

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ : ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ-ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΙΤΤΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**



**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΜΠΙΜΠΗ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ**

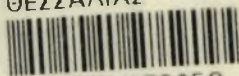
ΒΟΛΟΣ 2002



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

Αριθ. Εισ.: 2071/1
Ημερ. Εισ.: 23-10-2003
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΦΠΑΠ
2002
ΜΠΙ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070258

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ : ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ-ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΙΤΤΑΣ**

***ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑΣ***

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΜΠΙΜΠΗ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ**

ΒΟΛΟΣ 2002

*Η παρούσα πτοχιακή διατριβή
αφιερώνεται
στους γονείς μου, Χρήστο και Ευαγγελία
και στην αδερφή μου Βασιλική.*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου, στον κ. Κωνσταντίνο Κίττα Καθηγητή του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με θέμα που emπίπτει στο αντικείμενο των Γεωργικών Κατασκευών. Η επιστημονική, υλικοτεχνική και ηθική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων και συγγραφής της παρούσας εργασίας υπήρξε καθοριστική.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Γεώργιο Νάνο Επίκουρο Καθηγητή Δενδροκομίας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις πολύτιμες συμβουλές του κατά την συγγραφή και την παρουσίαση της παρούσας διατριβής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιωάννη Αρβανιτογιάννη Επίκουρο Καθηγητή Τεχνολογίας Τροφίμων του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη συμβολή του στην πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Ευχαριστώ επίσης ιδιαίτερα τον κ. Χρήστο Λύκα, υποψήφιο Διδάκτορα, για την συνεχή επιστημονική καθοδήγηση, την πολύτιμη συμβολή του στην αρτιότερη οργάνωση του πειράματος και στη συγγραφή της παρούσας διατριβής καθώς και για την ηθική του συμπαράσταση. Η όλη του συμμετοχή από την αρχή μέχρι το τέλος της παρούσας εργασίας υπήρξε καταλυτική.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω και τον κ. Νικόλαο Κατσούλα, Διδάκτορα Γεωπόνου, για την συμβολή του στην πραγματοποίηση ενός σημαντικού μέρους των μετρήσεων. Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών & Ελέγχου περιβάλλοντος και ιδιαίτερα στον κ. Γεώργιο Δημόκα, μεταπτυχιακό φοιτητή, για την σημαντικότερη βοήθεια που μου προσέφερε και στον κ. Σπύρο Κάβουρα, μεταπτυχιακό φοιτητή, του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους γονείς μου , Χρήστο και Ευαγγελία, καθώς και την αδερφή μου Βασιλική που με βοήθησαν όλα αυτά τα χρόνια να φτάσω ως εδώ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
ΜΕΡΟΣ Ι : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ – ΣΚΟΠΟΣ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι. Γενικά	4
1. Οι ανθοκομικές καλλιέργειες σήμερα.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ. Τριανταφυλλιά	8
2. Γενικά.....	8
2.1 Πολλαπλασιασμός.....	9
2.2 Καλλιεργητική τεχνική.....	9
2.2.1 Φύτευση.....	9
2.2.2 Άρδευση.....	10
2.2.3 Λίπανση.....	10
2.3 Απαιτήσεις σε έδαφος.....	11
2.4 Απαιτήσεις σε θερμοκρασία.....	11
2.5 Απαιτήσεις σε φώς.....	12
2.6 Εμπλουτισμός με διοξείδιο του άνθρακα.....	13
2.7 Κλάδεμα.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ. Θερμοκήπια.....	15
3. Εισαγωγή.....	15
3.1 Οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στο Διεθνή χώρο.....	16
3.2 Οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα.....	18
3.3 Η εξέλιξη των καλλιεργειών.....	18
3.4 Τύποι θερμοκηπίων.....	19

3.5	Θερμοκηπιακή καλλιέργεια τριανταφυλλιάς.....	20
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV. Υδροπονία.....	21
4.	Εισαγωγή.....	21
4.1	Η υδροπονία σήμερα.....	22
4.2	Υποστρώματα στην υδροπονία.....	24
4.2.1	Περλίτης.....	26
4.2.2	Βερμικουλίτης.....	27
4.2.3	Πετροβάμβακας.....	27
4.2.4	Τύρφη.....	27
4.2.5	Cocosoil.....	28
4.3	Διαχείριση Θρεπτικού Διαλύματος σε υδροπονικά συστήματα.....	28
4.3.1	Ανοικτό υδροπονικό σύστημα.....	29
4.3.2	Κλειστό υδροπονικό σύστημα.....	30
4.4	Μέθοδοι Υδροπονικών καλλιεργειών.....	32
4.4.1	Static Aerated Technique (SAT).....	33
4.4.2	Ebb and Flow Technique (EFT).....	33
4.4.3	Room Mist Technique (RMT).....	33
4.4.4	Deep Flow Technique (DFT).....	34
4.4.5	Nutrient Film Technique (NFT).....	34
4.4.6	Aerated Flow Technique (AFT).....	34
4.4.7	Drip Irrigation Technique (DIP).....	35
4.4.8	Fog Feed Technique (FFT).....	35
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ V. Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής διατριβής	36
	ΜΕΡΟΣ Ι : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	37
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI. Υλικά και Μέθοδοι.....	38
6.	Το θερμοκήπιο.....	38
6.1	Η καλλιέργεια.....	38
6.2	Η τεχνική.....	40
6.3	Μετρήσεις.....	42
6.3.1	Μετρήσεις των παραμέτρων του κλίματος.....	42

6.3.2	Μετρήσεις της παραγωγής του κλειστού και του ανοικτού υδροπονικού συστήματος..	43
6.3.3	Μετρήσεις των παραμέτρων ποιότητας των κομμένων ανθικών στελεχών του κλειστού και του ανοικτού υδροπονικού συστήματος.....	43
6.3.4	Μετρήσεις των παραμέτρων του Θρεπτικού Διαλύματος.....	43
6.3.5	Μετρήσεις φυλλικής επιφάνειας.....	44
6.4	Στατιστική επεξεργασία.....	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII. Αποτελέσματα.....

7.	Οι παράμετροι του κλίματος.....	46
7.1	Η παραγωγή του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.....	46
7.2	Η ποιότητα των παραγόμενων ανθικών στελεχών από το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα.....	48
7.2.1	Η διάμετρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών στο ανοικτό και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα	48
7.2.2	Το μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών στο ανοικτό και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα.....	50
7.2.3	Το χλωρό βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών στο ανοικτό και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα.....	54
7.3	Το pH στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.....	55
7.4	Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.....	55
7.5	Η συγκέντρωση των ιόντων Cl^{-1} στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.....	56
7.6	Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.....	57

ΜΕΡΟΣ III : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ... 58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VIII. Συμπεράσματα- Συζήτηση- Προοπτικές..... 59

8.	Συμπεράσματα.....	59
8.1	Συζήτηση.....	60
8.1.1	Η παραγωγή στο ανοικτό και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα.....	60

8.1.2	Η ποιότητα των παραγόμενων ανθικών στελεχών από το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα.....	61
8.1.2.1	Το μήκος.....	62
8.1.2.2	Η διάμετρος.....	63
8.1.2.3	Το χλωρό βάρος.....	63
8.1.2.4	Σχέση μήκους και διαμέτρου των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών.....	64
8.1.3	Το pH στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.....	64
8.2	Προοπτικές.....	65

Περίληψη

Από τα υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή δρεπτόν τριαντάφυλλων, ένα μεγάλο μέρος της παραγωγής τους προέρχεται από ανοικτά υδροπονικά συστήματα και ένα μέρος προέρχεται από κλειστά υδροπονικά συστήματα.

Προκειμένου να γίνει σύγκριση των δύο αυτών συστημάτων πραγματοποιήθηκε η παρούσα πτυχιακή διατριβή κατά την οποία έγινε συγκριτική διερεύνηση της παραγωγικότητας του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος σε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς, με ταυτόχρονη μελέτη των ποιοτικών παραμέτρων των τριαντάφυλλων.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την παραγωγή των δύο συστημάτων, αλλά και μετρήσεις των παραμέτρων της ποιότητας (μήκος, χλωρό βάρος, διάμετρος) των συγκομιζόμενων τριαντάφυλλων. Επίσης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις παραμέτρων του θρεπτικού διαλύματος (pH, EC, $[Cl^{-1}]$), ενώ παράλληλα λήφθηκαν μετρήσεις φυλλικής επιφάνειας και διαπνοής.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προέκυψε ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα συγκρινόμενο με το ανοικτό υδροπονικό σύστημα είναι ικανό να δώσει περισσότερα εμπορεύσιμα (καλής ποιότητας) ανθικά στελέχη αλλά και μεγαλύτερη παραγωγή, με βάση μετρήσεις του αριθμού των ανθικών στελεχών που παράχθηκαν ανά φυτό, του χλωρού βάρους, της διαμέτρου και του μήκους των παραγόμενων ανθικών στελεχών. Επίσης προέκυψε ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα εμφανίζει υψηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC στο διάλυμα απορροής του. Όσον αφορά τις τιμές του pH προκύπτει ότι στο κλειστό υδροπονικό σύστημα οι τιμές του pH κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα. Τέλος, από τις μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας των φυτών των δύο συστημάτων προέκυψε ότι ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας του κλειστού υδροπονικού συστήματος ήταν μικρότερος από αυτόν του ανοικτού υδροπονικού συστήματος.

Εισαγωγή

Η καλλιέργεια των δρεπτών ανθέων στα θερμοκήπια με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού ρύθμισης του περιβάλλοντος παρέχει την δυνατότητα καλύτερου προγραμματισμού της καλλιέργειας καθώς και τη δυνατότητα πρόβλεψης του όγκου και της ποιότητας παραγωγής με απώτερο σκοπό την οικονομική ωφέλεια του παραγωγού.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί στον τομέα των θερμοκηπιακών καλλιεργειών η ανάπτυξη μιας νέας τεχνικής στην καλλιέργεια, της **υδροπονικής καλλιέργειας**.

Τα πιο διαδεδομένα υδροπονικά συστήματα είναι τα ανοικτά. Όμως βασικά μειονεκτήματα τους, όπως η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, οδηγούν όλο και περισσότερο στη χρήση των κλειστών υδροπονικών συστημάτων, τα οποία αναμένεται σε λίγα χρόνια να διαδεχθούν τα ανοικτά. Για να πραγματοποιηθεί αυτό απαραίτητη προϋπόθεση είναι η σύγκριση των δυο αυτών συστημάτων, έτσι ώστε και στην παραγωγή αλλά και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, τα κλειστά να μην υστερούν έναντι των ανοικτών υδροπονικών συστημάτων.

Προς αυτή την κατεύθυνση, δηλαδή της σύγκρισης του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος, έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες εργασίες (Gül et al. ,1999), που όμως δεν είναι αρκετές για την διεξαγωγή ακριβών συμπερασμάτων.

Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε η παρούσα εργασία στην οποία έγινε συγκριτική διερεύνηση της παραγωγικότητας του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος σε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς, με ταυτόχρονη μελέτη των ποιοτικών παραμέτρων.

Η εργασία αποτελείται από τρία μέρη : Μέρος I, Βιβλιογραφική ανασκόπηση- Σκοπός της εργασίας, Μέρος II, Πειραματικό μέρος, Μέρος III, Συμπεράσματα- Συζήτηση- Προοπτικές. Στο πρώτο μέρος γίνεται μια σύντομη αναφορά σχετικά με τις ανθοκομικές καλλιέργειες, την καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς, τα θερμοκήπια και την υδροπονία. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της έρευνας καθώς και τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν, Τέλος, στο τρίτο μέρος αφού αναλυθούν και συζητηθούν τα συμπεράσματα του πειραματικού μέρους γίνεται μια αναφορά στις προοπτικές της εργασίας.

ΜΕΡΟΣ Ι
Βιβλιογραφική ανασκόπηση-Σκοπός της εργασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι. ΓΕΝΙΚΑ

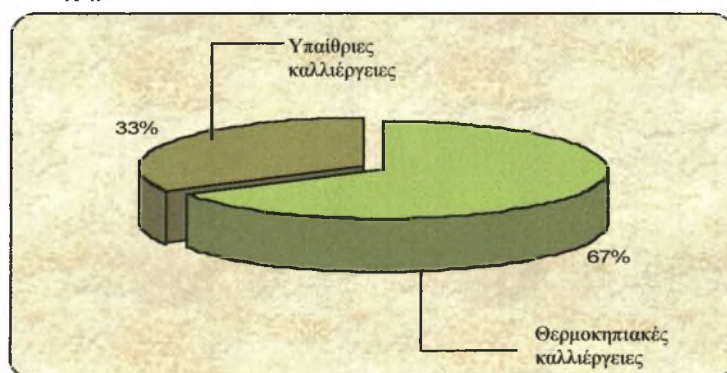
1. Οι ανθοκομικές καλλιέργειες σήμερα

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται παγκοσμίως μια συνεχής αύξηση της κατανάλωσης και της παραγωγής ανθοκομικών ειδών. Για την Ελλάδα όσον αφορά τη ζήτηση σε συγκεκριμένα ανθοκομικά είδη, από πλευράς καταναλωτών παρατηρείται ελάττωση των «παραδοσιακών» ειδών (γαρίφαλο, χρυσάνθεμο κ.λ.π.), ενώ αυξάνεται η ζήτηση «νέων». Μόνο στο τριαντάφυλλο η ζήτηση αυξάνεται αναλογικά με την αύξηση κατανάλωσης ανθοκομικών ειδών (Υπουργείο Γεωργίας, 1998).

Στην Ελλάδα τα κυριότερα ανθοκομικά είδη, κατά κατηγορίες είναι :

1. **Κομμένα λουλούδια ή δρεπτά άνθη** : τριαντάφυλλο, γαρίφαλο, ζέρμπερα, γλαδίολος, τουλίπες, χρυσάνθεμα κ.λ.π. .
2. **Ανθοφόρα φυτά** : κυκλάμινο, γαρδένια, καμέλια, αζαλέα, μπιγκόνια κ.λ.π. .
3. **Φυλλώδη γλαστρικά ή εσωτερικού χώρου** : κρότωνας, φίκος, πόθος κ.λ.π.
4. **Πολλαπλασιαστικό υλικό** : μοσχεύματα, βολβοί, κόνδυλοι, σπόροι κ.λ.π. .
5. **Λοιπά ανθοκομικά προϊόντα** :
 - Φυτά κηποτεχνίας ή καλλωπιστικοί θάμνοι
 - Ετήσια ή πολυετή ανθόφυτα : βιόλες, πανσέδες, πετούνιες κ.λ.π. .

Σήμερα στην Ελλάδα οι εκτάσεις των ανθοκομικών καλλιεργειών ανέρχονται περίπου στα 10.000 στρ. Τα ανθοκομικά φυτά καλλιεργούνται σε υπαίθρια καλλιέργεια, σε ποσοστό 33%, και σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια, σε ποσοστό 67%, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Η ποσοστιαία κατανομή των ανθοκομικών καλλιεργειών σε υπαίθρια και θερμοκηπιακή καλλιέργεια

Κατά την τελευταία δεκαετία ο αριθμός των θερμοκηπίων με ανθοκομικές καλλιέργειες έχει σχεδόν διπλασιαστεί (3.500 στρ. το 1998 έναντι 1.650 στρ. το 1983) (Υπουργείο Γεωργίας, 2000).

Στο σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων τα δρεπτά άνθη καταλαμβάνουν το 80% , τα γλαστρικά φυτά το 10% και τα φυτά κηποτεχνίας το υπόλοιπο 10%, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Από τα δρεπτά άνθη το γαρίφαλο καταλαμβάνει την πρώτη θέση με 1500 στρ., ενώ το τριαντάφυλλο βρίσκεται στην 3^η θέση με 750στρ. (κυρίως θερμοκηπιακή καλλιέργεια), όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει σταθεροποιητική τάση της καλλιέργειας του τριαντάφυλλο και πτωτική τάση στην καλλιέργεια του γαρίφαλου (Σύρος και Χατζηλαζάρου, 2002).



Σχήμα 2. Καλλιεργούμενες εκτάσεις ανθοκομικών ειδών στην Ελλάδα



Σχήμα 3. Καλλιεργούμενες εκτάσεις κύριων δρεπτών ανθέων στην Ελλάδα το 2000

Η αξία των παραγόμενων στη χώρα μας ανθοκομικών προϊόντων ανέρχεται στα 30 δις. δρχ. Οι εξαγωγές ανθοκομικών προϊόντων, αν και εμφανίζουν μια τάση αυξητική τα τελευταία χρόνια, θα λέγαμε ότι είναι πολύ χαμηλές, αφού η αξία τους αντιστοιχεί μόλις στο 8% της αξίας των εισαγωγών. Το υψηλό κόστος παραγωγής των ελληνικών ανθοκομικών ειδών, οφειλόμενο κυρίως στις υψηλές τιμές των καυσίμων, στα υψηλά επιτόκια δανεισμού, στο κόστος εργασίας κ.α., αποτελεί τη βασική αιτία μείωσης της ανταγωνιστικότητας των προϊόντων αυτών έναντι των αντίστοιχων ανθοκομικών από χώρες του εξωτερικού. Οι εξαγωγές των ελληνικών ανθοκομικών ειδών γίνονται σε ποσοστό 57,3% προς τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σε ποσοστό 42,7% προς τις τρίτες χώρες, με καλύτερες αγορές της Γερμανίας και της Γαλλίας. Όσον αφορά τις εισαγωγές ανθοκομικών προϊόντων γίνονται σε ποσοστό 90% από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σε ποσοστό 10% από τις τρίτες χώρες (Υπουργείο Γεωργίας, 2000).

Στον Πίνακα 1 περιγράφονται οι εκτάσεις των ανθοκομικών καλλιεργειών ανά γεωγραφικό διαμέρισμα. Το μεγαλύτερο μέρος των εκτάσεων με ανθοκομικές καλλιέργειες κατέχει η Αττική & Νήσοι με 63% και έπεται η Κρήτη με 10,5% (Υπουργείο Γεωργίας, 2000).

Πίνακας 1. Εκτάσεις με ανθοκομικές καλλιέργειες (%) ανά γεωγραφικό διαμέρισμα. 1998
(Παπαδάκης, 2000)

<i>Γεωγραφικό διαμέρισμα</i>	1998
Αττική & Νήσοι	63
Κρήτη	10,5
Πελοπόννησος & Δυτ. Στερεά	10
Στερεά Ελλάδα	3,5
Θεσσαλία	3
Ήπειρος	-
Δυτική & Κεντρική Μακεδονία	9
Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	1
<i>Σύνολο</i>	100
<i>Συνολική έκταση</i>	9.787

Παρατηρείται γενικά αύξηση της παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων, που οφείλεται κυρίως στην αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με ανθοκομικά και ελάχιστα στην αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων. Εξαίρεση αποτελούν τα φυτά κηποτεχνίας, τα οποία παρουσίασαν αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων ύψους

17%. Η αύξηση αυτή αποδίδεται κυρίως στην βελτίωση των καλλιεργητικών τεχνικών (Υπουργείο Γεωργίας, 2000).

Στον τομέα της ανθοκομίας μια από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες είναι η καλλιέργεια του τριαντάφυλλου. Το τριαντάφυλλο καλλιεργείται κυρίως για την παραγωγή δρεπτών ανθέων αλλά και για την παραγωγή φυτών σε γλάστρα.

