έως 30 Ιουλίου 1999, από της 9 Δεκεμβρίου 1999 έως 22 Φεβρουαρίου 2000 και τέλος από 16 Απριλίου έως 26 Μαΐου 2000. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία του αέρα κατά τις τρεις πειραματικές περιόδους ήταν  $M.O._1=27.82^{\circ}C$ ,  $M.O._2=(16.11\pm 3.48)^{\circ}C$ ,  $M.O._3=(22.18\pm 2.28)^{\circ}C$  και κυμαίνονταν μεταξύ  $(25.3-29.9)^{\circ}C$  για την πρώτη περίοδο,  $(11.3-37.7)^{\circ}C$  για την δεύτερη,  $(17.3-26.5)^{\circ}C$  για την τρίτη περίοδο.

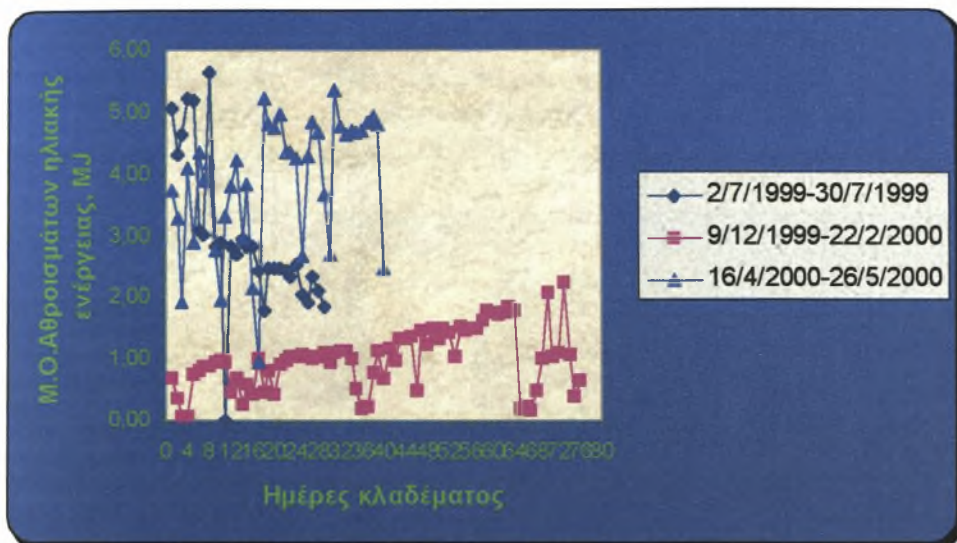


Εικόνα 12. Μ.Ο.Θερμοκρασιών κατά την διάρκεια των πειραματικών περιόδων.

### 7.2. Ηλιακή ενέργεια στο εσωτερικό του θερμοκηπίου την περίοδο των παρατηρήσεων

Κατά την ίδια χρονική πειραματική περίοδο μετρήθηκαν και οι μέσοι όροι των αθροισμάτων της ηλιακής ενέργειας για κάθε περίοδο χωριστά. Οι μέσοι όροι των αθροισμάτων της ηλιακής ενέργειας ήταν  $M.O._1=2.93MJ$ ,  $M.O._2=(0.99\pm 0.49)MJ$ ,  $M.O._3=(3.88\pm 1.05)MJ$  και κυμαίνονταν μεταξύ  $(0-5.65)MJ$  για την πρώτη περίοδο,  $(0.05-2.22)MJ$  για την δεύτερη,  $(0.92-5.35)MJ$  για την τρίτη περίοδο.

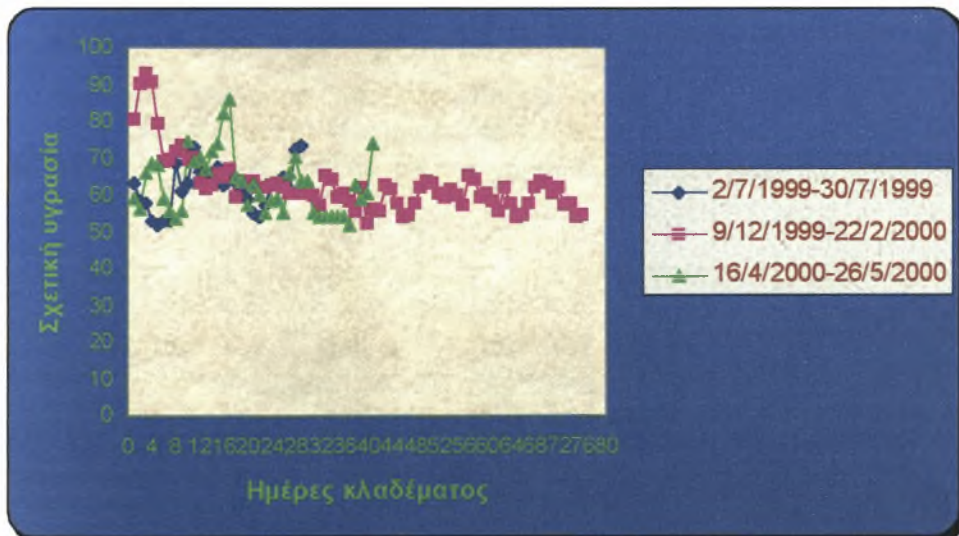




Εικόνα 13. Μ.Ο. Αθροισμάτων ηλιακής ενέργειας MJ κατά την διάρκεια των πειραματικών περιόδων

### 7.3. Σχετική υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου την περίοδο των παρατηρήσεων

Την ίδια χρονική πειραματική περίοδο μετρήθηκαν και οι μέσες τιμές της σχετικής υγρασίας όπου παρατηρήθηκε μια σχετική ταύτιση των τιμών που δεν χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του μοντέλου προσομοίωσης.



Εικόνα 14. Σχετική υγρασία κατά την διάρκεια των πειραματικών περιόδων

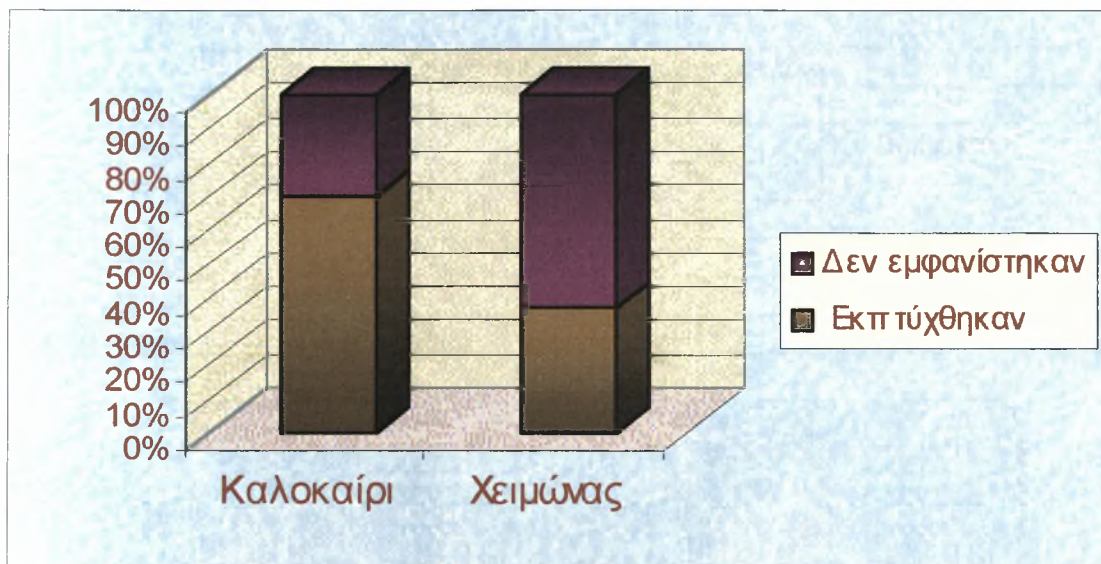
### 7.4. Έκπτυξη οφθαλμών υπό την επίδραση των κλιματικών παραμέτρων

#### 7.4.1. Έκπτυξη βλαστοφόρων οφθαλμών

Η πιθανότητα εμφάνισης ενός τουλάχιστον οφθαλμού κατά τις καλλιεργητικές περιόδους Β, Γ είναι αντίστοιχα Β=36,66%, Γ=70%. Το ακατάλληλο θρεπτικό διάλειμμα ήταν υπεύθυνο για την μη έκπτυξη 20% των οφθαλμών κατά τη διάρκεια των 2 πειραματικών περιόδων που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις.



Η ταχύτητα έκπτυξης των οφθαλμών για τις Β, Γ καλλιεργητικές περιόδους ήταν αντίστοιχα  $M.O_B = 33,81$  ημέρες και εμπεριέχονται μεταξύ των τιμών (29-49) ημερών που ελήφθησαν κατά την αντίστοιχη καλλιεργητική περίοδο και  $M.O_I = 21,381$  ημέρες και εμπεριέχονται μεταξύ των τιμών (18-37) ημερών που ελήφθησαν κατά την αντίστοιχη καλλιεργητική περίοδο.



Σχήμα 1. Ποσοστό (%) έκπτυξης οφθαλμών.

#### 7.4.2. Έκπτυξη ανθοφόρων βλαστών

Από τους οφθαλμούς που εκπτύχθηκαν, το ποσοστό αυτών που έφτασαν στο ανθοφόρο στάδιο κατά την Β περίοδο ήταν 18.18%, ενώ κατά τη Γ περίοδο ήταν 85.7%. Οι υπόλοιποι παρέμειναν βλαστοφόροι καθώς δεν παρατηρήθηκε εμφάνιση ανθικού σχηματισμού.

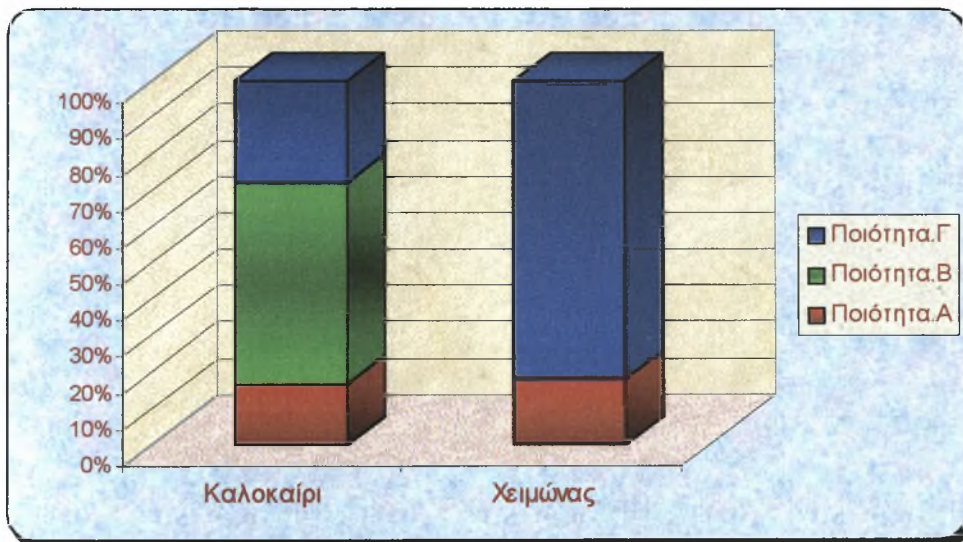


Σχήμα 2. Ποσοστό (%) ανθοφορίας τριαντάφυλλων.

### 7.4.3. Διαχωρισμός ποιοτήτων ανθοφόρων βλαστών

Ο διαχωρισμός των διαφόρων ποιοτήτων έγινε με βάση τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που δίνονται από την βιβλιογραφία (Α.Σ.Οικονόμου,Ρ.Ρ.Ρose). Διακρίναμε λοιπόν τις τρεις χαρακτηριστικές ποιότητες για τις δύο πειραματικές περιόδους για τις ολοκληρωμένες πειραματικές περιόδους.