Παρόλο που στρεμματικά καταλαμβάνει την 3^η θέση μετά το γαρίφαλο και τον γλαδίολο, όπως προαναφέρθηκε, όσον αφορά την συνολική παραγωγή (δρεπτά & γλαστρικά φυτά) κατέχει την 2^η θέση (12,7%) μετά το γαρίφαλο (54%).

Σημαντικό είναι ότι η Ελλάδα είναι αυτάρκης σε κομμένα άνθη τριαντάφυλλου. Η ζήτηση του εκτείνεται σε όλη τη διάρκεια του έτους , ενώ η κατανάλωση του παρουσιάζει αιχμές τις μέρες μεγάλων και γνωστών εορτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ. Τριανταφυλλιά

2. Γενικά

Η τριανταφυλλιά ανήκει στην οικογένεια Rosaceae και στο γένος Rosa. Υπάρχουν 125 διαφορετικά είδη, από τα οποία τα 18 είναι αυτοφυή στην Ελλάδα.

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες τριανταφυλλιάς είναι όλες υβρίδια που προήλθαν από διασταυρώσεις κυρίως μεταξύ των ειδών Rosa hybrida και Rosa chinensis. Εντατικά προγράμματα βελτίωσης οδήγησαν στην δημιουργία ποικιλιών που ανθίζουν αδιακρίτως εποχής και έχουν ποικίλα χρώματα, εντυπωσιακό άνθος, υψηλή ποιότητα και μεγάλη παραγωγικότητα. Για την παραγωγή δρεπτών ανθέων καλλιεργούνται τα υβρίδια τσαγιού και τα πολύανθα.

Τα χρώματα ποικίλουν από κόκκινο, άσπρο, ροζ, κίτρινο, πορτοκαλί μέχρι ιώδες, με τις διάφορες αποχρώσεις τους. Από τις υπάρχουσες ποικιλίες το 50% είναι κόκκινες, το 25% ροζ και το υπόλοιπο 25% διαφόρων χρωμάτων.

Τα δρεπτά άνθη του τριαντάφυλλου ταξινομούνται ανάλογα με τις παραμέτρους της ποιότητας (μήκος & διάμετρο) σε διάφορες κατηγορίες.

Οι κατηγορίες ποιότητας διακρίνονται ανάλογα με την κατάταξη των συγκομιζόμενων λουλουδιών σε σχέση με το μήκος (L , cm) σε 3 κατηγορίες :

- A_L $L > 80$ cm
- B_L $65 \text{ cm} < L < 80$ cm
- Γ_L $L < 65$ cm

Η ποιότητα των συγκομιζόμενων ανθέων είναι σε στενή σχέση και με την διάμετρο (D , mm) των βλαστών με επιθυμητή τη μέγιστη δυνατή. Οι βλαστοί χαρακτηρίζονται :

- A_D «χοντροί», όταν $D > 4,8$ mm
- B_D «κανονικοί», όταν $4 \text{ mm} < D < 4,8$ mm
- Γ_D «λεπτοί», όταν $D < 4$ mm

Τις μεγαλύτερες πωλήσεις παρουσιάζουν τα ανθικά στελέχη με τον καλύτερο συνδυασμό μήκους και διαμέτρου ($A_L A_D$, $B_L A_D$) καθώς ανταποκρίνονται καλύτερα στην αυξημένη ζήτηση του καταναλωτικού κοινού (Οικονόμου, Α., Kool, M.T.N-Van Deed).

2.1 Πολλαπλασιασμός

Η τριανταφυλλιά μπορεί να πολλαπλασιασθεί με σπόρο, μοσχεύματα και εμβολιασμό. Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο χρησιμοποιείται κυρίως από τους βελτιωτές στη δημιουργία νέων ποικιλιών τριανταφυλλιάς. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα μαλακού και σκληρού ξύλου εφαρμόζεται κυρίως για τριανταφυλλιές κήπων.

Ο ενοφθαλμισμός είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος πολλαπλασιασμού των τριαντάφυλλων θερμοκηπίου, για την παραγωγή δρεπτών ανθέων. Διακρίνεται σε εμβολιασμό με κοιμώμενο ή με ανεπτυγμένο οφθαλμό (μάτι). Ως υποκείμενα εμβολιασμού της επιθυμητής ποικιλίας χρησιμοποιούνται τα *Rosa indica* και *Rosa maneti*. Παρόλο που η *Rosa indica* προτιμάται ιδιαίτερα στην Ευρώπη, η *Rosa maneti* έχει μεγαλύτερη ευρωστία, παρουσιάζει σχετική αντοχή στο *Verticillium* και είναι δυνατό να αναπτυχθεί ακόμα και σε ρηχό εδαφικό στρώμα.

Τα έριζα υποκείμενα παράγονται από μοσχεύματα που προήλθαν από μητρικά φυτά τα οποία διατηρούνται σε καλή βλαστική ανάπτυξη με όλες τις απαραίτητες για το σκοπό αυτό καλλιεργητικές φροντίδες.

2.2 Καλλιεργητική τεχνική

2.2.1 Φύτευση

Οι τριανταφυλλιές φυτεύονται είτε κατευθείαν στο έδαφος σε αλίες, είτε σε υπερυψωμένες λεκάνες. Και στις δύο περιπτώσεις πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για καλή στράγγιση. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 30x30 cm, σε αλίες ή λεκάνες πλάτους 110-120 cm, με τέσσερις σειρές φυτών (περίπου 16 φυτά/m²). Για καλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας η φύτευση μπορεί να γίνει σε διπλές σειρές, που απέχουν μεταξύ τους 30-40 cm, ενώ μεταξύ των διπλών σειρών υπάρχει διάδρομος (Οικονόμου, 1987).

Η εγκατάσταση των φυτών της τριανταφυλλιάς στο θερμοκήπιο μπορεί να γίνει από τον Ιανουάριο ως τον Ιούνιο. Συνήθως η παραγωγή τριαντάφυλλων αρχίζει

3-5 μήνες μετά τη φύτευση. Συνιστάται η διαβροχή των ριζών με νερό για 24-48 ώρες πριν από την φύτευση προκειμένου να μην εμφανιστούν συμπτώματα αφυδάτωσης. Οι πρώτες 4-6 εβδομάδες από την φύτευση είναι οι πιο κρίσιμες για την επιτυχία μιας νέας φυτείας τριανταφυλλιάς.

2.2.2 Άρδευση

Η ποσότητα του νερού, που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε, εξαρτάται από την εποχή και το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκεται η καλλιέργεια. Τριανταφυλλιές με πλούσια βλάστηση χρειάζονται περισσότερο νερό, για να μπορέσουμε να αποφύγουμε την αναστολή της ανάπτυξης. Αντίθετα, αν οι τριανταφυλλιές είναι κλαδεμένες ή έχει γίνει συγκομιδή, τότε οι απαιτήσεις σε νερό είναι περιορισμένες.

Η άρδευση στην τριανταφυλλιά γίνεται με καταιονισμό ή με το σύστημα των σταγόνων, ώστε να αποφεύγεται η διαβροχή του φυλλώματος.

2.2.3 Λίπανση

Η λίπανση εξαρτάται από την εποχή του έτους και το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Ο φώσφορος και το ασβέστιο ενσωματώνονται στο έδαφος πριν από την φύτευση, ενώ το άζωτο, το κάλιο, ο σίδηρος και το μαγνήσιο προσθέτονται κατόπιν στην καλλιέργεια σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Γενικά πρέπει να υπάρχει ισορροπία θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος για την ομαλή ανάπτυξη των τριαντάφυλλων. Για τη σωστή καλλιέργεια των τριαντάφυλλων επιβάλλονται τακτικές αναλύσεις εδάφους ή φύλλων. Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους πρέπει να κυμαίνονται στα εξής επίπεδα : νιτρικά 25-100 ppm, φώσφορος 4-6 ppm, κάλιο 30-50 ppm και ασβέστιο πάνω από 100 ppm (Οικονόμου,1987).

Η εφαρμογή της λίπανσης γίνεται είτε σε στερεά μορφή σε αραιά χρονικά διαστήματα είτε σε υγρή μορφή με κάθε πότισμα. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος προσθήκης θρεπτικών σε τριανταφυλλιές θερμοκηπίου είναι η υδρολίπανση. Τα λιπαντικά στοιχεία δίνονται τακτικά και σε μικρές συγκεντρώσεις έτσι ώστε να αποφεύγονται προβλήματα από υψηλές συγκεντρώσεις διαλυτών αλάτων, αλλά και ταυτόχρονα να είναι στη διάθεση των φυτών σε κάθε στιγμή. Με την μέθοδο αυτή προσθέτονται στο νερό της άρδευσης 200 ppm αζώτου και 150 ppm καλίου με κάθε

πότισμα. Ο σίδηρος, το μαγνήσιο και το βόριο εφαρμόζονται 3-4 φορές το χρόνο. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι σε μια φυτεία μέσης κατάστασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν 800 gr. νιτρικής αμμωνίας 30-0-0, 300 gr. φωσφορικής αμμωνίας 16-20-0 και 900 gr. νιτρικού καλίου 13-0-46 σε 1 m³ νερού (Μαλούπα, 1997, Σύρος και Χατζηλαζάρου, 2002).

2.3 Απαιτήσεις σε έδαφος

Η τριανταφυλλιά θέλει εδάφη με καλή στράγγιση, ικανά να συγκρατούν την απαραίτητη για την ανάπτυξη της υγρασία και απαλλαγμένα από παθογόνους μικροοργανισμούς. Το pH πρέπει να κυμαίνεται από 5,5- 7. Για την βελτίωση της υφής του εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωνεμένη κοπριά ή τύρφη. Για τη βελτίωση της αποστράγγισης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε περλίτη, άμμο, πριονίδια, κομπόστα φύλλων κ.α. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις στο τελικό εδαφικό μείγμα η συμμετοχή του εδάφους πρέπει να είναι τουλάχιστον 50% κατ' όγκο.

Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας απαραίτητο είναι να γίνει απολύμανση του εδάφους. Η απολύμανση του εδάφους μπορεί να γίνει με εφαρμογή ατμού θερμοκρασίας 65-70 °C για 30 min, με χλωροπικρίνη, Varan κ.α. Σε προσβολή του εδάφους από νηματώδεις η απολύμανση επιβάλλεται να γίνεται με διάφορα χημικά όπως βρωμιούχο μεθύλιο. Στην περίπτωση που χρησιμοποιήσουμε χημικά, η φύτευση πρέπει να γίνει μετά από 2-3 εβδομάδες από την εφαρμογή τους, για να μην δημιουργηθούν προβλήματα στην καλλιέργεια. Αντίθετα με την χρήση ατμού δεν επιβάλλεται κάτι τέτοιο, γιατί δεν δημιουργούνται φυτοτοξικότητες. Επίσης με την χρήση ατμού αποφεύγεται η καταστροφή των ωφέλιμων μικροοργανισμών του εδάφους, που ανταγωνίζονται παθογόνους (Οικονόμου, 1987).

2.4 Απαιτήσεις σε θερμοκρασία

Η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς. Κατά τη διάρκεια της νύκτας η θερμοκρασία πρέπει να διατηρείται γύρω στους 16 °C, ενώ πτώση της κάτω από τους 10 °C προκαλεί μείωση στην παραγωγή. Θερμοκρασίες κάτω από τους 10 °C περιορίζουν κατά πολύ την αύξηση και

μειώνουν την παραγωγικότητα. Επιπλέον οψιμίζουν την άνθηση , ενώ τα τριαντάφυλλα εμφανίζουν θαμπό χρωματισμό, φτωχό ανθικό σχήμα και συνήθως πολλά πέταλα. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της νύκτας είναι σημαντικότερη για την παραγωγή και την ποιότητα των τριαντάφυλλων σε σύγκριση με την θερμοκρασία της ημέρας.

Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας πρέπει να κυμαίνεται στους 20-24 °C. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τους 30 °C αν και επιταχύνεται η ανάπτυξη της τριανταφυλλιάς, η ποιότητα των τριαντάφυλλων υποβαθμίζεται. Επίσης οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν πρόωρο άνοιγμα των μπουμπουκιών, αυξάνουν τον αριθμό των πετάλων και δημιουργούν εύθραυστα ανθικά στελέχη.

Το ριζικό σύστημα της τριανταφυλλιάς αναπτύσσεται καλύτερα σε θερμοκρασία εδάφους 13- 16 °C (Οικονόμου, 1987).

2.5 Απαιτήσεις σε φως

Το φως θεωρείται από τους πιο σπουδαίους παράγοντες στην ανάπτυξη της τριανταφυλλιάς στο θερμοκήπιο. Γενικά οι τριανταφυλλιές έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε φως υψηλής έντασης που ελέγχει τόσο την αύξηση τους όσο και την παραγωγή τους. Απόδειξη αποτελεί το γεγονός ότι το καλοκαίρι παρατηρείται αυξημένη παραγωγή, λόγω της υψηλής έντασης φωτός, ενώ αντίθετα το χειμώνα η παραγωγή είναι μειωμένη. Η φωτοπερίοδος δεν βρέθηκε να έχει επίδραση στην ανάπτυξη και άνθηση των τριαντάφυλλων.

Ο τριανταφυλλιές ανέχονται το έντονο ηλιακό φως και μπορούν να καλλιεργηθούν για το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου κάτω από φυσική ηλιοφάνεια. Στη χώρα μας κατά την διάρκεια του καλοκαιριού ενδείκνυται η βαθμιαία σκίαση του θερμοκηπίου, ώστε να περιοριστεί η ένταση του φωτός για καλύτερη ποιότητα λουλουδιού.

Συμπληρωματικός φωτισμός, με λαμπτήρες υψηλής πίεσης, κατά τη διάρκεια του χειμώνα βρέθηκε να αυξάνει την παραγωγή. Επιπλέον συμβάλει στην έκπτυξη βλαστών από σημεία πλησιέστερα στη βάση των φυτών κατά τον ίδιο τρόπο όπως και η υψηλή ένταση φωτός. Παρόλα αυτά όμως λόγω του υψηλού κόστους δεν χρησιμοποιείται στην χώρα μας (Οικονόμου, 1987).

2.6 Εμπλουτισμός με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Για καλύτερη αύξηση και ανάπτυξη των τριαντάφυλλων συνίσταται ο εμπλουτισμός του αέρα του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Όταν η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), στον αέρα του θερμοκηπίου, είναι 300 ppm θεωρείται ότι βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα.

Η περιεκτικότητα του αέρα του θερμοκηπίου σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) κατά τις πρωινές ώρες των κρύων ημερών, όταν αυτό είναι ακόμα κλειστό, βρίσκεται σε επίπεδα πολύ χαμηλότερα του φυσιολογικού. Επειδή δεν είναι δυνατόν το άνοιγμα των παραθύρων για εξαερισμό κατά τις πρωινές ώρες εξαιτίας του ότι συνεπάγεται την απώλεια θερμότητας, συνιστάται η τεχνητή τροφοδοσία του θερμοκηπίου σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) (500-1200 ppm) από κατάλληλες για το σκοπό αυτό συσκευές. Κατά τις μεσημβρινές ώρες, που συνήθως το θερμοκήπιο δεν έχει ανάγκη από θέρμανση, το σύστημα του φυσικού εξαερισμού πρέπει να παραμένει ανοικτό, προκειμένου να γίνει φυσικός εμπλουτισμός του αέρα του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Τις απογευματινές ώρες και πριν τη δύση του ηλίου, επειδή τα παράθυρα ξανακλείνουν, συνιστάται εκ νέου τεχνητή τροφοδοσία του αέρα του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), για να διατηρηθεί η συγκέντρωση του στα φυσιολογικά επίπεδα. .

Ο εμπλουτισμός του αέρα του θερμοκηπίου με διοξειδίου του άνθρακα έχει θετικά αποτελέσματα μόνο όταν οι άλλοι παράγοντες όπως φως, θερμοκρασία, εδαφική υγρασία και θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται σε άριστα επίπεδα (Οικονόμου, 1987).

2.7 Κλάδεμα

Οι τριανταφυλλιές κλαδεύονται για να αναπτυχθεί ικανοποιητικός σκελετός σε νεαρά φυτά, για την απόκτηση μακροστέλεχων ανθέων, τον προγραμματισμό της συγκομιδής ή τον έλεγχο του ύψους των φυτών.

Χαρακτηριστικό για την καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς είναι ο μεγάλος αριθμός λαίμαργων βλαστών, που εκπύσσονται από τη βάση του φυτού.

Σύμφωνα με την κλασική τεχνική κλαδέματος στόχος είναι η ανάπτυξη 1-2 χονδρών βλαστών, που ξεκινούν από τη βάση του φυτού, με αρκετούς δευτερεύοντες

βλαστούς μικρότερης διαμέτρου. Η διάμετρος των βλαστών αυτών μπορεί να αυξηθεί αν γίνει κορυφολόγημα στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης τους. Επίσης κορυφολογούμε κάτω από το ανώτερο σύνθετο πεντάφυλλο προκειμένου τη μετάθεση της παραγωγής σε κάποια συγκεκριμένη ημερομηνία.

Εκτός από την κλασική τεχνική κλαδέματος στην καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται μια καινούργια τεχνική κλαδέματος το «**bending**» (Εικόνα 1). Με την τεχνική αυτή αξιοποιούνται οι λαίμαργοι βλαστοί, που σε αντίθεση με άλλες καλλιέργειες στην τριανταφυλλιά είναι επιθυμητοί, γιατί αποτελούν παράγοντα ανανέωσης του φυτού και δημιουργίας μακροστέλεχων ισχυρών ανθέων. Ο βλαστός αφήνεται να αναπτυχθεί ελεύθερα μέχρι την εμφάνιση ανθοφόρου οφθαλμού στη κορυφή του. Τότε γίνεται αφαίρεση του επάκριου αυτού οφθαλμού, ενώ ταυτόχρονα «λυγίζεται» το κεντρικό στέλεχος σε οριζόντια θέση. Η ίδια τακτική ακολουθείται και για τους πλάγιους βλαστούς που εκπύσσονται (Σύρος και Χατζηλαζάρου, 2002).

Πλεονεκτήματα της τεχνικής «**bending**» είναι ότι δίνει περισσότερα στελέχη ανά φυτό, τα οποία είναι μεγαλύτερα σε μήκος. Αυτό οφείλεται στο ότι με την διαδικασία του «**bending**» αυξάνεται η φωτοσυνθετική επιφάνεια, ενώ ταυτόχρονα οι λυγισμένοι βλαστοί δεν καταναλώνουν προϊόντα φωτοσύνθεσης, που είναι διαθέσιμα για την δημιουργία καλής ποιότητας τριαντάφυλλων. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι ότι η νέα τεχνική δεν απαιτεί την υποστύλωση της καλλιέργειας. Αντίθετα μειονέκτημα της νέας τεχνικής είναι ότι παρουσιάζεται κάποια δυσκολία στην κίνηση των εργαζομένων εντός της καλλιέργειας λόγω της οριζόντιας διάταξης των βλαστών.