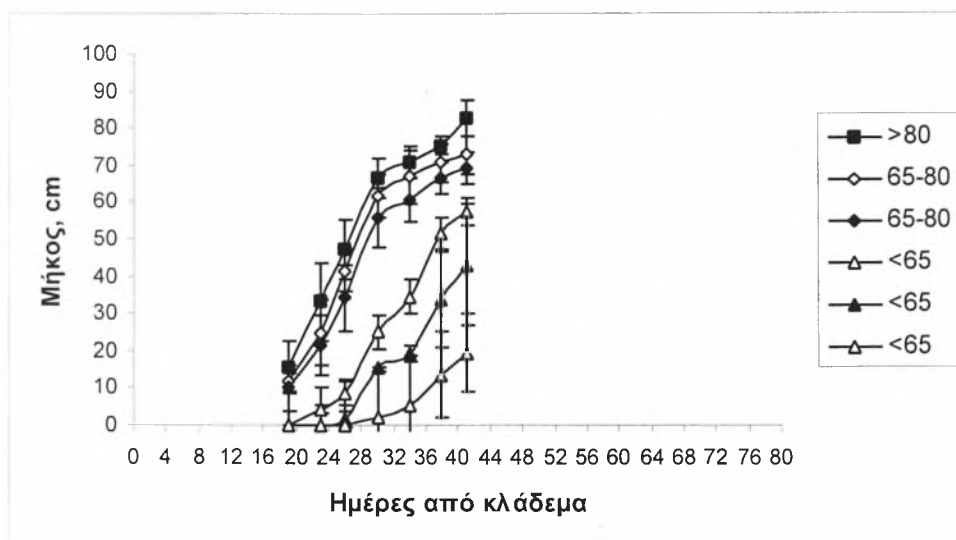
Βλαστοί που έφτασαν στο ανθικό τους στάδιο			
	Ανοικτό	Κλειστό	
Ποιότητα Α	0%	16,66%	Καλοκαίρι
Ποιότητα Β	22,22%	33,33%	
Ποιότητα Γ	16,66%	11,11%	
Ποιότητα Α	18,18%	0%	Χειμώνας
Ποιότητα Β	0%	0%	
Ποιότητα Γ	27,27%	54,44%	



Σχήμα 3. Ποσοστό (%) των ποιοτήτων (Α,Β,Γ) των ανθοφόρων τριανταφύλλων

### 7.5. Διάρκεια ανάπτυξης και ταχύτητα αύξησης του μήκους των βλαστών

Η μέση διάρκεια ανάπτυξης των βλαστών από την φάση Α μέχρι τη φάση Γ (Πίνακας Σταδίων), για την περίοδο Β είναι  $59,4 \pm 8,1$  μέρες και εμπεριέχονται μεταξύ των τιμών (43-63), ενώ για την περίοδο Γ είναι αντίστοιχα  $20,9 \pm 1,8$  μέρες και εμπεριέχονται μεταξύ των τιμών (18-22).



Σχήμα 4. Ρυθμός αύξησης του μήκους των βλαστών (cm/μέρα) την **θερινή** περίοδο σε ανοικτό και κλειστό σύστημα



Σχήμα 5. Ρυθμός αύξησης του μήκους των βλαστών (cm/μέρα) την **χειμερινή** περίοδο σε ανοικτό και κλειστό σύστημα

Παρατηρούμε δηλαδή ότι τη **θερινή** περίοδο οι βλαστοί φτάνουν στο ανθικό τους στάδιο πολύ πιο γρήγορα από την **χειμερινή** περίοδο και στα δύο καλλιεργητικά συστήματα. Επίσης οι βλαστοί παρουσιάζουν καλύτερη ποιότητα κατά τη θερινή περίοδο, από την αντίστοιχη χειμερινή.

Η ταχύτητα αύξησης των βλαστών στα δύο καλλιεργητικά συστήματα (Ανοικτό-Κλειστό), κατά τις δύο πειραματικές περιόδους, για τις τρεις χαρακτηριστικές ποιότητες, δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

	Καλοκαίρι	Χειμώνας
Ποιότητα Α	2,97	1,5
Ποιότητα Β	2,8-2,89	(-)
Ποιότητα Γ	0,88-2	0,21-0,48

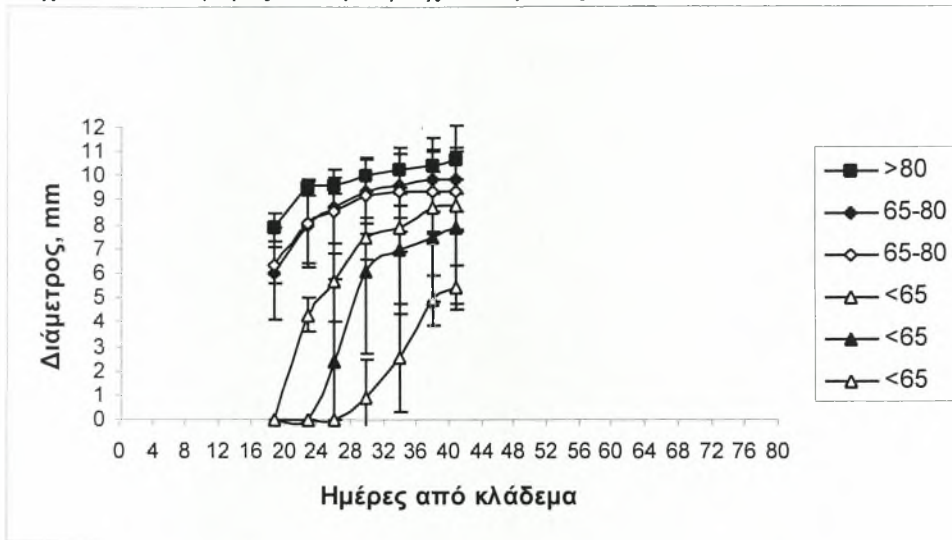
**Πίνακας1.** Ταχύτητα αύξησης των βλαστών (cm/μέρα)

Η διαφορά της ταχύτητας ανάπτυξης του μήκους των βλαστών, μεταξύ των δύο περιόδων είναι εμφανής, καθώς ανεξάρτητα από την ποιότητα η ταχύτητα είναι πολύ μικρότερη τη χειμερινή περίοδο.