Εικόνα 1. Τεχνική «**bending**»

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ. Θερμοκήπια

3. Εισαγωγή

Αρχικά θεωρήθηκε, ότι το θερμοκήπιο είναι μια κατασκευή, που επιτρέπει τον περιορισμό ενός καλλιεργούμενου τμήματος με τη βοήθεια ενός διαφανούς τοιχώματος. Τώρα πλέον αποτελεί μέσο τροποποίησης του κλίματος. Λόγω των διαταραχών, που δημιουργεί το τοίχωμα του θερμοκηπίου στα φαινόμενα ακτινοβολίας και μεταφοράς, εγκαθίσταται υπό κάλυψη ένα «αυθόρμητο κλίμα». Με τον όρο «αυθόρμητο κλίμα» εννοούμε το κλίμα που εγκαθίσταται στο θερμοκήπιο όταν αυτό δεν είναι εφοδιασμένο με κανένα μηχανισμό κλιματισμού. Εξαιτίας των ενεργειακών ανταλλαγών, που λαμβάνουν χώρα μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του θερμοκηπίου στο επίπεδο του τοιχώματος, το αυθόρμητο κλίμα είναι στενά εξαρτημένο από το εξωτερικό κλίμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα χαρακτηριστικά του να μην είναι πάντα ευνοϊκά για τις καλλιέργειες. Γίνεται απαραίτητη λοιπόν η χρήση τεχνικών κλιματισμού, των οποίων η οικονομική επίπτωση είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο οι καλλιεργητικές απαιτήσεις βρίσκονται μακρύτερα από το «αυθόρμητο κλίμα». (Κίττας, 2000)

Ο σκοπός της χρησιμοποίησης των θερμοκηπίων στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων είναι η τροποποίηση ή η ρύθμιση πολλών από τους παράγοντες του περιβάλλοντος που επιδρούν στην ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών (Μαυρογιανόπουλος, 2000).

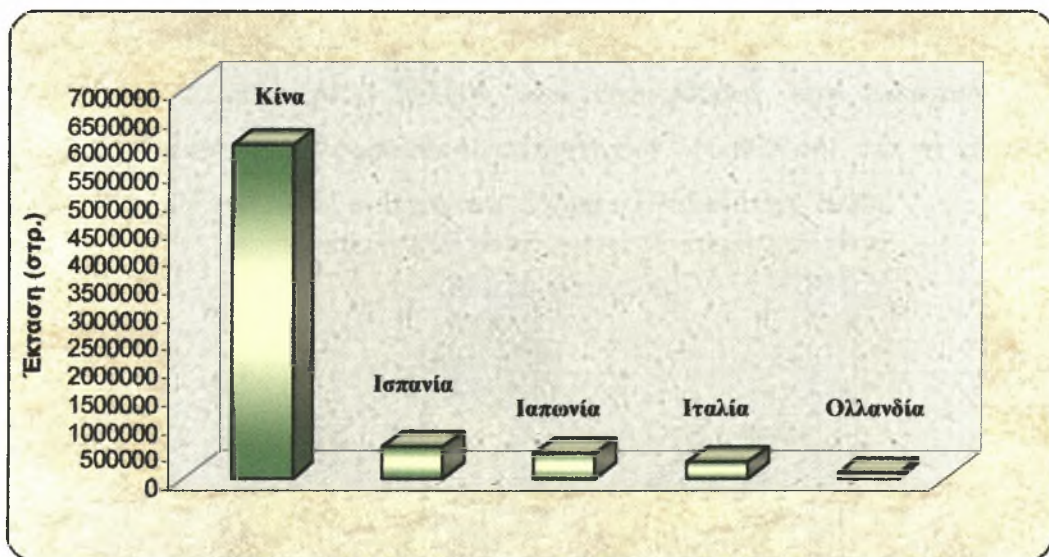
Με το θερμοκήπιο γενικά αποφεύγονται ζημιές στην καλλιέργεια από χιόνι, αέρα, βροχή και χαλάζι, ενώ παρέχεται και η δυνατότητα ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος της ρίζας των φυτών. Δίδεται επιπλέον η δυνατότητα αποτελεσματικότερης φυτοπροστασίας από ασθένειες και έντομα, λόγω περιορισμένου χώρου και εξειδικευμένου εξοπλισμού. Ειδικότερα σε θερμοκήπια, στα οποία γίνεται μια απλή μόνο τροποποίηση του περιβάλλοντος των φυτών με τη κατασκευή, επιτυγχάνεται συνήθως η πρώιμη ή και όψιμη παραγωγή φυτικών προϊόντων. Επίσης μπορεί να επιτευχθεί ο χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής, ενώ η παραγωγή αυξάνεται και η ποιότητα βελτιώνεται (Μαυρογιαννόπουλος, 2000).

Επιπλέον ένα σύγχρονο θερμοκήπιο θα πρέπει να παρέχει και τη δυνατότητα παραγωγής φυτικών προϊόντων με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Την τελευταία δεκαετία, η εξάπλωση των θερμοκηπίων και των καλλιεργειών υπό κάλυψη κέρδισε τις μεσογειακές χώρες (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Νότια Γαλλία), στις οποίες εσφαλμένα πίστευαν μέχρι τότε, πως οι ευνοϊκές συνθήκες ηλιοφάνειας και θερμοκρασίας δεν δικαιολογούν τέτοια παραγωγικά «εργαλεία». Η διάδοση των θερμοκηπίων δεν σταμάτησε να μεγαλώνει τα τελευταία χρόνια στις μεσογειακές χώρες, ενώ ταυτόχρονα διαπιστώνεται μια στασιμότητα και μάλιστα μείωση των επιφανειών υπό κάλυψη στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης (Κίττας, 2000).

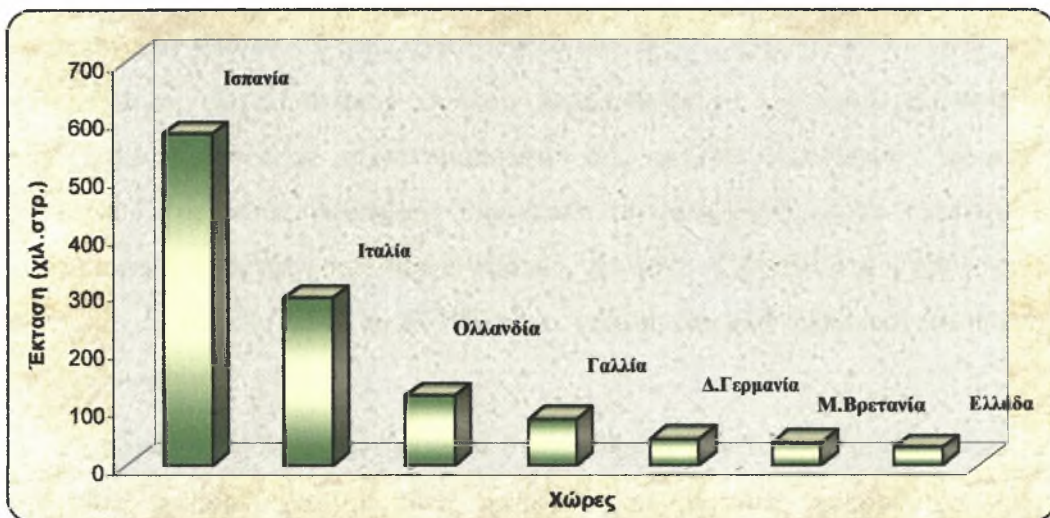
3.1 Οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στο Διεθνή χώρο

Η παγκόσμια έκταση των θερμοκηπίων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, ανέρχεται στα 8.500.000 στρ., από τα οποία το μεγαλύτερο μέρος κατέχει η Κίνα (6.000.000 στρ. ή 70,1% της παγκόσμιας καλυπτόμενης με θερμοκήπια έκτασης) (Υπουργείο Γεωργίας, 1998).



Σχήμα 4. Παγκόσμια έκταση των θερμοκηπίων

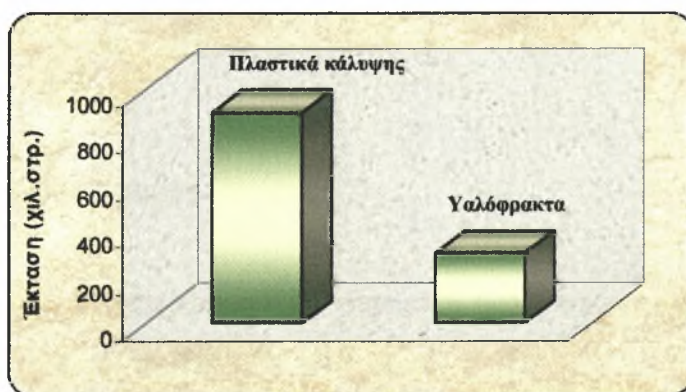
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν 1.200.000 στρ. θερμοκηπίων από τα οποία τα καλυμμένα με πλαστικό καταλαμβάνουν τα 900.000 στρ.. Από τις χώρες της Ε.Ε , η Ισπανία κατέχει την πρώτη θέση στις θερμοκηπιακές εκτάσεις με 575.000 στρ., όπως φαίνεται στο Σχήμα 5 (Υπουργείο Γεωργίας, 1998).



Σχήμα 5. Οι εκτάσεις των θερμοκηπίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα στο γενικό σύνολο κατέχει την 7^η θέση με ποσοστό 4,5%, ενώ έχει πολύ ευνοϊκές εδαφοκλιματικές συνθήκες για την παραγωγή θερμοκηπιακών προϊόντων.

Ο τύπος των θερμοκηπίων που χρησιμοποιείται στις διάφορες χώρες εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε χώρας, την τεχνολογική της ανάπτυξη, τα χαρακτηριστικά της οικονομίας και από την φύση των προϊόντων που παράγονται εκεί. Από τα 1.200.000 στρ. θερμοκηπίων που υπάρχουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα υαλόφρακτα καταλαμβάνουν 300.000 στρ. και τα πλαστικά κάλυψης 900.000 στρ., όπως φαίνεται στο Σχήμα 6 (Παπαδάκης, 2000).



Σχήμα 6. Τύποι θερμοκηπίων ανάλογα με το υλικό κάλυψης

3.2 Οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα

Στη χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για την παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η σημαντική εξάπλωση τους αρχίζει μετά το 1961, με τη χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων. Αργότερα παρατηρήθηκαν και αρκετές βιοτεχνίες κατασκευής θερμοκηπίων, οι οποίες βελτίωσαν σημαντικά τις κατασκευές. Έτσι παρατηρήθηκε μια σημαντική ανάπτυξη των θερμοκηπίων, τα οποία έφτασαν στα 43.564 στρ. το 1999. Από το σύνολο αυτό το 95,6% είναι καλυμμένα από πλαστικό και το 4,2% είναι υαλόφρακτα.

Οι παράγοντες που συνετέλεσαν στην αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα είναι αρκετοί. Ένας από τους σημαντικούς παράγοντες είναι οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας μας. Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές, είναι ευνοϊκό και παρέχει την δυνατότητα καλλιέργειας σε πολύ απλές κατασκευές χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερα ακριβός εξοπλισμός. Η εντατικοποίηση των καλλιεργειών και η ανάγκη εξασφάλισης υψηλότερου εισοδήματος από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος αποτέλεσαν ισχυρά κίνητρα για την ανάπτυξη των θερμοκηπίων. Επίσης ένας ακόμα παράγοντας είναι η αύξηση της ζήτησης των θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά. Τέλος η γεωργική πολιτική του κράτους ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με την θέσπιση οικονομικών κινήτρων και την εκτέλεση αρδευτικών και άλλων έργων.

Η Κρήτη, η Πελοπόννησος και τα νησιά του νότιου Αιγαίου είναι οι περιοχές που συγκεντρώνουν το 65% των θερμοκηπίων της χώρας

3.3 Εξέλιξη των καλλιεργειών

Η έκταση των καλλιεργούμενων με κηπευτικά θερμοκηπίων για την περίοδο 1982-1999 είχε ένα μέσο ρυθμό αύξησης 1,3% ετησίως.

Η έκταση των καλλιεργούμενων με ανθοκομικά φυτά θερμοκηπίων αυξήθηκε την ίδια περίοδο με μέσο ρυθμό 3,5% ετησίως.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η θερμοκηπιακή έκταση των τριαντάφυλλων αυξήθηκε κατά μέσο όρο 3,3% ετησίως κατά την χρονική περίοδο 1982-1999, ενώ η στρεμματική απόδοση το 1986 και το 1999 ήταν αντίστοιχα 77.152 τεμάχια και 91.774 τεμάχια, δηλαδή η αύξηση ήταν της τάξης του 18,9% (Μαυρογιαννόπουλος, 2000).

Γενικά υπάρχει αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων τα τελευταία χρόνια είναι όμως πολύ μικρότερη της αύξησης που παρατηρείται σε άλλες χώρες. Από διάφορα δεδομένα συνάγεται ότι η αύξηση των μέσων στρεμματικών αποδόσεων προέρχεται από τη χρησιμοποίηση βελτιωμένων θερμοκηπίων και τη χρησιμοποίηση αποδοτικότερων υβριδίων (Μαυρογιαννόπουλος, 2000).

3.4 Τύποι θερμοκηπίων

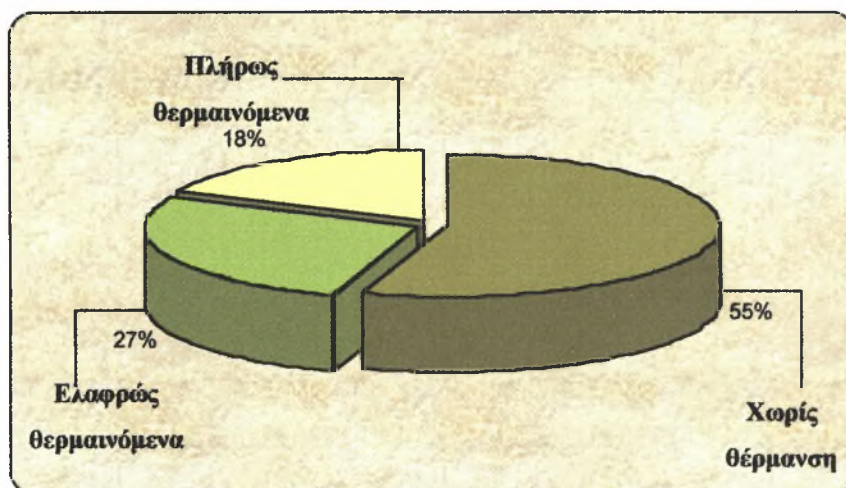
Τα θερμοκήπια διαφέρουν μεταξύ τους, από κατασκευαστικής πλευράς, στο σχήμα και στις διαστάσεις της βασικής κατασκευαστικής μονάδας, καθώς και στα χρησιμοποιούμενα υλικά σκελετού και κάλυψης.

Ανάλογα με το σχήμα διακρίνονται σε απλά αμφίρρικτα θερμοκήπια, αμφίρρικτα πολλαπλά, απλά τοξωτά θερμοκήπια, απλά τροποποιημένα τοξωτά και πολλαπλά τροποποιημένα τοξωτά.

Ανάλογα με τα υλικά κατασκευής του σκελετού των θερμοκηπίων, υπάρχουν θερμοκήπια που χρησιμοποιούν το ξύλο ως υλικό κατασκευής του σκελετού, θερμοκήπια που κατασκευάζονται από σίδηρο και θερμοκήπια που κατασκευάζονται από αλουμίνιο.

Τα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων ποικίλουν. Ως υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων χρησιμοποιούνται το τζάμι, τα σκληρά πλαστικά και τα πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου (Κίττας, 2000).

Τα θερμοκήπια μπορεί να είναι θερμαινόμενα ή μη. Στο Σχήμα 7 δίνεται η ποσοστιαία σχηματική παράσταση της έκτασης των θερμοκηπίων σε σχέση με τον τρόπο θέρμανσης.



Σχήμα 7. Ποσοστιαία σχηματική παράσταση της έκτασης των θερμοκηπίων σε σχέση με τον τρόπο θέρμανσης

3.5 Θερμοκηπιακή καλλιέργεια τριανταφυλλιάς

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί η τριανταφυλλιά είναι μια καλλιέργεια που καλλιεργείται ως επί το πλείστον υπό κάλυψη σε θερμοκήπια, κυρίως για την παραγωγή δρεπτών ανθέων.

Ο κατάλληλος τύπος θερμοκηπίου για την καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς είναι εκείνος που παρέχει άπλετο φως σε όλα ανεξαρτήτως τα φυτά και επαρκή αερισμό. Προτιμούνται υψηλά θερμοκήπια, που θα δίνουν στην καλλιέργεια την δυνατότητα να αναπτυχθεί φυσιολογικά. Συνίσταται το ύψος στο χαμηλότερο σημείο να είναι 2,5m (Μαλούπα, 1997).

Το υλικό κατασκευής του σκελετού πρέπει να είναι από αλουμίνιο ή γαλβανισμένο σίδηρο και το υλικό κάλυψης να είναι γυαλί. Λόγω των ιδιαίτερων απαιτήσεων της καλλιέργειας σε θερμοκρασία και νερό πρέπει να υπάρχουν τα συστήματα θέρμανσης και άρδευσης (Μαλούπα, 1997). Επίσης πρέπει να υπάρχει πρόνοια για σκίαση της καλλιέργειας κατά τους θερινούς για να αποφεύγονται αρνητικές επιπτώσεις, που προκαλεί η υψηλή ένταση φωτός στην Ελλάδα.

Μέχρι πρόσφατα η τριανταφυλλιά καλλιεργούνταν ως επί το πλείστον στο έδαφος. Σήμερα μια διαρκώς επεκτεινόμενη τεχνική καλλιέργειας είναι η χρήση υδροπονικών συστημάτων καλλιέργειας, γιατί με τη βελτιστοποίηση του περιβάλλοντος της ρίζας που επιτυγχάνεται μέσω αυτής της τεχνικής, αυξάνονται οι αποδόσεις των φυτών και βελτιώνεται η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV. Υδροπονία

4. Εισαγωγή

Με την πλατιά έννοια του όρου, υδροπονία ή ανέδαφος καλλιέργεια, εννοούμε την χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μίγματα εδάφους και στην οποία η θρέψη των φυτών βασίζεται στη χορήγηση θρεπτικού διαλύματος. Αναφέρεται μερικές φορές και ως χημική καλλιέργεια, τεχνητή καλλιέργεια, ανέδαφος γεωργία και υδροκαλλιέργεια. Ο πιο γνωστός και διαδεδομένος όρος, διεθνώς, είναι η ελληνική λέξη υδροπονία.

Η υδροπονία είναι ένας πολύ πρόσφατος κλάδος της γεωργικής παραγωγής. Εφαρμόζεται σε εμπορική κλίμακα μόλις 40 χρόνια. Ωστόσο έχει ευρύ φάσμα εφαρμογών, τόσο για την καλλιέργεια φυτών στο ύπαιθρο όσο και για την θερμοκηπιακή καλλιέργεια (Κίττας, 2002) . Σήμερα σε πολλές περιοχές του κόσμου εφαρμόζεται η υδροπονική καλλιέργεια φυτών, στην οποία εκτός από την ρύθμιση του περιβάλλοντος της κόμης γίνεται και ρύθμιση του περιβάλλοντος της ρίζας. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με υδροπονία στην Ολλανδία, ήταν περίπου 6.000 στρ. κατά την περίοδο 1981-82 και έφθασαν πάνω από 80.000 στρ. κατά το 2000-01.