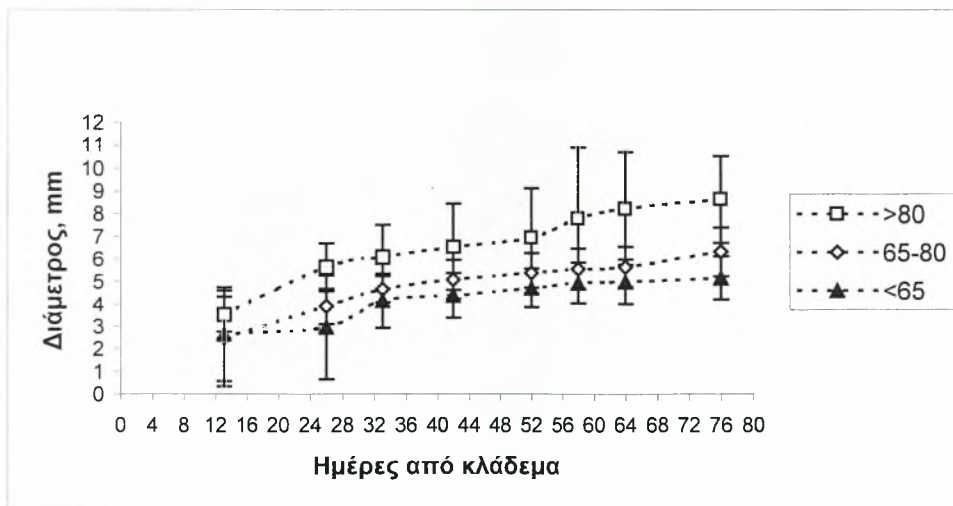


## 7.6. Διάρκεια ανάπτυξης και ταχύτητα αύξησης της διαμέτρου

Η μέση διάρκεια ανάπτυξης της διαμέτρου των βλαστών από την φάση Α μέχρι τη φάση Γ, για την περίοδο Β είναι η ίδια δηλαδή  $59,4 \pm 8,1$  μέρες και εμπεριέχονται μεταξύ των τιμών (43-63), όπως και για την περίοδο Γ είναι αντίστοιχα  $20,9 \pm 1,8$  μέρες και εμπεριέχονται μεταξύ των τιμών (18-22).



Σχήμα 6. Ρυθμός αύξησης της διαμέτρου των βλαστών (mm/μέρα) την θερινή περίοδο σε ανοικτό και κλειστό σύστημα



Σχήμα 7. Ρυθμός αύξησης της διαμέτρου των βλαστών (mm/μέρα) την χειμερινή περίοδο σε ανοικτό και κλειστό σύστημα

Ο διαχωρισμός των ποιοτήτων έγινε με βάση τη βιβλιογραφία (Α.Σ.Οικονόμου, Ρ.Ρ.Ροσε). Η διάκριση με βάση τα υπάρχοντα διαγράμματα μας παρουσιάζει, εκτός από την πιο σύντομη χρονική ανάπτυξη της διαμέτρου την θερινή περίοδο και μια ποιοτική διαφορά που εκφράζεται με το χαρακτηριστικό της διαμέτρου. Οι βλαστοί λοιπόν που εκπύσσονται την θερινή περίοδο είναι καλύτερης ποιότητας καθώς διαθέτουν και μεγαλύτερη διάμετρο.



Η ταχύτητα αύξησης της διαμέτρου κατά της δύο περιόδους στα δύο καλλιεργητικά συστήματα παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

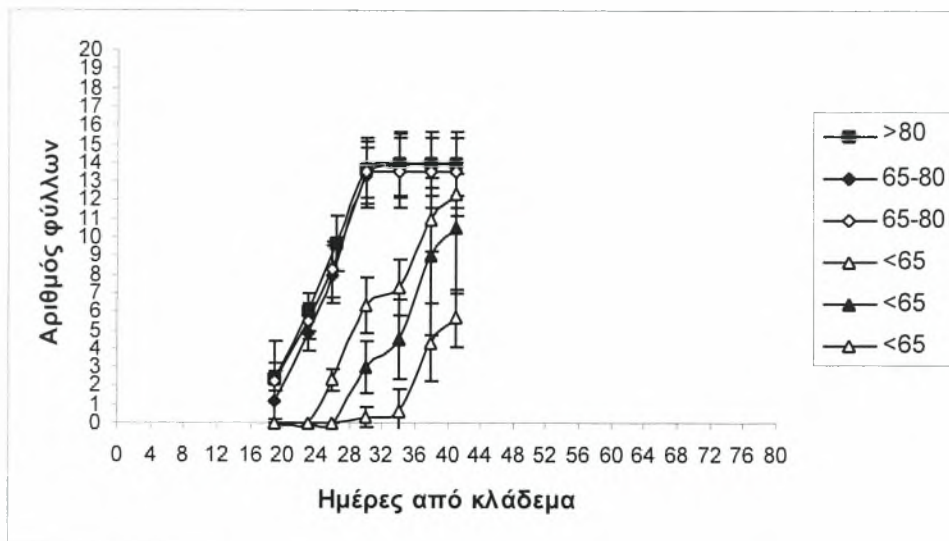
	Καλοκαίρι	Χειμώνας
Ποιότητα Α	0,415	0,076
Ποιότητα Β	0,277	0,042-0,055
Ποιότητα Γ	(-)	(-)

**Πίνακας 2.** Ταχύτητα αύξησης της διαμέτρου των βλαστών (mm/μέρα)

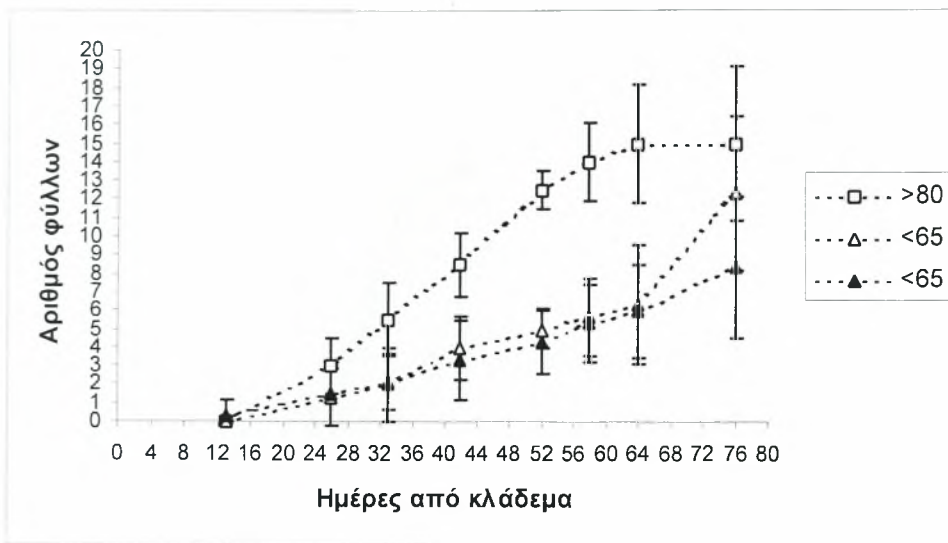
Η κατηγοριοποίηση των ποιοτήτων ανάλογα με την καλλιεργητική περίοδο μας δείχνει μια διαφορά στην ταχύτητα της αύξησης. Η θερινή υπερέχει σαφώς της χειμερινής.