Η καλλιεργούμενη έκταση στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα μικρή συγκρινόμενη με άλλες χώρες. Είναι περίπου 1000 στρ., και γίνεται σε υπόστρωμα πετροβάμβακα, περλίτη ή με τη μέθοδο NFT (Nutrient Film Technique). Σημαντικό πρόβλημα στην ανάπτυξη και διάδοση της υδροπονίας αποτελούν :

- Το χαμηλό επίπεδο γνώσεων και η προκατάληψη των παραγωγών.
- Το συνεχώς αυξανόμενο κόστος της ενέργειας, που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία των θερμοκηπιακών μονάδων. Αυτό οδηγεί πολλούς παραγωγούς στη διακοπή της καλλιέργειας κατά την περίοδο του χειμώνα.
- Το υψηλό σχετικά κόστος της αρχικής εγκατάστασης, για τον ικανοποιητικό έλεγχο του κλίματος και της θρέψης των φυτών. Μεγάλη σημασία πρέπει να δοθεί στην εμπειρία του κατασκευαστή, στην καταλληλότητα αλλά και στην αναγκαιότητα του προτεινόμενου εξοπλισμού, στην δυνατότητα παροχής υπηρεσιών και στη συντήρηση του εγκατεστημένου εξοπλισμού.

- Η απόκτηση σχετικής εμπειρίας και εκπαίδευσης των παραγωγών στην εφαρμογή της υδροπονικής καλλιέργειας.
- Η ανάγκη υποστήριξης των υδροπονικών καλλιεργειών από ειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό με τη βοήθεια κατάλληλου εξοπλισμού (Κίττας, 2002).

4.1 Η υδροπονία σήμερα

Αναλυτικότερα η μέθοδος της υδροπονίας συνίσταται στην καλλιέργεια φυτών είτε σε αδρανή υποστρώματα, στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο διάλυμα. Γενικά για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών είναι απαραίτητο στη ρίζα τους να υπάρχει άφθονο οξυγόνο και ταυτόχρονα άφθονο νερό που να έχει διαλυμένα τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στη σωστή τους αναλογία. Με τις υδροπονικές καλλιέργειες τα προβλήματα αυτά λύνονται με τη ρύθμιση της τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος και τη χρησιμοποίηση (σε όσες περιπτώσεις χρησιμοποιείται στέρεο υπόστρωμα) υλικών με πολύ υψηλό πορώδες και χημικά αδρανών.

Οι υδροπονικές καλλιέργειες παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα. Με τη βελτιστοποίηση του περιβάλλοντος της ρίζας αυξάνονται οι αποδόσεις των φυτών και βελτιώνεται η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Επίσης παρέχεται η δυνατότητα να καλλιεργηθούν φυτά σε περιοχές με πολύ κακής ποιότητας εδάφη (πολύ αλατούχα, πολύ συνεκτικά κ.τ.λ.) ή σε θέσεις χωρίς καθόλου φυσικό έδαφος.

Με την χρήση των υδροπονικών συστημάτων έχουμε μερική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες. Ένα μεγάλο πρόβλημα, που έχουν να αντιμετωπίσουν πλέον οι Έλληνες παραγωγοί, είναι η χαμηλή γονιμότητα ορισμένων εδαφών είτε λόγω υπερντατικής εκμετάλλευσης είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα των υδροπονικών καλλιεργειών είναι ο ακριβέστερος έλεγχος που μπορεί να γίνει μέσω των υδροπονικών συστημάτων στην παροχή νερού, τη διατροφή του φυτού, στο pH, στη θερμοκρασία της ρίζας κ.α..

Δεν είναι καθόλου ευκαταφρόνητη η εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων που μπορεί να επιτευχθεί, με τη χρήση των κλειστών υδροπονικών συστημάτων. Με δεδομένο ότι στα ανοικτά υδροπονικά συστήματα το διάλυμα αντιστοιχεί στο 20-30%

της συνολικής χορηγούμενης ποσότητας θρεπτικού διαλύματος, εύκολα αντιλαμβανόμαστε ότι η κατανάλωση νερού και λιπασμάτων μειώνεται σε αντίστοιχο βαθμό περίπου. Οι ποσότητες των λιπασμάτων που εξοικονομούνται, όπως ο χηλικός σίδηρος, το νιτρικό ασβέστιο και το θειικό μαγνήσιο, τα οποία συμβάλουν σημαντικά στη διαμόρφωση του κόστους λίπανσης, είναι πολύ σημαντικές. Τέλος, όσον αφορά το νερό, η εξοικονόμηση έχει ιδιαίτερη σημασία σε περιοχές όπου το διαθέσιμο νερό άρδευσής είναι περιορισμένο (Αναστασίου και Παπαγεωργίου,1999).

Πέρα όμως από τον περιορισμό της κατανάλωσης νερού και λιπασμάτων, τα κλειστά υδροπονικά συστήματα ενδείκνυνται κυρίως επειδή θεωρούνται φιλικά προς το περιβάλλον, αφού τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα που περιέχονται στο διάλυμα απορροής ανακυκλώνονται και επομένως δεν επιβαρύνουν το οικοσύστημα. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όσον αφορά τα νιτρικά ιόντα, τα οποία ως γνωστό θεωρούνται επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό και για αυτό η συγκέντρωσή τους στο πόσιμο νερό θα πρέπει να είναι πολύ χαμηλή (Αναστασίου και Παπαγεωργίου ,1999)

Παρατηρείται επίσης μείωση του κόστους θέρμανσης εξαιτίας αφενός της αποφυγής εξάτμισης νερού από την επιφάνεια του εδάφους, η οποία πάντοτε συνοδεύεται από απορρόφηση θερμότητας και αφετέρου εξαιτίας της δυνατότητας ακριβούς ελέγχου της θερμοκρασίας του ριζικού συστήματος που παρέχει ένα υδροπονικό σύστημα. Έτσι είναι ευκολότερη η αύξηση της θερμοκρασίας στην περιοχή της ρίζας, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται πρωίμηση της παραγωγής.

Ο παραγωγός είναι απαλλαγμένος από την διαδικασία προετοιμασίας του εδάφους, με αποτέλεσμα την μείωση των εργατικών χεριών και κατά συνέπεια μείωση του κόστους παραγωγής.

Εξαιτίας της βελτίωσης στη θρέψη των φυτών και της διατήρησης υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά τη διάρκεια του χειμώνα έχουμε σημαντική αύξηση των αποδόσεων. Οι αποδόσεις των υδροπονικών καλλιεργειών είναι κατά μέσο όρο 15-20% υψηλότερες σε σχέση με τις καλλιέργειες σε εδάφη γόνιμα και καλής ποιότητας. Εκτός της αύξησης των αποδόσεων έχουμε και καλύτερη ποιότητα παραγωγής.

Με τη χρήση των υδροπονικών συστημάτων δίνονται μεγαλύτερες δυνατότητες για μηχανοποίηση και αυτοματοποίηση των καλλιεργητικών εργασιών. Επίσης βελτιώνεται το περιβάλλον εργασίας για τους εργαζόμενους στο θερμοκήπιο.

Εκτός από τα πλεονεκτήματα των υδροπονικών καλλιεργειών, που αναπτύχθηκαν παραπάνω, υπάρχουν και αρκετά μειονεκτήματα :

- Το αρχικά υψηλό κόστος εγκατάστασης, που συνίσταται στις εγκαταστάσεις παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος, στην αγορά του υποστρώματος κ.α..
- Ο κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μολύνσεων μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος (κλειστό υδροπονικό σύστημα).
- Η μόλυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα από την απόρριψη των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων σε ανοικτά υδροπονικά συστήματα.
- Η απαίτηση ύπαρξης παραγωγών με εξειδικευμένες γνώσεις στην διαχείριση των συστημάτων αυτών.

Η διάκριση των υδροπονικών συστημάτων γίνεται ανάλογα με :

- Το είδος του υποστρώματος που χρησιμοποιείται για την ριζοβολία των φυτών.
- Τον τρόπο διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος.

4.2 Υποστρώματα στην υδροπονία

Ως υπόστρωμα στην υδροπονία θεωρούμε το μέσο στο οποίο αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα των φυτών. Η πρακτική σημασία των υποστρωμάτων αφορά αφενός την στήριξη του φυτού και αφετέρου την συγκράτηση των θρεπτικών στοιχείων που προέρχονται από το θρεπτικό διάλυμα, το οποίο περιοδικά διαβρέχει το υπόστρωμα. Σε μερικές περιπτώσεις υδροπονικών συστημάτων (π.χ. NFT), είναι δυνατή η απουσία υποστρώματος. Η στήριξη των φυτών σ' αυτήν την περίπτωση γίνεται, είτε από το ίδιο το σύστημα παροχής και κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος όταν το ύψος των φυτών είναι μικρό (μαρούλι), είτε από ξεχωριστό σύστημα υποστήριξης της καλλιέργειας (δίχτυα υποστήριξης, δέσιμο των φυτών κατά θέση κ.λ.π.), όταν το ύψος των φυτών είναι μεγαλύτερο.

Ως υπόστρωμα στην υδροπονία μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα εκείνα τα υλικά που παρουσιάζουν συγκεκριμένες φυσικοχημικές ιδιότητες, επιθυμητές τόσο για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών, όσο και για την ευκολία διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος.

Συγκεκριμένα ένα υλικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα σε υδροπονικό σύστημα θα πρέπει :

- Να επιτρέπει την καλή κατανομή νερού- αέρα.
- Να έχει σταθερή τιμή pH.
- Να έχει καλή ικανότητα συγκράτησης νερού.
- Να έχει μικρή περιεκτικότητα σε άλατα.
- Να επιτρέπει την ομαλή κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος.
- Να έχει χημική αδράνεια.
- Να έχει μηδενική ή ελάχιστη εναλλακτική ικανότητα.
- Να επιτρέπει την εύκολη μεταχείριση του.
- Να είναι απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Να μην περιέχει στοιχεία τοξικά για τα φυτά.
- Να είναι ασυμπίεστο.
- Να μην αλλάζει την υφή και τη σύσταση του.
- Να μην πληγώνει τις ρίζες.

Τα συνηθέστερα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα ως υποστρώματα στην υδροπονία και έχουν λιγότερες ή περισσότερες από τις προαναφερθείσες ιδιότητες, μπορεί να είναι απολύτως αδρανή υλικά όπως:

- Περλίτης
- Βερμικουλίτης
- Πετροβάμβακας
- Ελαφρόπετρα
- Κρυσταλλική άμμος
- Χαλίκι

Ή να είναι οργανικά υλικά όπως :

- Τύρφη
- Cocosoil

Στην πράξη τα υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως ως υποστρώματα είναι ο περλίτης, ο βερμικουλίτης, ο πετροβάμβακας, η τύρφη και ο φλοιός κοκκοφοίνικα.

4.2.1 Περλίτης



Εικόνα 2 Ο περλίτης

Ο περλίτης είναι αργιλλοπυριτικό υλικό, ηφαιστιογενούς προέλευσης, με 3-4% κρυσταλλικό νερό. Για την παρασκευή του διογκωμένου περλίτη, θερμαίνονται οι κόκκοι του ορυκτού στους 1000 °C σε ειδικούς φούρνους, όπου λόγω του κρυσταλλικού νερού διογκώνονται. Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται διογκωμένοι κόκκοι διαμέτρου 1,5-5 mm. Σημαντικό πλεονέκτημα για τον Έλληνα παραγωγό αποτελεί το γεγονός ότι ο περλίτης είναι εγχώριο προϊόν. Κοιτάσματα περλίτη έχουν επισημανθεί στη νήσο Μήλο (απ' όπου και εξάγεται), στην Κώ, Αντίπαρο και Νίσηρο.

Ο περλίτης είναι ένα αδρανές υλικό, με μεγάλο πορώδες και εύκολη στράγγιση, παρέχει στο ριζικό σύστημα των φυτών πολύ καλό αερισμό και έχει την ικανότητα να συγκρατεί νερό στους πόρους που σχηματίζονται μεταξύ των κόκκων του. Τα πλεονεκτήματα του, όσον αφορά τη χρήση του ως υποκατάστατο εδάφους, είναι η χημική του αδράνεια και το υψηλό ολικό πορώδες, με αποτέλεσμα την πολύ καλή στράγγιση του διαλύματος.

Η χρήση υποστρωμάτων τοπικής προέλευσης, όπως είναι ο περλίτης, με μικρότερο κόστος από τα εισαγόμενα, χωρίς προβλήματα μόλυνσης του περιβάλλοντος, με καλές φυσικές και χημικές ιδιότητες, αποτελούν λύση κλειδί για την υιοθέτηση της υδροπονικής καλλιέργειας φυτών από τους Έλληνες παραγωγούς.

Ο περλίτης έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε πειράματα σε καλλιέργεια ζερμπερας και τριανταφυλλιάς και συγκρινόμενος με τον ζεόλιθο, τον πετροβάμβακα και άλλα αδρανή υλικά, έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα. Φυτά που μεγάλωναν σε περλίτη εμφάνισαν την υψηλότερη συνολική παραγωγή για όλες τις ποικιλίες. Τη χαμηλότερη παραγωγή την εμφάνισαν τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε ζεόλιθο, ενώ τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε πετροβάμβακα και άμμο είχαν ενδιάμεση παραγωγή. Καλύτερη

ποιότητα τριαντάφυλλων είχαν επίσης τα φυτά σε περλίτη. Τέλος ο περλίτης εμφάνισε την υψηλότερη γέμιση του πορώδους του με αέρα (Maloupa et.al, 1992, Μαλούπα, 1999). Τα αποτελέσματα έδειξαν την υπεροχή του περλίτη σαν θρεπτικό υπόστρωμα.

Στον περλίτη το διαθέσιμο νερό είναι ιδιαίτερα χαμηλό, πράγμα που καθιστά αναγκαία τα συχνά ποτίσματα με μικρή ποσότητα νερού.

4.2.2 Βερμικουλίτης

Ο βερμικουλίτης αποτελεί ένωση αλουμινίου- σιδήρου και μαγνησίου. Ο διογκωμένος βερμικουλίτης παρουσιάζει καλή αναλογία συγκράτησης νερού- αέρα. Το pH του υλικού μπορεί να είναι 6-6,8 ή περισσότερο αλκαλικό όταν περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα Mg. Ο βερμικουλίτης έχει σχετικά μεγάλη εναλλακτική ικανότητα κατιόντων 100-150 meq/100gr. Δεν απορροφά Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , μπορεί όμως να απορροφήσει PO_4^{3-} (Κίττας, 2002).

4.2.3 Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι διογκωμένο ανόργανο υλικό. Η πρώτη ύλη από την οποία γίνεται είναι ο βασάλτης, ο ασβεστόλιθος και ο γαιάνθρακας σε αναλογία 4:1:1. Τα υλικά αυτά θερμαινόμενα λιώνουν σε θερμοκρασία 1500-1600 °C και εξωθούνται έτσι ώστε να διαμορφωθούν σε ίνες. Το pH του υλικού είναι 7-9,5. Η πυκνότητα του είναι 75 Kg/m³. Δεν έχει σημαντική ρυθμιστική και εναλλακτική ικανότητα. Το πορώδες του υλικού είναι 95-97% και είναι αποστειρωμένο υλικό. Περιέχει ορισμένα άλατα, που σε μικρή ποσότητα μπορούν να αποσπαστούν από τα φυτά. Εισάγεται από τη Δανία και τη Γαλλία (Κίττας, 2002).

4.2.4 Τύρφη

Η τύρφη είναι οργανικό υλικό που αποτελείται από μερικώς αποδομημένα υπολείμματα φυτών. Η τύρφη είναι υλικό που περιέχει 98% οργανική ουσία. Είναι δυνατόν να αποικοδομηθεί περαιτέρω κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, με ρυθμό που δεν είναι δυνατόν να προβλεφθεί, απελευθερώνοντας άγνωστης ποσότητας θρεπτικά στοιχεία στο θρεπτικό διάλυμα. Το pH της τύρφης διαλυμένης σε νερό είναι

3,5-4, η πυκνότητα της είναι 60-100Kg/m³ και το ολικό πορώδες 96%. Η εναλλακτική ικανότητα της τύρφης είναι 100-130 meq/100gr. Μπορεί να συγκρατήσει ποσότητα νερού 2πλάσια του βάρους της όταν είναι στεγνή και ίση με το βάρος της όταν είναι υγρή. Η τύρφη όταν χρησιμοποιείται μόνη της ως υπόστρωμα στην υδροπονία είναι δυνατόν να δημιουργήσει ασφυκτικές συνθήκες στη ρίζα των φυτών και ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται μεγάλος όγκος νερού κατά την άρδευση ή όταν δεν υπάρχει μεγάλος ρυθμός αποστράγγισης ή διαπνοής. Αντίθετα η στεγνή τύρφη δεν διαβρέχεται ομοιόμορφα κατά την άρδευση (Κίττας, 2002).

4.2.5 Cocosoil

Ο φλοιός που χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα στην υδροπονία προέρχεται από φυτά κόκκου. Είναι ελαφρύ σκουρόχρωμο υλικό με ινώδη μορφή και περιέχει μεγάλη ποσότητα άνθρακα (50%) και μικρή αζώτου (0,1%). Όταν αρχίσει η αποσύνθεση του υλικού, τα βακτήρια που συμμετέχουν σ' αυτήν αφομοιώνουν το άζωτο ευκολότερα απ' ό,τι τα φυτά, με αποτέλεσμα την πιθανή εμφάνιση τροφοπενίας αζώτου στα φυτά. Το pH του φλοιού είναι ουδέτερο. Μπορεί να συγκρατήσει ποσότητα νερού 6πλάσια του όγκου του, ενώ παράλληλα ο όγκος του αέρα που περιέχεται στους πόρους του υλικού είναι μεγαλύτερος από αυτόν του πετροβάμβακα (Κίττας, 2002).

4.3 Διαχείριση Θρεπτικού Διαλύματος σε υδροπονικά συστήματα

«Θρεπτικό διάλυμα» στην υδροπονία, θεωρούμε το υδατικό διάλυμα που περιέχει με την μορφή ιόντων όλα εκείνα τα θρεπτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για την σωστή θρέψη των φυτών.

Μεγάλη σημασία για την υδροπονική καλλιέργεια έχει η σωστή διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος με το οποίο γίνεται η άρδευση της καλλιέργειας.

Η ορθολογική διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος σ' ένα υδροπονικό σύστημα αποβλέπει :

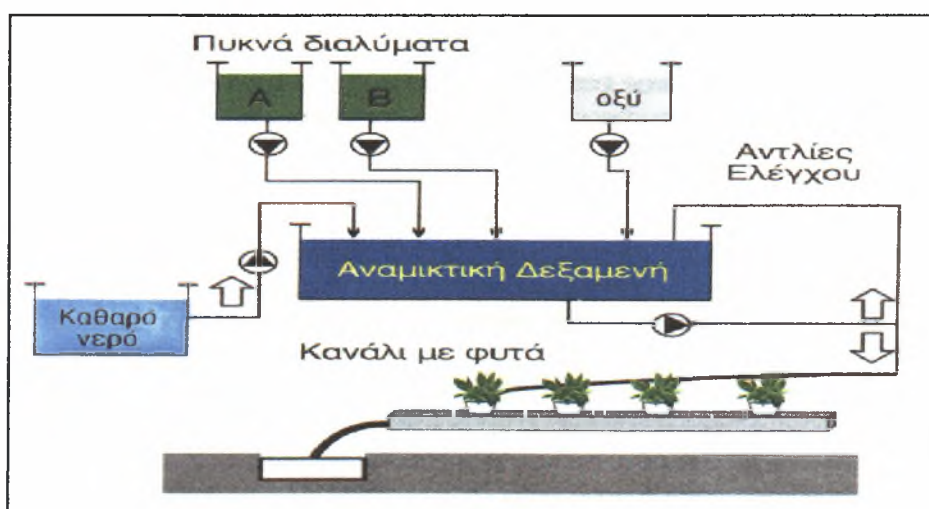
- Στην επαρκή τροφοδοσία της καλλιέργειας με θρεπτικό διάλυμα, έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες των φυτών σε νερό και θρεπτικά στοιχεία.
- Στην διατήρηση των επιθυμητών χαρακτηριστικών (pH, EC, σωστή αναλογία ιόντων) του θρεπτικού διαλύματος, για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο διάστημα.