### 7.7. Διάρκεια ανάπτυξης και ταχύτητα αύξησης του αριθμού των φύλλων

Η χρονική διάρκεια που απαιτείται για την ολοκλήρωση της έκπτυξης των φύλλων κάθε βλαστού, είναι η ίδια που απαιτείται για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης των βλαστών, καθώς λαμβάνουμε τους βλαστούς ως ενιαίο σύνολο, όπου εμπεριέχονται και τα φύλλα, κάτι που παρουσιάστηκε στην (7.5.) παράγραφο.



**Σχήμα 8.** Ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων των βλαστών την θερινή περίοδο σε ανοικτό και κλειστό σύστημα



**Σχήμα 9.** Ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων των βλαστών την χειμερινή περίοδο σε ανοικτό και κλειστό σύστημα

Η διάρκεια εμφάνισης του πλήθους των φύλλων είναι πολύ μικρότερη τη θερινή περίοδο, κάτι που συμβάλει στην εμφάνιση νωρίτερα μεγαλύτερης φωτοσυνθετικά ενεργής επιφάνειας.

Κατά την διάρκεια της Β περιόδου των μετρήσεων οι βλαστοί εμφάνισαν 4 έως 16 φύλλα ο καθένας. Δεν παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ των 2 καλλιεργητικών συστημάτων. Ο μέσος αριθμός φύλλων ανά βλαστό ήταν  $12 \pm 2$  φύλλα για το ανοικτό και το κλειστό σύστημα .

Κατά την διάρκεια της Γ περιόδου των μετρήσεων οι βλαστοί εμφάνισαν 7 έως 16 φύλλα ο καθένας. Δεν παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ των 2 καλλιεργητικών συστημάτων. Ο μέσος αριθμός φύλλων ανά βλαστό ήταν  $12 \pm 2$  φύλλα για το ανοικτό και το κλειστό σύστημα .

Η ταχύτητα με την οποία εκπτύσσονται τα φύλλα κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης του φυτού, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Γίνεται διαχωρισμός των ποιοτήτων και των καλλιεργητικών περιόδων.

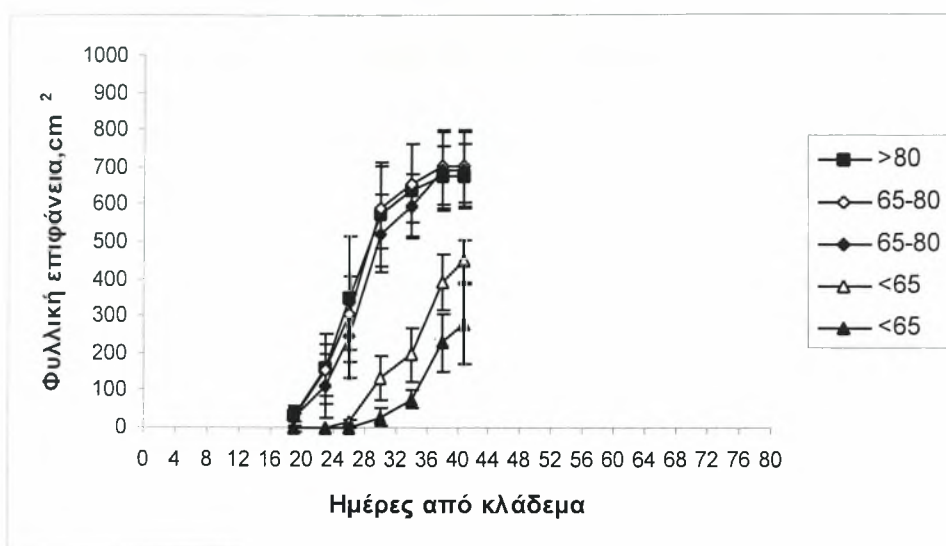
	Καλοκαίρι	Χειμώνας
Ποιότητα Α	0,91-1,01	0,27
Ποιότητα Β	0,83	(-)
Ποιότητα Γ	0,61-0,71	0,12-0,17

**Πίνακας 3.** Ταχύτητα αύξησης του αριθμού των φύλλων των βλαστών

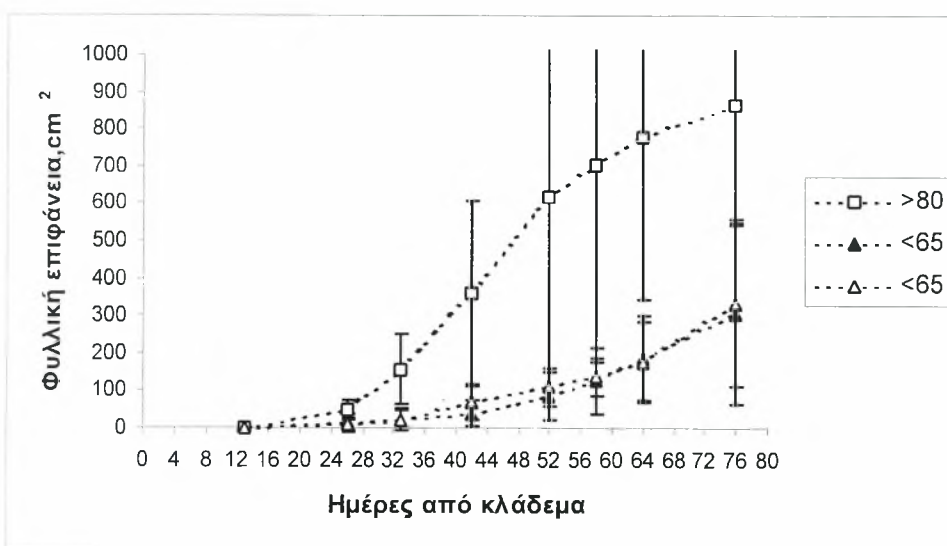
Παρατηρούμε λοιπόν ότι ανεξάρτητα από την ποιότητα η ταχύτητα αύξησης της του αριθμού των φύλλων των βλαστών την θερινή περίοδο είναι πιο μεγάλη από αυτή της χειμερινής.