Για την επίτευξη των δύο παραπάνω στόχων, έχουν αναπτυχθεί δύο βασικά συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας, το ανοικτό υδροπονικό σύστημα (μη ανακυκλούμενο) και το κλειστό υδροπονικό σύστημα (ανακυκλούμενο). Το καθένα από αυτά έχει σημαντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, σε επίπεδο εφαρμογής, εξοπλισμού και ελέγχου.

4.3.1 Ανοικτό υδροπονικό σύστημα

Το σύστημα αυτό είναι το πρώτο που αναπτύχθηκε και το πιο απλό. Τέτοια συστήματα έχουν διαδοθεί περισσότερο και έχουν λιγότερες απαιτήσεις.

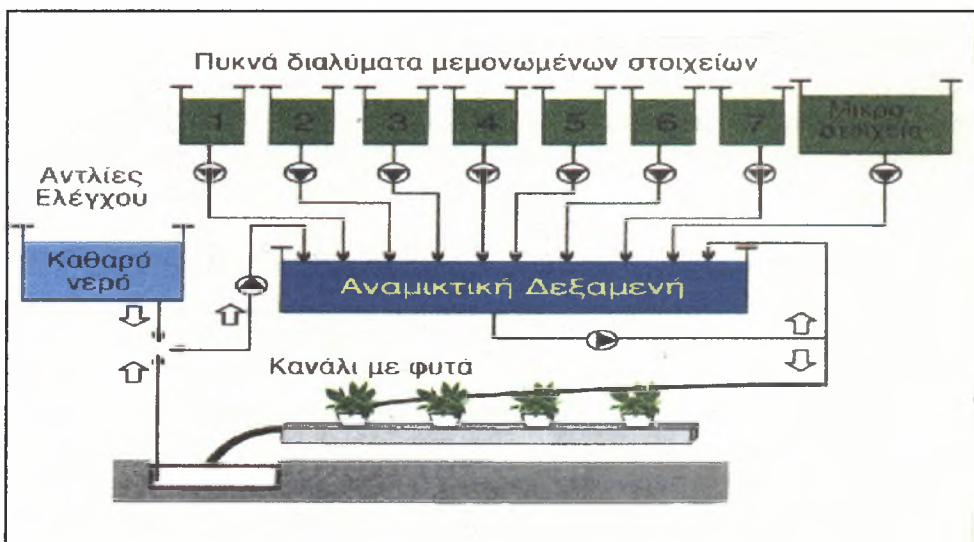
Στο ανοικτό σύστημα, το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται για την υδρολίπανση της καλλιέργειας παρασκευάζεται πριν την έναρξη της άρδευσης, έχει σταθερή χημική σύσταση και απορρίπτεται μετά το τέλος αυτής, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή καθώς και μόλυνση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι δυο αυτοί λόγοι οδήγησαν στα κλειστά συστήματα, που σε λίγα χρόνια θα διαδεχθούν τα ανοικτά.



Εικόνα 3. Ανοικτό υδροπονικό σύστημα

4.3.2 Κλειστό υδροπονικό σύστημα

Στο κλειστό σύστημα το διάλυμα απορροής ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό (Εικόνα 4). Έτσι γίνεται δυσκολότερη η διαχείριση του συστήματος, καθώς αλλάζει η χημική σύσταση του θρεπτικού διαλύματος που κάθε φορά καλούμαστε να διαχειριστούμε. Με την επαναχρησιμοποίηση του θρεπτικού διαλύματος όμως έχουμε οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και σημαντικό περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Ένα μικρό ποσοστό του διαλύματος πρέπει να απορρίπτεται, για λόγους συγκράτησης της ισορροπίας μέσα στο διάλυμα. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με τη συνεχή ποσοστιαία απόρριψη του διαλύματος είτε με την ολική απόρριψη του διαλύματος κατά αραιά χρονικά διαστήματα.



Εικόνα 4. Κλειστό υδροπονικό σύστημα

Σε ένα κλειστό υδροπονικό σύστημα η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει, γίνεται είτε στην ίδια δεξαμενή που χρησιμοποιείται για την άρδευση της καλλιέργειας, οπότε το απορρέον θρεπτικό διάλυμα αναμειγνύεται με το υπάρχον αρχικό, είτε σε ξεχωριστή δεξαμενή με το αρχικό θρεπτικό διάλυμα.

Συνηθέστερη μέθοδος που επιδέχεται μέχρι ένα βαθμό την αυτοματοποίηση του συστήματος, είναι η συγκέντρωση του απορρέοντος θρεπτικού διαλύματος σε ξεχωριστή δεξαμενή και η χρησιμοποίηση ενός μόνο μέρους της ποσότητας του

θρεπτικού διαλύματος που απορρέει (συνήθως το 20-30%). Το υπόλοιπο 70-80% συμπληρώνεται με ένα σταθερό θρεπτικό διάλυμα (standard solution), προκαθορισμένης σύστασης και επαναχρησιμοποιείται με την παραδοχή ότι οι αλλοιώσεις που έχει υποστεί το απορρέον θρεπτικό διάλυμα, δεν είναι ικανές να μεταβάλουν σημαντικά τις ιδιότητες του νέου αναμιγμένου θρεπτικού διαλύματος, μετά την ανάμιξη του με το standard solution. Ο βαθμός πάντως επαναχρησιμοποίησης του απορρέοντος θρεπτικού διαλύματος εξαρτάται από το βαθμό των αλλοιώσεων (κυρίως στις τιμές του pH και της EC), που έχει υποστεί το θρεπτικό διάλυμα κατά τη διάρκεια της χρήσης του.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος στα κλειστά υδροπονικά διαλύματα, είναι τα χαρακτηριστικά (υδρολογικά και χημικά) του υποστρώματος που χρησιμοποιείται. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να μεταβάλουν την ποσότητα και την ποιότητα του θρεπτικού διαλύματος που θα επιστρέψει κατά την ανακύκλωση (Κίττας, 2002).

Μέχρι σήμερα η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος στις υδροπονικές καλλιέργειες έχει τύχει περιορισμένης εφαρμογής. Ένας βασικός ανασταλτικός παράγοντας για τους παραγωγούς είναι ο κίνδυνος να μολυνθεί όλη η καλλιέργεια με κάποια ασθένεια ριζών μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Για να εκμηδενισθεί όμως η πιθανότητα μαζικής μόλυνσης της καλλιέργειας, ώστε να αυξηθεί και το αίσθημα ασφάλειας των παραγωγών, συνίσταται η εγκατάσταση ενός συστήματος που θα απολυμαίνει το θρεπτικό διάλυμα πριν από την επαναχρησιμοποίησή του. Έχουν μελετηθεί και χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος, όπως :

- η χρήση φίλτρων άμμου ή φίλτρων υπεριώδους ακτινοβολίας,
- η απολύμανση με όζον
- η απολύμανση με ενεργό υπεροξείδιο του υδρογόνου,
- η παστερίωση με θέρμανση σε θερμοκρασία 95 °C για 30 sec κ.α..

Ένα δεύτερο πρόβλημα που δημιουργείται όταν εφαρμόζεται η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος είναι η βαθμιαία αλλαγή της ιοντικής του σύστασης, λόγω της εκλεκτικής απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Η συνέπεια αυτού του προβλήματος είναι ότι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, οι αναλογίες συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων εμφανίζονται σημαντικά διαφοροποιημένες στο ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα.

Σε πολλές χώρες της Βόρειας Ευρώπης τα κλειστά υδροπονικά συστήματα

προωθούνται από τους αρμόδιους κρατικούς φορείς με διάφορα κίνητρα αλλά και νομοθετικές ρυθμίσεις, με στόχο κυρίως την ελάττωση της επιβάρυνσης των πόσιμων νερών με νιτρικά ιόντα και υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Για αυτό το λόγο η εξοικείωση με τα κλειστά υδροπονικά συστήματα και την τεχνική εφαρμογής τους είναι απαραίτητη. Αυτό ισχύει ακόμα περισσότερο για τη χώρα μας που λόγω των συγκριτικών πλεονεκτημάτων της, οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες θα εξακολουθήσουν και στο μέλλον να αποτελούν βασικό κλάδο της γεωργικής οικονομίας.

Και στα δύο προαναφερθέντα συστήματα η συχνότητα της άρδευσης καθορίζεται :

- Εμπειρικά από τον παραγωγό, παρακολουθώντας κυρίως την συμπεριφορά των φυτών (μάρανση, συστροφή φύλλων κ.λ.π.).
- Από αυτόματα συστήματα με τη βοήθεια ειδικών οργάνων μέτρησης της υδατικής κατάστασης του υποστρώματος (τενσιόμετρα, λυσιόμετρα).
- Ακολουθώντας συγκεκριμένο πρόγραμμα αρδεύσεων ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.
- Με την βοήθεια μοντέλων εξατμισοδιαπνοής.

Και στα δύο συστήματα είναι επιθυμητό να απορρέει το 15-20% της ποσότητας του θρεπτικού διαλύματος που εφαρμόζεται για την άρδευση της καλλιέργειας, ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση αλάτων στο υπόστρωμα της καλλιέργειας.

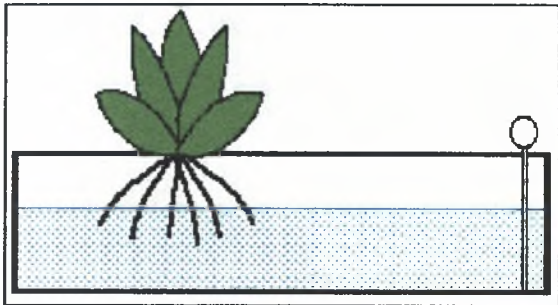
4.4 Μέθοδοι Υδροπονικών Καλλιιεργειών

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η εφαρμογή του θρεπτικού διαλύματος στην καλλιέργεια, ανεξάρτητα με το σύστημα που ακολουθείται (ανοικτό ή κλειστό), χαρακτηρίζεται ως μέθοδος της υδροπονικής καλλιέργειας.

Οι σημαντικότερες μέθοδοι που σήμερα εφαρμόζονται διεθνώς στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι οι εξής :

4.4.1 Static Aerated Technique (SAT)

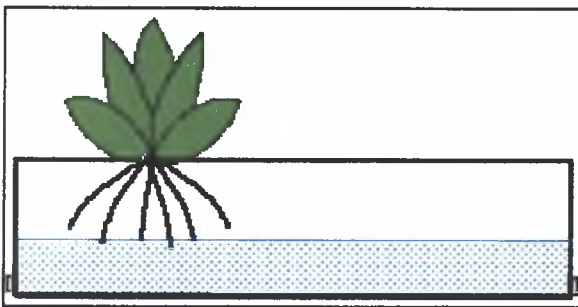
Στη μέθοδο αυτή (Εικόνα 5) όλο το ριζικό σύστημα των φυτών έρχεται σε επαφή με το θρεπτικό διάλυμα το οποίο παραμένει στάσιμο. Στην δεξαμενή



Εικόνα 5. Static Aerated Technique (SAT)

τροφοδοσίας του συστήματος, μια αντλία αέρος χρησιμοποιείται για να εμπλουτίσει το θρεπτικό διάλυμα με την απαραίτητη ποσότητα οξυγόνου που είναι αναγκαία για την αναπνοή των ριζών. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται χωρίς τη χρήση υποστρώματος.

4.4.2 Ebb and Flow Technique (EFT)



Εικόνα 6. Ebb and Flow Technique (EFT)

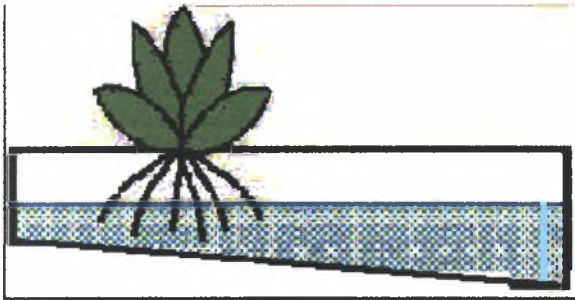
Η μέθοδος αυτή (Εικόνα 6) είναι ίδιο με την SAT, το θρεπτικό διάλυμα απομακρύνεται 3-4 φορές ημερησίως από το ριζικό περιβάλλον των φυτών με την αποστράγγιση, επιτρέποντας την αναπνοή του ριζικού συστήματος.

4.4.3 Room Mist Technique (RMT)

Στη μέθοδο αυτή το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται συνεχώς στο ριζικό σύστημα των φυτών, έτσι ώστε να σχηματίζεται ένα λεπτό στρώμα θρεπτικού διαλύματος στην επιφάνεια της ρίζας. Η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται και σαν «αεροπονία». Δεν απαιτείται η χρήση υποστρώματος. Εφαρμόζεται κυρίως για την υποκίνηση ανάπτυξης ριζικού συστήματος από μοσχεύματα ή για την εξαγωγή φυτοχημικών ουσιών από το ριζικό σύστημα των φυτών.

4.4.4 Deep Flow Technique (DFT)

Στη μέθοδο αυτή (Εικόνα 7) η καλλιέργεια τροφοδοτείται συνεχώς με το θρεπτικό διάλυμα μέσω αντλίας. Η συνεχής απομάκρυνση του θρεπτικού διαλύματος από το ριζικό σύστημα των φυτών γίνεται με τη βαρύτητα. Το θρεπτικό διάλυμα καλύπτει όλο το ριζικό σύστημα του φυτού. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται χωρίς τη χρήση υποστρώματος.

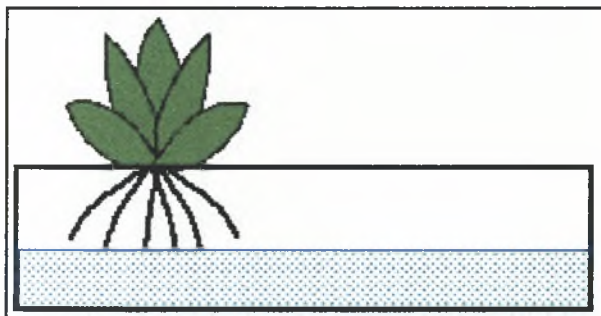


Εικόνα 7. Deep Flow Technique (DFT)

Απαραίτητη είναι η πρόβλεψη σωστής κλίσης (2-3%) του δαπέδου όπου έχει εγκατασταθεί η υδροπονική καλλιέργεια, ώστε να γίνεται η απορροή του θρεπτικού διαλύματος.

4.4.5 Nutrient Film Technique (NFT)

Στην μέθοδο αυτή (Εικόνα 8) ένα πολύ λεπτό στρώμα θρεπτικού διαλύματος



Εικόνα 8. Nutrient Film Technique (NFT)

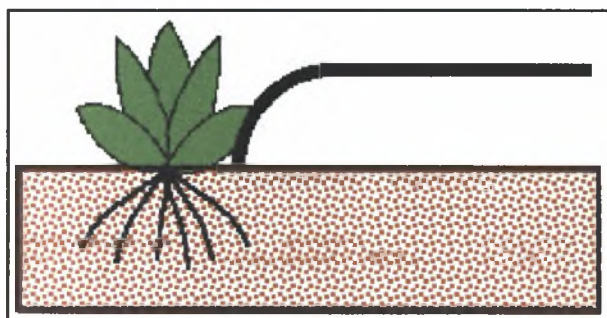
έρχεται σε συνεχή επαφή με το ριζικό σύστημα των φυτών. Το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται συνεχώς επιτρέποντας την έκθεση των ριζών στον αέρα. Αυτό βοηθάει στην αναπνοή του ριζικού συστήματος.

4.4.6 Aerated Flow Technique (AFT)

Η μέθοδος είναι ουσιαστικά μια DFT μέθοδος, όπου γίνεται ταυτόχρονα και προσθήκη οξυγόνου στο θρεπτικό διάλυμα μέσω μιας αντλίας αέρος.

4.4.7 Drip Irrigation Technique (DIP)

Στη μέθοδο αυτή (Εικόνα 9) είναι απαραίτητη η χρήση υποστρώματος. Η τροφοδοσία της καλλιέργειας με θρεπτικό διάλυμα γίνεται με σταλάκτες. Η συχνότητα των αρδεύσεων εξαρτάται από τον ρυθμό διαπνοής των φυτών και από το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας. Ο χρόνος που διαρκεί η άρδευση είναι συνήθως

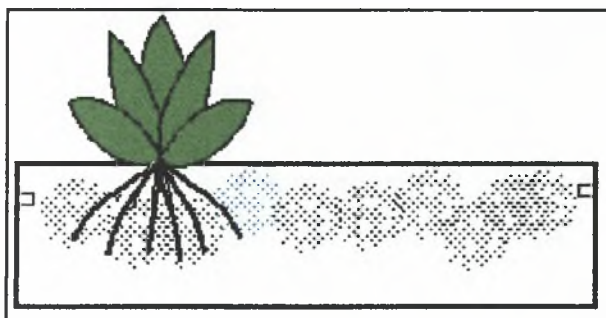


Εικόνα 9. Drip Irrigation Technique (DIP)

1-2 min ανά κύκλο άρδευσης. Η απορροή του θρεπτικού διαλύματος από το υπόστρωμα γίνεται με την βαρύτητα.

4.4.8. Fog Feed Technique (FFT)

Είναι μια μέθοδος παρόμοια με την RMT (Εικόνα 10). Το μέγεθος όμως των σταγονιδίων του θρεπτικού διαλύματος είναι τόσο μικρό, ώστε να σχηματίζεται ομίχλη στον χώρο του ριζικού συστήματος των φυτών. Δεν απαιτείται η χρήση



Εικόνα 10. Fog Feed Technique (FFT)

υποστρώματος. Η μέθοδος αυτή δεν έχει ακόμα τελειοποιηθεί. Εφαρμόζεται κυρίως σε καλλιέργειες που παρουσιάζουν συμπτώματα ασφυξίας όταν καλλιεργούνται με μια από τις παραπάνω μεθόδους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V. Ο Σκοπός της παρούσας εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συγκριτική διερεύνηση της παραγωγικότητας του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος σε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς, με ταυτόχρονη μελέτη και σύγκριση των παραμέτρων της ποιότητας.

ΜΕΡΟΣ II
Πειραματικό μέρος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε κατά το έτος 2001, από το Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Οι μετρήσεις έγιναν κατά την περίοδο 1/8/2001 έως 16/11/2001. Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς σε ανοικτό και κλειστό υδροπονικό σύστημα με υπόστρωμα τον περλίτη.

6. Το θερμοκήπιο

Τα πειράματα έγιναν σε θερμοκήπιο που ήταν ένα κομμάτι ενός θερμοκηπίου τύπου πολλαπλού αμφίρρικτου. Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου ήταν με φορά από το Βορρά στο Νότο. Το υλικό από το οποίο είχε κατασκευαστεί ο σκελετός ήταν γαλβανισμένος χάλυβας και το υλικό κάλυψης ήταν γυαλί.