### 7.8. Διάρκεια ανάπτυξης και ταχύτητα αύξησης της φυλλικής επιφάνειας

Η διάρκεια ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας των βλαστών είναι ανάλογη με αυτή της εμφάνισης των φύλλων.



Σχήμα 10. Ρυθμός αύξησης της φυλλικής επιφάνειας των βλαστών την θερινή περίοδο σε ανοικτό και κλειστό σύστημα



Σχήμα 11. Ρυθμός αύξησης της φυλλικής επιφάνειας των βλαστών την χειμερινή περίοδο σε ανοικτό και κλειστό σύστημα

Η παραπάνω απεικόνιση των διαγραμμάτων παρουσιάζει τη συμπλήρωση της απαραίτητης φυλλικής επιφάνειας, σε πολύ πιο σύντομο χρονικό διάστημα τη θερινή περίοδο. Επίσης δείχνει και τη διαφορά μεταξύ των ποιοτήτων κατά τη θερινή περίοδο.

Η ταχύτητα έκπτυξης της φυλλικής επιφάνειας στα δύο καλλιεργητικά συστήματα, τις δύο καλλιεργητικές περιόδους δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

	Καλοκαίρι	Χειμώνας
Ποιότητα Α	33,5-33,8	16
Ποιότητα Β	31,4	(-)
Ποιότητα Γ	13,2-22,4	4,6-4,9

**Πίνακας 4.** Ταχύτητα αύξησης της φυλλικής επιφάνειας ( $\text{cm}^2/\text{μέρα}$ ) των βλαστών

Η παρατήρηση του πίνακα μας δείχνει έναν διπλασιασμό της ταχύτητας αύξησης της φυλλικής επιφάνειας των βλαστών τη θερινή περίοδο σε σχέση με τη χειμερινή.

### 7.9. Σχέση ανάπτυξης των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, διάμετρος, αριθμού φύλλων, φυλλικής επιφάνειας) και διαφόρων κριτηρίων (θερμοημερών, θερμοκρασιών, ηλιακής ενέργειας)

Για την βαθμονόμηση της σχέσης του **Gusset**:

$$W = W_{\max} / [1 + \exp(b - aX)]$$

χρησιμοποιήσαμε όπου  $W_{\max}$ , δηλαδή την επιθυμητή κατά περίπτωση τιμή, τις τιμές του παρακάτω πίνακα, ανά καλλιεργητική περίοδο και ποιότητα, για κάθε χαρακτηριστικό του βλαστού.

**Πίνακας τιμών  $W_{\max}$**

		Μήκος(cm)	Διάμετρος(mm)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια(cm <sup>2</sup> )
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	85	11	15	700
	Ποιότητα Β	72	10	14	700
	Ποιότητα Γ	50	8	11	400
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	85	8	15	800
	Ποιότητα Γ	40	6	12	200

#### 7.9.1. Σχέση ανάπτυξης του μήκους του βλαστού και θερμοημερών

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση του μήκους του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 1.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	5,39±0,6	0,21±0,023	0,93
	Ποιότητα Β	5,52±0,81	0,19±0,028	0,66
	Ποιότητα Γ	10±4,44	0,38±0,17	0,62
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	4,78±1,59	0,1±0,033	0,77
	Ποιότητα Γ	4,93±0,79	0,062±0,012	0,43

#### 7.9.2. Σχέση ανάπτυξης διαμέτρου του βλαστού και θερμοημερών

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση της διαμέτρου του βλαστού, δεν επέτρεψαν τη χρήση συμπερασμάτων καθώς  $R^2 < 0.56$ .

#### 7.9.3. Σχέση ανάπτυξης του αριθμού των φύλλων του βλαστού και θερμοημερών

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση του αριθμού των φύλλων του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	7,98±1,41	0,33±0,057	0,90
	Ποιότητα Β	7,44±1,4	0,28±0,052	0,66
	Ποιότητα Γ	10,83±4,15	0,41±0,16	0,68
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	4,68±1,43	0,12±0,036	0,83
	Ποιότητα Γ	3,74±0,52	0,063±0,01	0,63



#### 7.9.4. Σχέση ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού και θερμοημερών

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 3.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	9,92±2,25	0,38±0,086	0,88
	Ποιότητα Β	10,31±1,13	0,38±0,042	0,90
	Ποιότητα Γ	13,3±3,02	0,38±0,087	0,82
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	6,37±3,44	0,15±0,078	0,65
	Ποιότητα Γ	8,74±4,16	0,168±0,078	0,45

#### 7.10. Συσχέτιση των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, διάμετρος, αριθμού φύλλων, φυλλικής επιφάνειας) και θερμοκρασίας

##### 7.10.1. Σχέση ανάπτυξης του μήκους του βλαστού και θερμοκρασίας

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση του μήκους του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 4.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	4,94±0,53	0,0092±0,0009	0,93
	Ποιότητα Β	5,05±0,7	0,008±0,0011	0,66
	Ποιότητα Γ	9,3±3,73	0,016±0,006	0,62
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	4,8±1,5	0,0069±0,002	0,77
	Ποιότητα Γ	4,66±0,67	0,0037±0,0006	0,43

##### 7.10.2. Σχέση ανάπτυξης διαμέτρου του βλαστού και θερμοκρασίας

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση της διαμέτρου του βλαστού, δεν επέτρεψαν τη χρήση συμπερασμάτων καθώς  $R^2 < 0.56$ .