Η συνολική έκταση του θερμοκηπίου ήταν 200 m^2 , είχε μήκος 31 m και πλάτος 6,4 m. Ο ορθοστάτης του είχε ύψος 2,9 m και ο κορφιάς 4 m. Μέσω κεντρικού ηλεκτρονικού υπολογιστή ελέγχονταν τα αυτόματα συστήματα αερισμού και άρδευσης, που διέθετε το θερμοκήπιο. Το έδαφος του ήταν καλυμμένο με σκυρόδεμα, προκειμένου να αποτραπεί η εξάτμιση νερού από το έδαφος.

Ο αερισμός του θερμοκηπίου γινόταν με τη χρήση ενός παραθύρου οροφής, που παρέμενε ανοικτό καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας. Η επιφάνεια του ανοίγματος του παραθύρου είναι 27 m^2 . Επίσης το θερμοκήπιο σκιάστηκε με ασβέστη κατά τον μήνα Ιούνιο.

6.1 Η καλλιέργεια

Η καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς, που χρησιμοποιήθηκε, ήταν 4 ετών. Φυτεύτηκε το Μάρτιο του 1997 σε σάκους περλίτη και έχει πυκνότητα 6 φυτά/ m^2 . Η πυκνότητα των φυτών ήταν μικρότερη από αυτή που κανονικά έπρεπε να ήταν εξαιτίας του ότι τα φυτά χρησιμοποιούνταν μόνο για πειραματικό σκοπό.

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε αυτόρριξη καλλιέργεια τριανταφυλλιάς, και συγκεκριμένα η ποικιλία First Red. Η ποικιλία First Red είναι υβρίδιο τσαγιού, με χρώμα κόκκινο, όπως φαίνεται στην εικόνα 11.



Εικόνα 11. Η ποικιλία First Red

Το υδροπονικό σύστημα, που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση του πειράματος, αποτελείται από 2 γραμμές φυτών. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 12, στη σειρά Β εφαρμοζόταν κλειστό υδροπονικό σύστημα, ενώ στη σειρά Α ανοικτό υδροπονικό σύστημα. Τη σειρά του κλειστού υδροπονικού συστήματος την αποτελούσαν 53 φυτά και την σειρά του ανοικτού συστήματος 55 φυτά.



Εικόνα 12. Το ανοικτό (Σειρά Α) και το κλειστό (Σειρά Β) υδροπονικό σύστημα.

Τα φυτά ήταν τοποθετημένα σε πλαστικούς σάκους περλίτη, μήκους 1 m και πλάτους 0,3 m, που εξωτερικά είχαν χρώμα άσπρο και εσωτερικά χρώμα μαύρο. Κάθε σάκος είναι χωρητικότητας 45 λίτρων και περιείχε 6 φυτά. Οι σάκοι ήταν τοποθετημένοι πάνω σε πλαστικές λεκάνες στράγγισης από φύλλα διογκωμένης πολυστερίνης για καλύτερη θερμομόνωση. Τα φυτά τόσο στο ανοικτό όσο και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα είχαν σημειωθεί με αύξοντα αριθμό. Η απόσταση μεταξύ των δυο γραμμών (του κλειστού και του ανοικτού υδροπονικού συστήματος) ήταν 41,5 cm και το μήκος κάθε γραμμής ήταν 21 m.

6.2 Η τεχνική

Για την άρδευση της σειράς του κλειστού υδροπονικού συστήματος, η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος γινόταν σε μια δεξαμενή 800 L (κύρια δεξαμενή) και διοχετευόταν μέσω μιας αντλίας, στους σάκους της καλλιέργειας. Το διάλυμα απορροής συλλεγόταν σε μια μικρότερη δεξαμενή (δεξαμενή στράγγισης) και με την βοήθεια μιας δεύτερης αντλίας γύριζε στην δεξαμενή των 800 L . Με μια τρίτη αντλία ανάδευσης, που βρισκόταν μέσα στην κύρια δεξαμενή γινόταν ανάδευση του θρεπτικού διαλύματος και ξεκινούσε ξανά η διαδικασία του ποτίσματος.

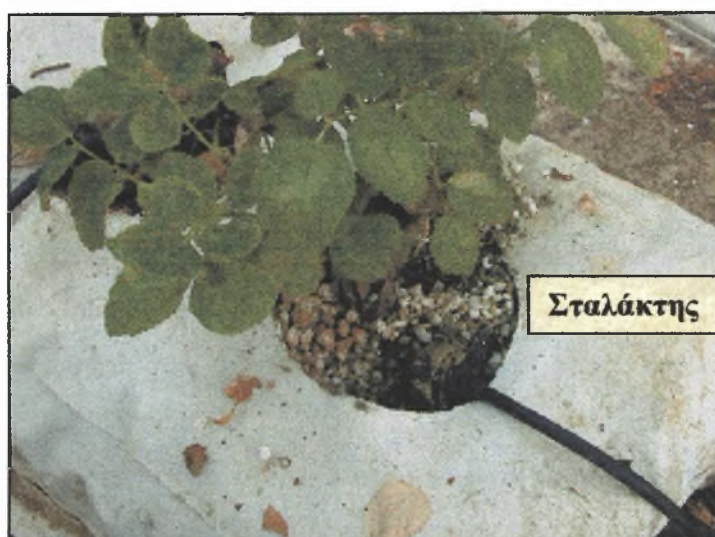
Κάθε 8 ημέρες γινόταν παρασκευή καινούριου θρεπτικού διαλύματος. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος έγινε σύνθεση νέου διαλύματος 10 φορές (10 8ήμερα).

1. 31/7/01-5/8/01
2. 6/8/01-13/8/01
3. 22/8/01-30/8/01
4. 3/9/01-11/9/01
5. 15/9/01-23/9/01
6. 29/9/01-4/10/01
7. 7/10/01-15/10/01
8. 17/10/01-25/10/01
9. 31/10/01-8/11/01
10. 10/11/01-16/11/01

Το αρχικό θρεπτικό διάλυμα είχε τιμές pH 5,5-6 και EC 1,7-2,5 mS/cm. Γινόταν καθημερινώς έλεγχος του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Η διόρθωση του pH γινόταν με προσθήκη νιτρικού οξέος και της αγωγιμότητας με προσθήκη νερού.

Η άρδευση του κλειστού υδροπονικού συστήματος γινόταν μέσω μιας κεφαλής υδρολίπανσης AMI.

Η άρδευση της καλλιέργειας γινόταν κάθε 1 ώρα και διαρκούσε 1-2 λεπτά. Και στα δυο συστήματα (ανοικτό & κλειστό) το θρεπτικό διάλυμα έφτανε στα φυτά με σταλάκτες παροχής 4 L.h^{-1} , όπως φαίνεται στην εικόνα 13.



Εικόνα 13. Η άρδευση των φυτών με την χρήση σταλακτών

Το θρεπτικό διάλυμα, με το οποίο τροφοδοτούσαμε την καλλιέργεια είχε την ίδια σύσταση καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος φαίνεται στον Πίνακα 2 και ήταν η ίδια τόσο για το ανοικτό όσο και για το κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Πίνακας 2. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος

Σύσταση θρεπτικού διαλύματος	
H ₃ PO ₄	97 mg.L ⁻¹
SO ₄	72 mg.L ⁻¹
NH ₄	18 mg.L ⁻¹
K	253 mg.L ⁻¹
Ca	160 mg.L ⁻¹
Mg	24 mg.L ⁻¹
Fe	1,3 mg.L ⁻¹
B	0,28 mg.L ⁻¹
Cu	0,6 mg.L ⁻¹
Mo	0,027 mg.L ⁻¹
Mn	0,5 mg.L ⁻¹
Zn	0,23 mg.L ⁻¹

Για το κλάδεμα της καλλιέργειας εφαρμόστηκε η νέα τακτική κλαδέματος «bending», που έχει περιγραφεί στο θεωρητικό μέρος της εργασίας.

6.3 Μετρήσεις

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, που έγινε το χρονικό διάστημα 1/8/01-16/11/01, μετρήθηκαν:

- α) Οι παράμετροι του κλίματος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου
- β) Η παραγωγή του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος
- γ) Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (μήκος, βάρος, διάμετρος) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών
- δ) Το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος
- ε) Η φυλλική επιφάνεια των φυτών του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος
- στ) Η διαπνοή των φυτών του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος
- ζ) Η συγκέντρωση των Cl^- στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος

6.3.1 Μετρήσεις των παραμέτρων του κλίματος

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος μετρήθηκαν η θερμοκρασία (T , °C), η ηλιακή ακτινοβολία (R_s , W/m^2) και η σχετική υγρασία. (RH, %).

- Για τις μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιήθηκε το πυρανόμετρο τύπου CM6b, που ήταν τοποθετημένο σε ύψος 1,5 m από την επιφάνεια του εδάφους (Κίττας και Κατσούλας, 2000).
- Για τις μετρήσεις της θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκε θερμόμετρο Pt100, που ήταν τοποθετημένο σε ύψος 1,5 m από την επιφάνεια του εδάφους.

- Για τις μετρήσεις της υγρασίας χρησιμοποιήθηκε ψυχρόμετρο τύπου rotronic MP340, που ήταν τοποθετημένο σε ύψος 1,5 m από την επιφάνεια του εδάφους.

Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας, της ηλιακής ακτινοβολίας και της σχετικής υγρασίας αποθηκευόντουσαν σε ένα καταγραφέα δεδομένων (Data logger) τύπου Delta ΔΤ 3000 (Delta-T. Devices Ltd, Cambridge U.K.).

6.3.2 Μετρήσεις παραγωγής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος

Οι μετρήσεις αυτές αφορούσαν τον αριθμό των κομμένων ανθικών στελεχών από κάθε σύστημα .

Οι μετρήσεις λαμβανόντουσαν κάθε δύο μέρες. Κάθε φορά συγκομίζαμε όσα τριαντάφυλλα βρισκόντουσαν στο στάδιο εμπορικής ωριμότητας κατά το οποίο διαχωρίζονται τα σέπαλα και είναι εμφανές το χρώμα των πετάλων. Τα τριαντάφυλλα συγκομιζόντουσαν κάτω από το 1^ο 5φυλλο.

6.3.3 Μετρήσεις των παραμέτρων της ποιότητας των κομμένων ανθικών στελεχών του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος

Οι παράμετροι της ποιότητας που μετρήθηκαν ήταν :

- α) Το μήκος των ανθικών στελεχών (cm) από το 1^ο 5φυλλο έως την κορυφή του μπουμπουκιού
- β) Το χλωρό βάρος των ανθικών στελεχών (g.).
- γ) Η διάμετρος των ανθικών στελεχών στο 1^ο 5φυλλο (mm).

6.3.4 Μετρήσεις των παραμέτρων του θρεπτικού διαλύματος

Κάθε δύο μέρες λαμβανόντουσαν οι μετρήσεις των παραμέτρων του θρεπτικού διαλύματος. Οι παράμετροι του θρεπτικού διαλύματος που μετρήθηκαν ήταν :

α) Το pH στο διάλυμα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος. Για την μέτρηση του pH χρησιμοποιήσαμε το πεχάμετρο HANNA HI 8314.

β) Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC, $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) στο διάλυμα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος. Για την μέτρηση της EC χρησιμοποιήθηκε το αγωγιμόμετρο HANNA HI 8633 .

γ) Η συγκέντρωση των ιόντων Cl^- στο διάλυμα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος. Κατά τη διάρκεια του πειράματος μετρήθηκε η συγκέντρωση των Cl^- 10 φορές στις 6/8/01, 13/8/01, 28/8/01, 1/9/01, 7/9/01, 11/9/01, 19/9/01, 1/10/01, 15/10/01, 3/11/01.

Συλλεγόταν δείγμα από το διάλυμα απορροής τόσο του ανοικτού όσο και του κλειστού υδροπονικού συστήματος. Από το δείγμα αυτό υπολογιζόταν η συγκέντρωση των ιόντων Cl με τη χρήση φωτόμετρου τύπου Palintest 7000.

6.3.5 Μετρήσεις φυλλικής επιφάνειας

Μετά από εργαστηριακές μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας, που έχουν πραγματοποιηθεί, έχει προκύψει μια απλή σχέση, η οποία συνδέει την φυλλική επιφάνεια S (m^2) με το μήκος του φύλλου L (m) (Κατσούλας, Λύκας, Γιαγλάρας, Κίττας, 1999):

$$S = 0,26 L^2$$

Κατά τη διάρκεια του πειράματος μετρήθηκε το μήκος των φύλλων (L , cm) δύο αντιπροσωπευτικών φυτών από κάθε σύστημα. Με βάση τη σχέση αυτή και τις μετρήσεις του μήκους των φύλλων υπολογίστηκε η φυλλική επιφάνεια σε κάθε σύστημα.

Με δεδομένο ότι η πυκνότητα της φυτείας είναι 6 φυτά/ m^2 υπολογίστηκε ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI , m^2 επιφάνειας φύλλου/ m^2 επιφάνειας εδάφους).

6.4 Στατιστική επεξεργασία

Για την στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο STATGRAPHICS. Έγινε σύγκριση των δύο συστημάτων για την παραγωγή, το μήκος, την διάμετρο και το γλωρό βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών συγκρίθηκαν για όλη τη χρονική περίοδο που διεξάχθηκε το πείραμα αλλά και για κάθε μήνα ξεχωριστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7. Οι παράμετροι του κλίματος

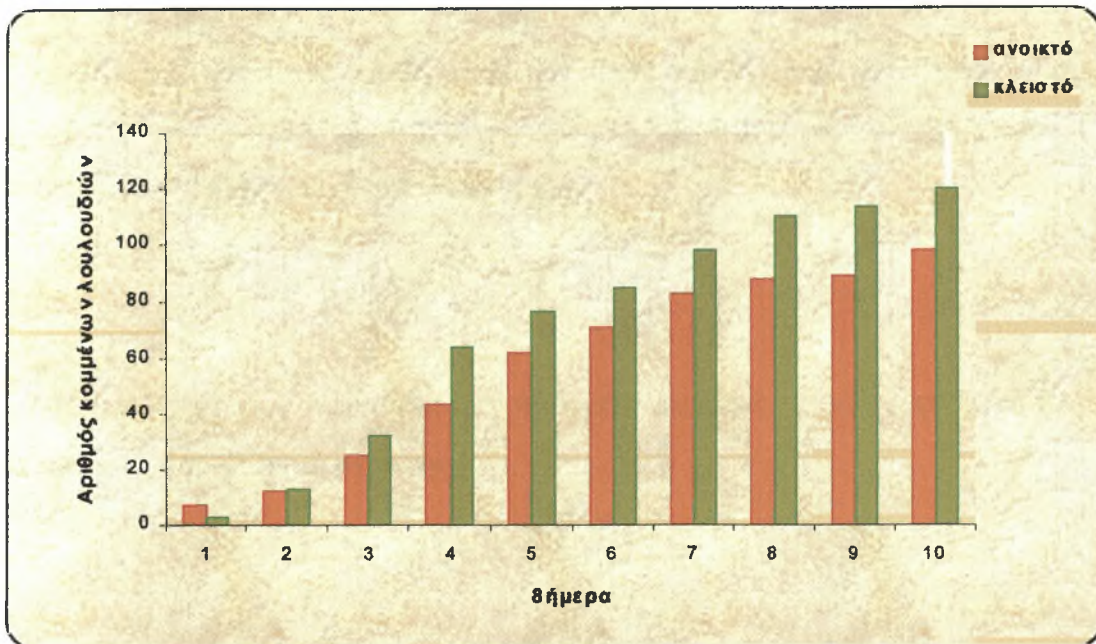
Οι μέσες τιμές της θερμοκρασίας (**T**), της ηλιακής ακτινοβολίας (**Rs**) και της σχετικής υγρασίας (**RH**) στο εσωτερικό του θερμοκηπίου για κάθε μήνα αναγράφονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Οι Μ.Ο των κλιματικών παραμέτρων ανά 10λεπτο για κάθε μήνα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου

	Θερμοκρασία (T) °C	Ακτινοβολία (Rs) W.m ⁻²	Σχετική υγρασία (RH) (%)
<i>Αύγουστος</i>	29,8 ± 5,1	159,6 ± 94,7	53,8 ± 12,2
<i>Σεπτέμβριος</i>	26,1 ± 5,7	144,7 ± 79,5	37,8 ± 11,6
<i>Οκτώβριος</i>	21,3 ± 6,2	106,6 ± 64,4	46,1 ± 13,1
<i>Νοέμβριος</i>	15,7 ± 5,3	93,86 ± 67,2	66,3 ± 16,1

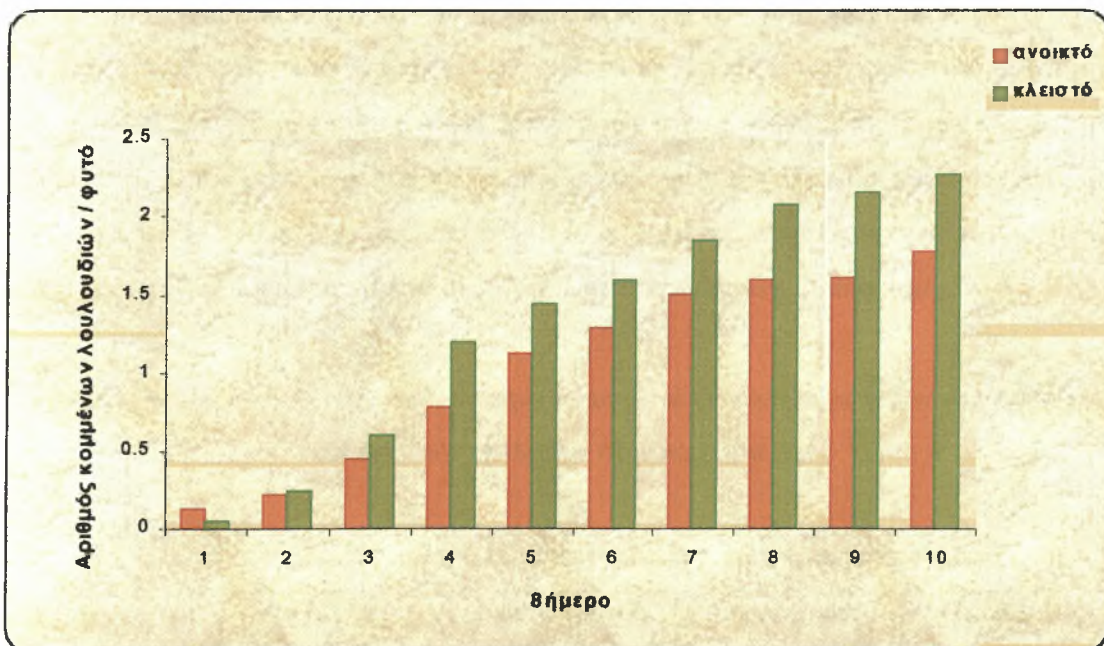
7.1 Η Παραγωγή του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος

Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρήχθησαν συνολικά 98 ανθικά στελέχη από το ανοικτό υδροπονικό σύστημα και 120 ανθικά στελέχη από το κλειστό υδροπονικό σύστημα. Στο Σχήμα 8 φαίνεται το άθροισμα της παραγωγής για κάθε 8ήμερο και για τα δύο συστήματα. Παρατηρείται ότι από το 1^ο μέχρι το 7^ο 8ήμερο η παραγωγή και των δύο συστημάτων αυξήθηκε ραγδαία, αντίθετα κατά τα 3 τελευταία 8ήμερα η αύξηση της παραγωγής ακολούθησε πιο αργούς ρυθμούς.