##### 7.10.3. Σχέση ανάπτυξης του αριθμού των φύλλων του βλαστού και θερμοκρασίας

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση του αριθμού των φύλλων του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 5.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	7,38±1,2	0,014±0,0024	0,90
	Ποιότητα Β	6,8±1,17	0,012±0,002	0,66
	Ποιότητα Γ	9,61±3,22	0,017±0,005	0,68
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	4,99±1,46	0,008±0,0024	0,83
	Ποιότητα Γ	3,61±0,46	0,0039±0,0005	0,63

#### 7.10.4. Σχέση ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού και θερμοκρασίας

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 6.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	8,9±1,88	0,015±0,0033	0,88
	Ποιότητα Β	9,3±0,95	0,016±0,001	0,90
	Ποιότητα Γ	12,13±2,54	0,016±0,003	0,82
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	6,61±3,51	0,01±0,0052	0,65
	Ποιότητα Γ	8,15±3,5	0,01±0,0043	0,45

#### 7.11. Συσχέτιση των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, διάμετρος, αριθμού φύλλων, φυλλικής επιφάνειας) και. ενέργειας

##### 7.11.1. Σχέση ανάπτυξης του μήκους του βλαστού και ενέργειας

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση του μήκους του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 7.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	4,32±0,48	0,05±0,005	0,93
	Ποιότητα Β	4,49±0,63	0,045±0,0062	0,66
	Ποιότητα Γ	8,3±3,49	0,092±0,039	0,62
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	3,5±1,06	0,09±0,02	0,77
	Ποιότητα Γ	4,01±0,60	0,049±0,0094	0,42

##### 7.11.2. Σχέση ανάπτυξης διαμέτρου του βλαστού και ενέργειας

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση της διαμέτρου του βλαστού, δεν επέτρεψαν τη χρήση συμπερασμάτων καθώς  $R^2 < 0.56$ .

##### 7.11.3. Σχέση ανάπτυξης του αριθμού των φύλλων του βλαστού και ενέργειας

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση του αριθμού των φύλλων του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 8.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	6,4±1,11	0,078±0,013	0,90
	Ποιότητα Β	6,1±1,1	0,066±0,011	0,66
	Ποιότητα Γ	8,9±3,17	0,098±0,035	0,68
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	3,73±1,14	0,12±0,037	0,83
	Ποιότητα Γ	2,9±0,37	0,05±0,0069	0,61

#### 7.11.4. Σχέση ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού και ενέργειας

Οι διάφορες τιμές που πήραμε με τη χρήση του (STATGRAPHICS) για τις τιμές **a** και **b**, με την αύξηση της φυλλικής επιφάνειας του βλαστού, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 9.** Τιμές παραμέτρων και συντελεστής συσχέτισης

		<b>b</b>	<b>a</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Καλοκαίρι</b>	Ποιότητα Α	8,18±1,85	0,09±0,02	0,88
	Ποιότητα Β	8,55±0,92	0,09±0,001	0,90
	Ποιότητα Γ	10,92±2,32	0,086±0,018	0,82
<b>Χειμώνας</b>	Ποιότητα Α	4,69±2,43	0,13±0,069	0,65
	Ποιότητα Γ	6,05±2,64	0,13±0,0564	0,45

#### 7.12. Στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών του βλαστού (μήκος, διάμετρος, αριθμός φύλλων, φυλλική επιφάνεια), για τις τρεις ποιότητες (Α,Β,Γ), στις καλλιεργητικές περιόδους

Η στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών του βλαστού που πραγματοποιήθηκε με τις μεθόδους Duncan, LSD, στο στατιστικό πακέτο STATGRAPHICS μας παρουσίασε συγκριτικά για τις τρεις ποιότητες (Α,Β,Γ) το εάν υπάρχουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οι ποιότητες που παρουσιάζουν τις διαφορές αυτές, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 10.** Ποιότητες που διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, σε ανοικτό και κλειστό σύστημα

	Μήκος	Διάμετρος	Αρ.Φύλλων	Φυλλική επιφάνεια
<b>Καλοκαίρι</b>	Α-Β	Α-Β	Α-Γ	Α-Γ
	Β-Γ	Β-Γ	Β-Γ	Β-Γ
	Α-Γ			
<b>Χειμώνας</b>	Α-Γ	Α-Γ	Α-Γ	Α-Γ

Για τις υπόλοιπες ποιότητες δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές καθώς όπως παρουσιάζεται και στα διαγράμματα οι τυπικές αποκλίσεις δεν επιτρέπουν να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα, για τον σαφή διαχωρισμό των ποιοτήτων.

### 7.13. Στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών των ποιοτήτων, για ανεύρεση του ορίου διαφοροποίησης των ποιοτήτων.

Η στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών του βλαστού που πραγματοποιήθηκε με τις μεθόδους Duncan, LSD, στο στατιστικό πακέτο STATGRAPHICS μας παρουσίασε για τα χαρακτηριστικά των βλαστών τη διαφοροποίησή τους, στο χρονικό διάστημα ή με το άθροισμα των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών, ή με το άθροισμα της ηλιακής ενέργειας, που δίνει ο παρακάτω πίνακας.

**Πίνακας 11.** Όριο διαφοροποίησης των χαρακτηριστικών των ποιοτήτων σε ανοικτό και κλειστό σύστημα, καλοκαίρι και χειμώνα

	Μήκος	Διάμετρος	Αρ.Φύλλων	Φυλλική επιφάνεια	
Καλοκαίρι			23		Θερμοημέρες
			483		Α.Θερμοκρασίας °C
			89		Α.Ηλ. Ενέργεια MJ
Χειμώνας			26		Θερμοημέρες
			415		Θερμοκρασία °C
			18		Ηλ. Ενέργεια MJ

Από τον πίνακα παρατηρήσαμε το όριο διαχωρισμού των ποιοτήτων για τα χαρακτηριστικά των βλαστών και συνδυάζοντας το με την ανάλυση διαχωρισμού των χαρακτηριστικών των ποιοτήτων μπορεί να προτείνει το πότε θα γίνει ο διαχωρισμός.



### Μέρος 3°. Συμπεράσματα-Συζήτηση.

## **Κεφάλαιο 8°. Εφαρμογή κλιματικών σεναρίων.**

### **8.1. Συνθήκες ανάπτυξης**

Οι μετρήσεις των κλιματικών δεδομένων κατά τις πειραματικές περιόδους έδειξαν, ότι οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις, των θερμοκρασιών, αθροισμάτων ηλιακής ενέργειας, και σχετικής υγρασίας ήταν πολύ κοντά στα αντίστοιχα κλιματικά δεδομένα που προσδιορίστηκαν στα πειράματα των: P.P.Rose, E.Berniger, C.C.Pasian- J.H.Lieth, Α.Σ.Οικονόμου.

Οι τιμές των μέσων όρων και των τυπικών αποκλίσεων των θερμοκρασιών παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ των πειραματικών περιόδων (Χειμώνας-Καλοκαίρι) της τάξεως των  $(6-9)^{\circ}\text{C}$ , παρόλο που βρισκόμαστε στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και του χειμερινούς μήνες διαθέτει σύστημα θέρμανσης.

Οι μέσοι όροι των αθροισμάτων της ηλιακής ενέργειας εμφανίζουν χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ των δύο περιόδων, κάτι που είναι εμφανές λόγω της μεγαλύτερης ηλιοφάνειας τους θερινούς μήνες.

Η σχετική υγρασία του αέρα του θερμοκηπίου διατηρούνταν σε βέλτιστο επίπεδο με το σύστημα καταιονισμού νερού (fog system) καθ' όλη τη διάρκεια των παρατηρήσεων.

### **8.2. Επίδραση των κλιματικών παραμέτρων στην έκπτυξη των οφθαλμών και στο διαχωρισμό των ποιοτήτων**

Μετά την πραγματοποίηση του κλαδέματος παρατηρήθηκε ότι τη θερινή περίοδο είχαμε μεγαλύτερη εμφάνιση βλαστοφόρων οφθαλμών από τη χειμερινή της τάξεως του 33,33%.Κρίνοντας από το μέσο όρο έκπτυξης παρατηρήθηκε διαφορά στην ταχύτητα έκπτυξης περίπου ίση με 12,5 ημέρες, δηλαδή η χρονική διαφορά έκπτυξης των βλαστοφόρων οφθαλμών τη θερινή περίοδο είναι 65% μικρότερη από την αντίστοιχη χειμερινή.

Από τους οφθαλμούς που εκπύχθηκαν παρατηρήθηκε ότι έφτασαν σε ανθοφορία 67.5% περισσότεροι βλαστοί τη θερινή περίοδο. Ο διαχωρισμός των ποιοτήτων, έδειξε την ύπαρξη καλύτερης ποιότητας τριανταφύλλων τη θερινή από τη χειμερινή περίοδο. Διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των δύο καλλιεργητικών συστημάτων με το κλειστό να υπερτερεί σε όλες σχεδόν τις κατηγορίες ποιοτήτων.

### **8.3. Επίδραση των κλιματικών παραμέτρων στη διάρκεια ανάπτυξης και στην ταχύτητα αύξησης των χαρακτηριστικών του βλαστού**

Η χρονική διάρκεια ολοκλήρωσης της ανάπτυξης των χαρακτηριστικών, των ανθοφόρων βλαστών τη θερινή περίοδο είναι περίπου ίση με το 50% της διάρκειας ανάπτυξης τη χειμερινή περίοδο.

Η σχέση της ταχύτητας αύξησης των χαρακτηριστικών του βλαστού μεταξύ χειμερινής και θερινής περιόδου είναι:  $T.A.X. \leq 50\% T.A.Θ.$  κάτι που διαπιστώθηκε από τους πίνακες αύξησης των χαρακτηριστικών για τις διάφορες ποιότητες του βλαστού.

Η εφαρμογή της μεθόδου Duncan και LSD δίνει ασφαλή συμπεράσματα στο διαχωρισμό των ποιοτήτων, ανάλογα με το ποιοτικό χαρακτηριστικό (μήκος, διάμετρος, αριθμός φύλλων, φυλλική επιφάνεια) και δίνει τη δυνατότητα στους παραγωγούς να κατευθύνουν την παραγωγή. Μετρώντας λοιπόν το μήκος ή τον αριθμό των φύλλων των βλαστών, κάτι που έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει ο παραγωγός μπορεί να πραγματοποιήσει το τσάκισμα των βλαστών που δεν επιθυμεί,

μετά το πέρας κάποιου χρονικού διαστήματος, ή μετά το άθροισμα κάποιων μέσω ημερήσιων θερμοκρασιών, ή με το συνολικό άθροισμα της ηλιακής ενέργειας.

Η βαθμονόμηση της εξίσωσης του **Gusset** με διάφορα κριτήρια (θερμοημέρες, θερμοκρασία, ηλιακή ενέργεια) προσκομίζει τη δυνατότητα στον παραγωγό να παρακολουθεί την αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των χαρακτηριστικών του βλαστού και έτσι μπορεί να πραγματοποιήσει το τσάκισμα, όταν γίνεται ορατός ο διαχωρισμός των ποιοτήτων.

Η χρήση των μετρήσεων που πάρθηκαν κατά τις πειραματικές περιόδους, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το τσάκισμα μπορεί να πραγματοποιηθεί μετά το πέρας (23)-(26) ημερών, ή με το συμπλήρωμα θερμοκρασίας (480)-(415) °C, ή με την ύπαρξη του ποσού ηλιακής ενέργειας (89)-(18)MJ, τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο αντίστοιχα. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από την εφαρμογή της μεθόδου Duncan και LSD με την διαφοροποίηση των ορίων των τιμών των χαρακτηριστικών των βλαστών.

#### **8.4. Προοπτικές**

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν αλλά και η εμπειρία που αποκτήθηκε κατά τη διάρκεια του πειραματικού και αναλυτικού μέρους αυτής της εργασίας ήταν πολύ σημαντικές. Για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σχετικά με την καταλληλότητα των διαθέσιμων σχέσεων (θερμοκρασίας- ηλιακής ενέργειας) και ανάπτυξης, για τη ρύθμιση του κλίματος και τον προγραμματισμό της παραγωγής, προτείνονται τα εξής:

- συμπλήρωση των δεδομένων με τη διενέργεια παρατηρήσεων ανάπτυξης σε μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών
- πραγματοποίηση των παρατηρήσεων ανάπτυξης καθημερινά και όχι σε τακτά χρονικά διαστήματα όπως στην παρούσα εργασία.

## Βιβλιογραφία

- Berniger, E., 1992. Etude du comportement de differents genotypes de serre (*Rosa hybrida*) propages par bouturage. II. Duree des phases du developpement du cultivar Sonia en coditions artificielles d'eciairement et de temperature. *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.
- 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.
- 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.
- Κίττας, Κ., 1993. Γεωργικές κατασκευές και έλεγχος περιβάλλοντος μονάδων φυτικής παραγωγής. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος, pp. 4-5.
- 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. Ontogeny of axillary 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 axillary buds in roses. *Sci. Hortic.*63: 241-250.
- Μαυρογιανόπουλος, Γ.Ν., 1994. Θερμοκήπια. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα, pp. 28-85.
- Μαυρογιανόπουλος, Γ.Ν., 1994. Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα, pp.107-110.
- 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. pp. 52.
- 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.
- P.P.Rose
- 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.