Σχήμα 8. Άθροισμα της παραγωγής ανά δήμερο για το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Η παραγωγή ανά φυτό για το ανοικτό υδροπονικό σύστημα ήταν 1,78 ανθικά στελέχη και για το κλειστό υδροπονικό σύστημα ήταν 2,26 ανθικά στελέχη. Ο αριθμός των συγκομιζόμενων λουλουδιών ανά φυτό και για τα δύο συστήματα φαίνεται στο Σχήμα 9.



Σχήμα 9. Άθροισμα των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών ανά φυτό για κάθε δήμερο για το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Κατά τη στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων της παραγωγής βρέθηκε ότι το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα παρουσίαζαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μόνο κατά το 11^ο μήνα (Νοέμβριο).

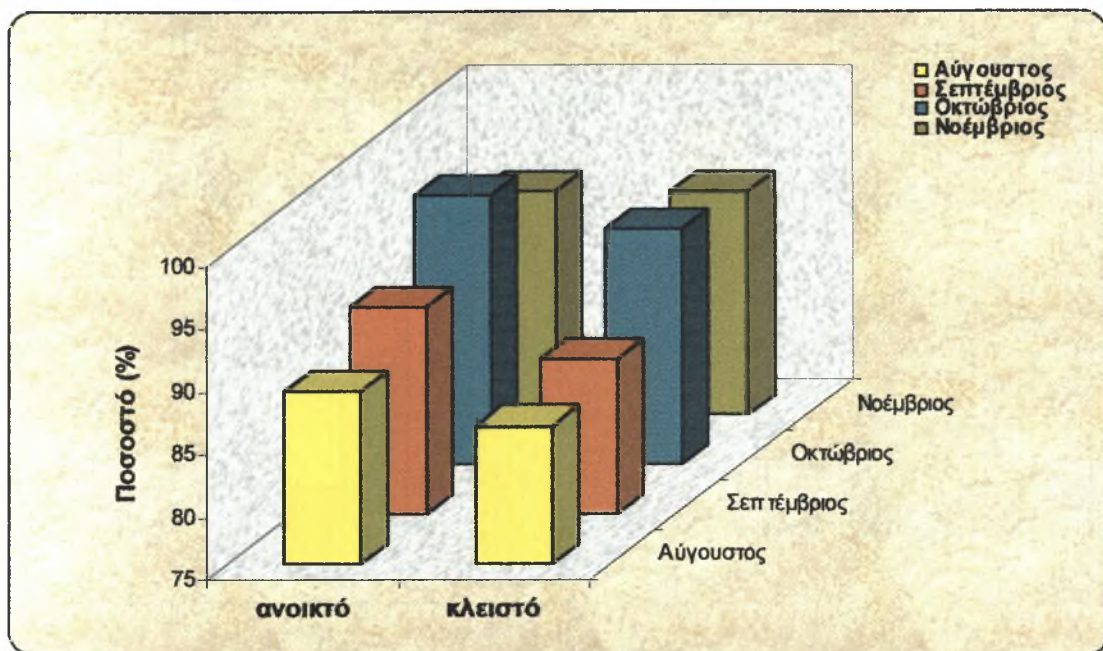
7.2 Η ποιότητα των παραγόμενων ανθικών στελεχών από το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα

7.2.1 Η διάμετρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών στο ανοικτό και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα

Τα ανθικά στελέχη που παράχθηκαν, τόσο από το ανοικτό υδροπονικό σύστημα όσο και από το κλειστό υδροπονικό σύστημα ταξινομήθηκαν στις κατηγορίες ποιότητας όπως αυτές ορίζονται από τη βιβλιογραφία. Στον Πίνακα 4 και στο Σχήμα 10 παρουσιάζονται για την **ποιότητα A_D (D > 4,8 mm)** τα ποσοστά (%) επί του συνόλου της παραγωγής για το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα για κάθε μήνα. Παρατηρήθηκε ότι κατά τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο το ανοικτό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό από τα συγκομιζόμενα ανθικά του στελέχη το οποίο να εμπίπτει στην **ποιότητα A_D (D > 4,8 mm)**. Τον μήνα Νοέμβριο και τα δύο συστήματα εμφάνισαν το ίδιο ποσοστό.

Πίνακας 4. Παρουσιάζονται για κάθε μήνα τα ποσοστά (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που εμπίπτουν στην ποιότητα A_D.

<i>Ποιότητα A_D</i>	Ποσοστό (%) του συνόλου των τριαντάφυλλων			
	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος
Ανοικτό	88,89	91,49	96,43	92,86
Κλειστό	86,11	87,5	93,75	92,86

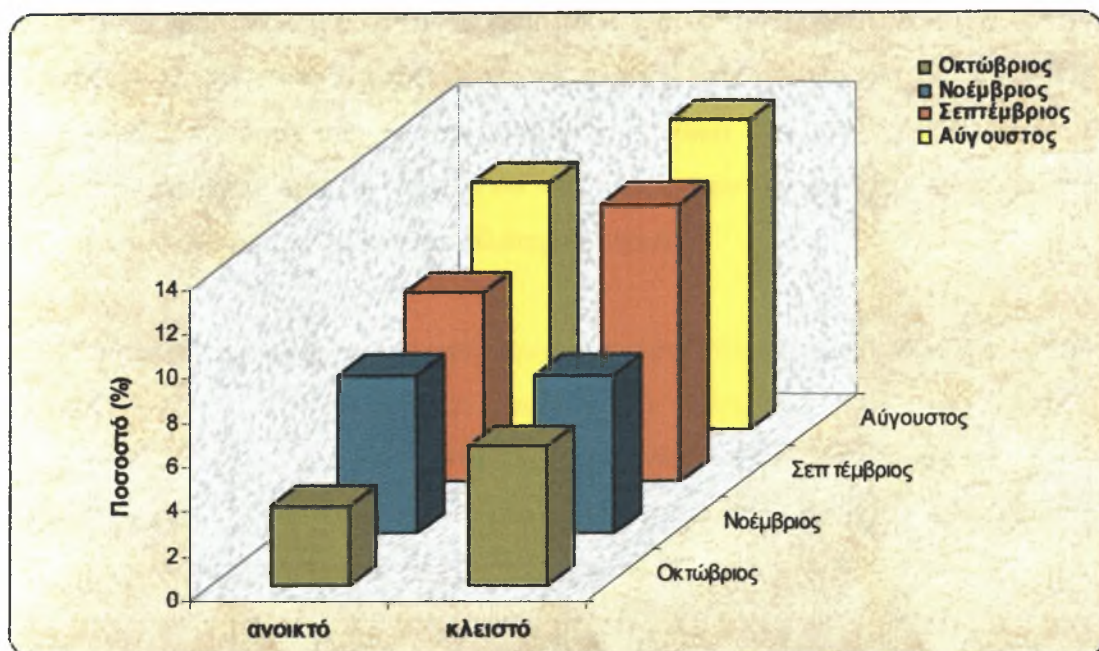


Σχήμα 10. Ποσοστό (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που ανήκουν στην ποιότητα B_D .

Στον Πίνακα 5 και στο Σχήμα 11 παρουσιάζονται για την ποιότητα B_D ($4,8 \text{ mm} > D > 4 \text{ mm}$) τα ποσοστά (%) επί του συνόλου της παραγωγής για το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα για κάθε μήνα. Παρατηρήθηκε ότι, κατά τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, το κλειστό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό από τα συγκομιζόμενα ανθικά του στελέχη, το οποίο να εμπίπτει στην ποιότητα B_D ($4,8 \text{ mm} > D > 4 \text{ mm}$) Τον μήνα Νοέμβριο και τα δύο συστήματα εμφάνισαν το ίδιο ποσοστό.

Πίνακας 5. Παρουσιάζονται για κάθε μήνα τα ποσοστά (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που εμπίπτουν στην ποιότητα B_D .

Ποιότητα B_D	Ποσοστό (%) του συνόλου των τριαντάφυλλων			
	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος
Ανοικτό	11,11	8,51	3,57	7,14
Κλειστό	13,89	12,5	6,25	7,14



Σχήμα 11. Ποσοστό (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που ανήκουν στην ποιότητα **B_D**.

Και τα δύο συστήματα (ανοικτό- κλειστό) δεν παρήγαγαν τριαντάφυλλα με ποιότητα διαμέτρου Γ_D ($D < 4\text{mm}$).

Κατά την στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων για την διάμετρο των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών, ανεξάρτητα σε ποια ποιότητα εμπίπτουν, παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, μεταξύ των δύο συστημάτων, τον 8^ο (Αύγουστος) και τον 9^ο (Σεπτέμβριος) μήνα, ενώ τον 10^ο (Οκτώβριο) και τον 11^ο (Νοέμβριο) μήνα δεν εμφανίστηκαν στατιστικώς σημαντικές.

7.2.2 Το μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών στο ανοικτό και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα

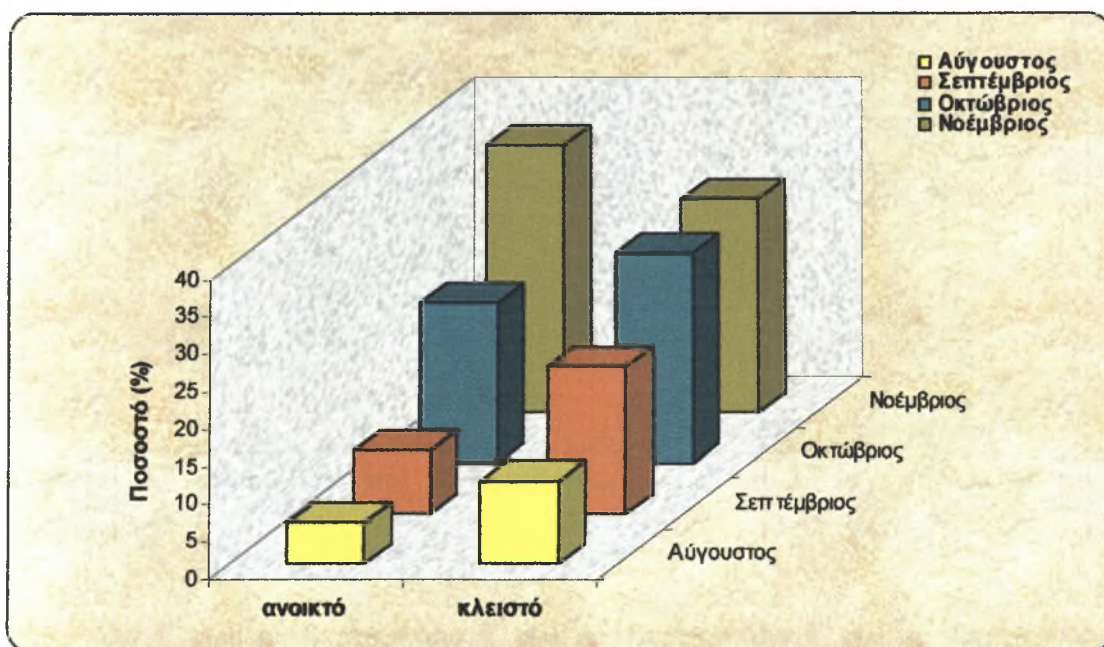
Τα ανθικά στελέχη που παράχθηκαν, τόσο από το ανοικτό υδροπονικό σύστημα όσο και από το κλειστό υδροπονικό σύστημα, ταξινομήθηκαν στις κατηγορίες ποιότητας όπως αυτές ορίζονται από τη βιβλιογραφία. Και τα δύο συστήματα (ανοικτό- κλειστό υδροπονικό σύστημα) δεν παρήγαγαν τριαντάφυλλα με ποιότητα μήκους $A_L > 80\text{cm}$.

Στον Πίνακα 6 και στο Σχήμα 12 παρουσιάζονται για την ποιότητα **B_L** ($65 < L < 80\text{cm}$) τα ποσοστά (%) επί του συνόλου της παραγωγής για το ανοικτό και

το κλειστό υδροπονικό σύστημα για κάθε μήνα. Παρατηρήθηκε ότι , κατά τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, το κλειστό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό από τα συγκομιζόμενα ανθικά του στελέχη, το οποίο να εμπίπτει στην **ποιότητα B_L**(65<L< 80 cm). Μόνο τον μήνα Νοέμβριο το ανοικτό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό.

Πίνακας 6. Παρουσιάζονται για κάθε μήνα τα ποσοστά (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που εμπίπτουν στην ποιότητα B_L.

Ποιότητα B _L	Ποσοστό (%) του συνόλου των τριαντάφυλλων			
	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος
Ανοικτό	5,56	8,51	21,23	35,71
Κλειστό	11,11	19,64	28,13	28,57



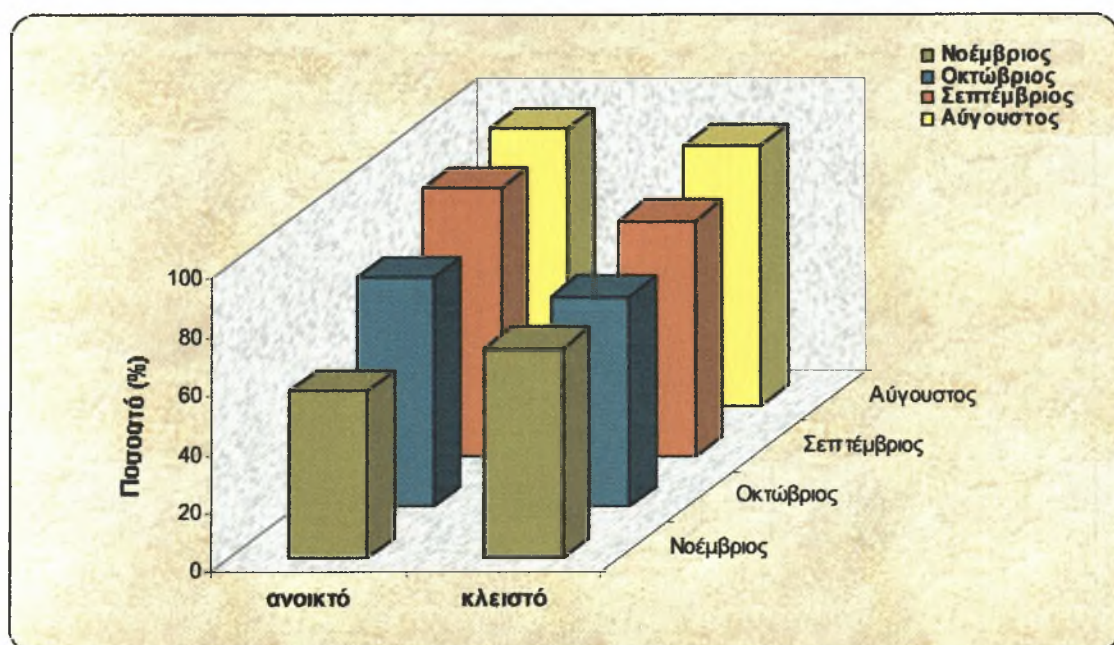
Σχήμα 12. Ποσοστό (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που ανήκουν στην ποιότητα B_L.

Στον Πίνακα 7 και στο Σχήμα 13 παρουσιάζονται για την **ποιότητα Γ_L** (L< 65 cm) τα ποσοστά (%) επί του συνόλου της παραγωγής για το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα για κάθε μήνα. Παρατηρήθηκε ότι , κατά τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, το ανοικτό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό από τα συγκομιζόμενα ανθικά του στελέχη, το οποίο να

εμπίπτει στην ποιότητα $B_L(65 < L < 80 \text{ cm})$. Μόνο τον μήνα Νοέμβριο το κλειστό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό.

Πίνακας 7. Παρουσιάζονται για κάθε μήνα τα ποσοστά (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που εμπίπτουν στην ποιότητα Γ_L .

Ποιότητα Γ_L	Ποσοστό (%) του συνόλου των Τριαντάφυλλων			
	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος
Ανοικτό	94,44	91,49	78,57	57,14
Κλειστό	88,89	80,36	71,88	71,43



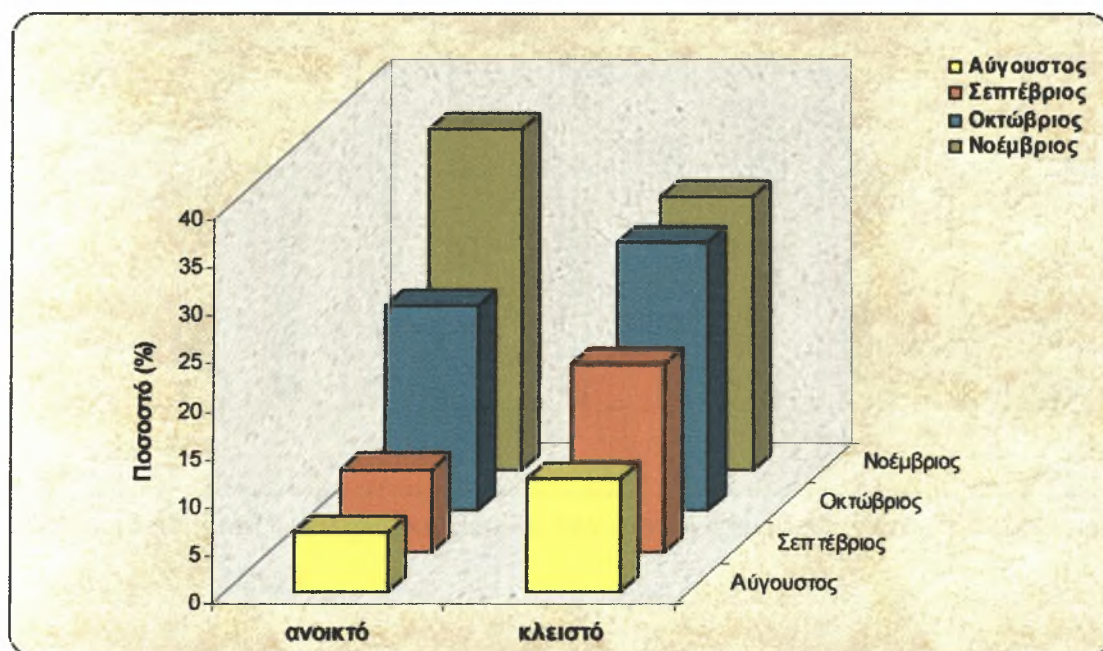
Σχήμα 13. Ποσοστό (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που ανήκουν στην ποιότητα Γ_L .

Μια περαιτέρω επεξεργασία που πραγματοποιήθηκε για τις παραμέτρους ποιότητας (μήκος- διάμετρος) ήταν να υπολογιστεί πόσα από τα συγκομιζόμενα τριαντάφυλλα εμπίπτουν στις κατηγορίες $A_L A_D$ και $B_L A_D$. Εξαιτίας του ότι δεν συγκομίστηκαν τριαντάφυλλα με ποιότητα μήκους A_L δεν υπήρχε η κατηγορία $A_L A_D$. Στον Πίνακα 8 και στο Σχήμα 14 παρουσιάζονται τα ποσοστά (%) του συνόλου των τριαντάφυλλων που συγκομίστηκαν κάθε μήνα στα δύο συστήματα και ανήκουν στην κατηγορία $B_L A_D$. Παρατηρήθηκε ότι, κατά τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, το κλειστό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό από τα συγκομιζόμενα ανθικά του στελέχη, το οποίο να εμπίπτει στην κατηγορία $B_L A_D$.

Μόνο τον μήνα Νοέμβριο το ανοικτό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό.

Πίνακας 8. Παρουσιάζονται για κάθε μήνα τα ποσοστά (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που εμπίπτουν στην κατηγορία **B_{1A_D}**

Κατηγορία <i>B_{1A_D}</i>	Ποσοστό (%) του συνόλου των τριαντάφυλλων			
	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος
Ανοικτό	6,25	8,5	21,43	37,7
Κλειστό	11,76	19,64	28,125	28,5

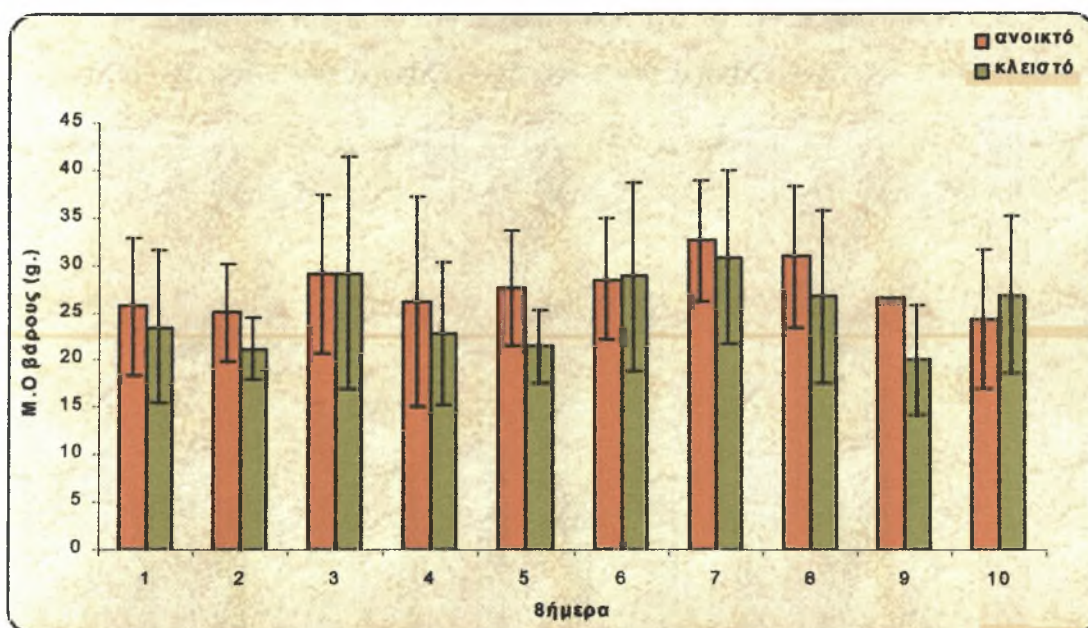


Σχήμα 14. Ποσοστό (%) των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών που ανήκουν στην κατηγορία **B_{1A_D}**

Κατά την στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων του μήκους των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών, ανεξάρτητα σε ποια ποιότητα εμπίπτουν, παρατηρήθηκε ότι το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

7.2.2 Το χλωρό βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών στο ανοικτό και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα

Το μέσο βάρος των ανθικών στελεχών που συγκομίστηκαν από το ανοικτό υδροπονικό σύστημα κυμάνθηκε από 32,6 - 22,2 g. και από το κλειστό κυμάνθηκε από 30,8 - 20 g. Το μέσο βάρος των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών για το ανοικτό και για το κλειστό υδροπονικό σύστημα για κάθε δήμερο φαίνεται στο Σχήμα 15.

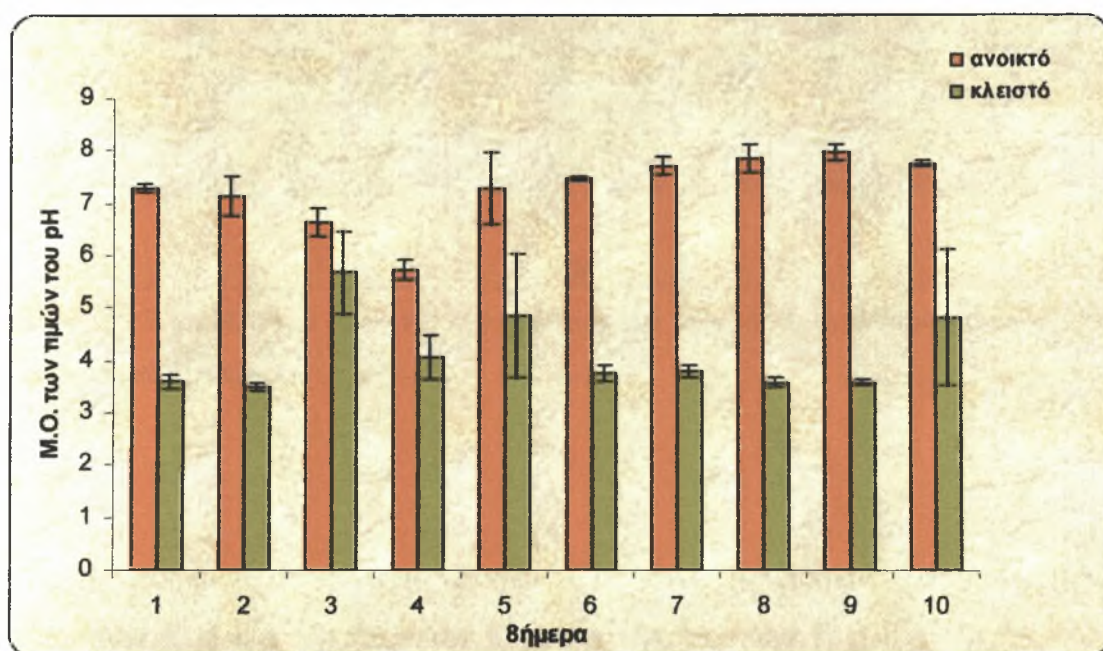


Σχήμα 15. Οι Μ.Ο. του χλωρού βάρους των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών ανά φυτό για κάθε δήμερο.

Κατά την στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων για του βάρους των συγκομιζόμενων τριαντάφυλλων του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος, παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στον 8^ο (Αύγουστος) και στον 9^ο (Σεπτέμβριος) μήνα, ενώ στον 10^ο (Οκτώβριο) και 11^ο (Νοέμβριο) μήνα δεν εμφανίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων.

7.3 Το pH στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.

Οι Μ.Ο των τιμών του pH για το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα για κάθε δήμερο φαίνονται στο Σχήμα 16. Στο Σχήμα 16 φαίνεται ότι το pH του διαλύματος απορροής του ανοικτού υδροπονικού συστήματος κυμαίνονταν καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος σε υψηλότερα επίπεδα απ' ότι το pH του διαλύματος απορροής του κλειστού υδροπονικού συστήματος. Συγκεκριμένα οι τιμές του pH του διαλύματος απορροής του ανοικτού υδροπονικού συστήματος κυμάνθηκαν από 5,7 – 7,96 και του κλειστού υδροπονικού συστήματος κυμάνθηκαν από 3,5 – 5,7.

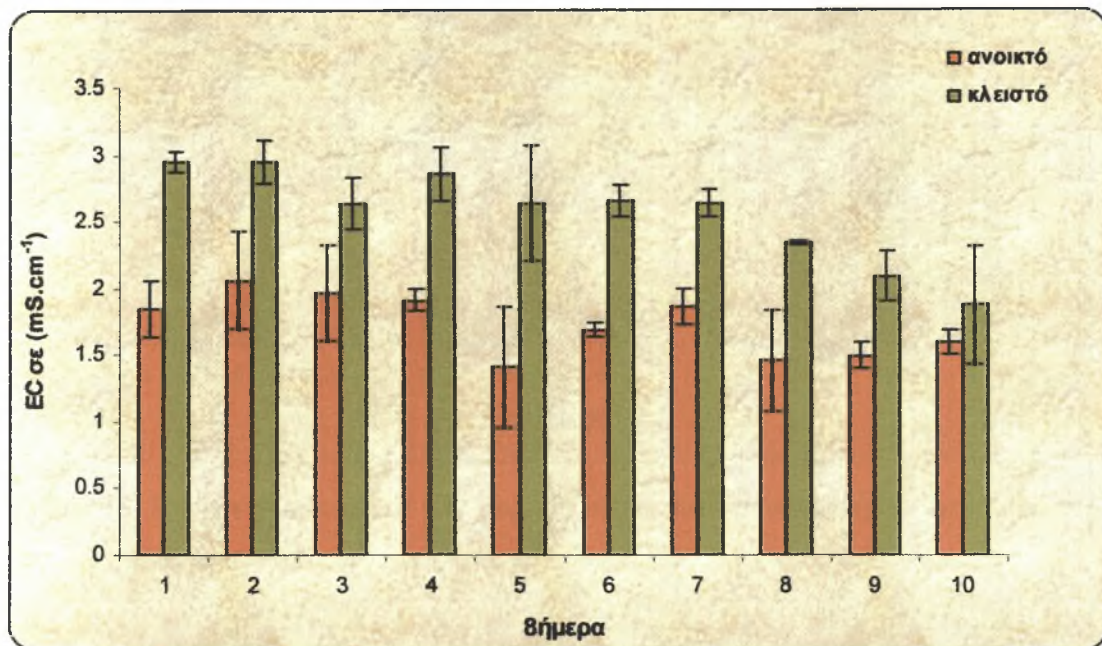


Σχήμα 16. Μ.Ο των τιμών του pH ανά δήμερο για το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα.

7.4 Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.

Οι Μ.Ο των τιμών της EC για το ανοικτό υδροπονικό σύστημα για κάθε δήμερο κυμάνθηκαν από 1,41-2,06 mS.cm⁻¹. Αντίστοιχα για το κλειστό υδροπονικό σύστημα οι Μ.Ο των τιμών της EC για κάθε δήμερο κυμάνθηκαν από 1,87-2,95 mS.cm⁻¹. Σχήμα 17 φαίνεται ότι η EC του διαλύματος απορροής του κλειστού

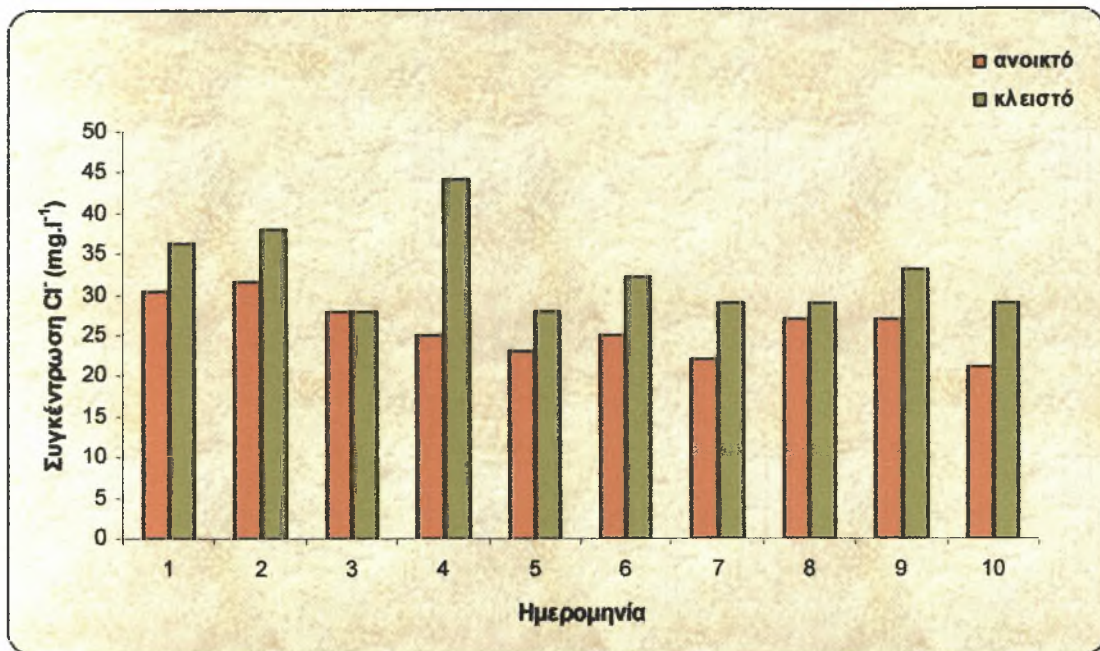
υδροπονικού συστήματος κυμαινόταν καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος σε υψηλότερα επίπεδα απ' ότι την EC του διαλύματος απορροής του ανοικτού υδροπονικού συστήματος. Οι Μ.Ο των τιμών της EC και για τα δύο συστήματα για κάθε δήμερο φαίνονται στο Σχήμα 17.



Σχήμα 17. Οι Μ.Ο των τιμών της αγωγιμότητας ανά δήμερο για το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα.

7.5 Η συγκέντρωση των ιόντων Cl^{-1} στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος

Από τις μετρήσεις που πάρθηκαν η συγκέντρωση των ιόντων Cl^{-1} στο διάλυμα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος φαίνονται στο Σχήμα 18. Στο σχήμα 18 φαίνεται εμφανώς ότι η συγκέντρωση των ιόντων Cl^{-1} στο διάλυμα απορροής του κλειστού υδροπονικού συστήματος ήταν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος χαμηλότερη απ' ότι ήταν η συγκέντρωση των ιόντων Cl^{-1} στο διάλυμα απορροής του ανοικτού υδροπονικού συστήματος. Συγκεκριμένα η συγκέντρωση των ιόντων Cl^{-1} στο διάλυμα απορροής του κλειστού υδροπονικού συστήματος κυμάνθηκε από 44 – 28 $mg.L^{-1}$ και του ανοικτού από 31,7–21 $mg.L^{-1}$.



Σχήμα 18. Η συγκέντρωση των Cl^- (mg.L^{-1}) στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.

7.6 Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) για το ανοικτό υδροπονικό σύστημα έχει τιμή 0,86 και για το κλειστό υδροπονικό σύστημα 0.5.

Μέρος III
Συμπεράσματα – Συζήτηση - Προοπτικές

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VIII. Συμπεράσματα - Συζήτηση -Προοπτικές

8. Συμπεράσματα

Από τη διεξαγωγή του πειράματος προέκυψε ότι κατά τους μήνες 8^ο (Αύγουστο), 9^ο (Σεπτέμβριο) και 10^ο (Οκτώβριο) τα δύο συστήματα παρουσίασαν διαφορές όσον αφορά την παραγωγή, αλλά πιο έντονες βρέθηκαν τον μήνα 11^ο (Νοέμβριο) όπου συγκρινόμενα τα δύο συστήματα, εμφανίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Από τα αποτελέσματα, που παρουσιάζονται, προκύπτει ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα παράγει μεγαλύτερο αριθμό συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών από ότι το ανοικτό υδροπονικό σύστημα με εξαίρεση το 1^ο 8ήμερο όπου το ανοικτό υδροπονικό σύστημα παρήγαγε περισσότερα ανθικά στελέχη. Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι κατά τη διάρκεια του πειράματος το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε περισσότερα ανθικά στελέχη από ότι το ανοικτό υδροπονικό σύστημα.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά ποιότητας των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών από τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει ότι τους μήνες 8^ο (Αύγουστο), 9^ο (Σεπτέμβριο) και 10^ο (Οκτώβριο) το ανοικτό υδροπονικό σύστημα έδωσε μεγαλύτερο ποσοστό από τα συγκομιζόμενα ανθικά του στελέχη που εμπίπτουν στην ποιότητα A_D, ενώ κατά το ίδιο χρονικό διάστημα το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε περισσότερα ανθικά στελέχη που εμπίπτουν στην ποιότητα B_D. Το 11^ο μήνα (Νοέμβριο) τα δύο συστήματα εμφάνισαν ίδια ποσοστά και στις δύο ποιότητες. Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι κατά τη διάρκεια του πειράματος το ανοικτό υδροπονικό σύστημα έδωσε περισσότερα ανθικά στελέχη με καλή ποιότητα όσον αφορά τη διάμετρο.

Όσον αφορά το μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών από τα δύο συστήματα από τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει ότι τους μήνες 8^ο (Αύγουστο), 9^ο (Σεπτέμβριο) και 10^ο (Οκτώβριο) το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε μεγαλύτερο ποσοστό ανθικών στελεχών που εμπίπτουν στην ποιότητα B_L. Μόνο κατά τον μήνα Νοέμβριο το ανοικτό υδροπονικό σύστημα έδωσε μεγαλύτερο ποσοστό ανθικών στελεχών που εμπίπτουν στην ποιότητα B_L. Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι κατά τη διάρκεια του πειράματος το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε περισσότερα ανθικά στελέχη με καλή ποιότητα μήκους.

Από τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει ότι τους μήνες 8^ο (Αύγουστο), 9^ο (Σεπτέμβριο) και 10^ο (Οκτώβριο) το κλειστό υδροπονικό σύστημα

έδωσε μεγαλύτερο ποσοστό από τα συγκομιζόμενα ανθικά στελέχη που εμπίπτουν στην κατηγορία B_{LAD}. Μόνο το μήνα Νοέμβριο το ανοικτό υδροπονικό σύστημα έδωσε μεγαλύτερο ποσοστό. Γενικά μπορεί ειπωθεί ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε περισσότερα ανθικά στελέχη που θεωρούνται εμπορεύσιμα.

Όσον αφορά το χλωρό βάρος των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι κατά την διάρκεια του πειράματος στα περισσότερα δήμερα το ανοικτό υδροπονικό σύστημα έδωσε ανθικά στελέχη με μεγαλύτερο χλωρό βάρος από ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα. Εξάιρεση αποτελούν το 6^ο και το 10^ο 8ήμερο όπου το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε καλύτερα αποτελέσματα καθώς και το 3^ο 8ήμερο όπου τα δύο συστήματα έδωσαν ίδια αποτελέσματα.

Τέλος, από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι κατά την διάρκεια του πειράματος οι τιμές του pH στο διάλυμα απορροής του κλειστού υδροπονικού συστήματος κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα από ότι οι τιμές του pH στο διάλυμα απορροής του ανοικτού υδροπονικού. Όσον αφορά τις τιμές της EC στο διάλυμα απορροής του κλειστού υδροπονικού ήταν, σε όλο το διάστημα, υψηλότερες από ότι οι τιμές της EC στο διάλυμα απορροής του ανοικτού υδροπονικού. Επίσης από τις μετρήσεις της διαπνοής προέκυψε ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα εμφανίζει μεγαλύτερη διαπνοή απ ότι το ανοικτό υδροπονικό σύστημα.

8.1 Συζήτηση

8.1.1 Η παραγωγή στο ανοικτό και στο κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Η σύγκριση του ανοικτού και του κλειστού ως προς την ανάπτυξη, την παραγωγή και την ποιότητα έχει μελετηθεί από τους Gül et al. το 1999 για την καλλιέργεια του αγγουριού. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων στην παραγωγή. Στο αντίστοιχο πείραμα που πραγματοποιήσαμε σε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα δύο συστήματα εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μόνο κατά τον 11^ο μήνα (Νοέμβριο). Γενικά καθ'

όλη τη διάρκεια του πειράματος το κλειστό υδροπονικό σύστημα παράγαγε περισσότερα ανθικά στελέχη από ότι το ανοικτό υδροπονικό σύστημα.

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος η αγωγιμότητα του κλειστού υδροπονικού συστήματος ήταν μεγαλύτερη από την αγωγιμότητα του ανοικτού υδροπονικού συστήματος. Τα αυξημένα επίπεδα αγωγιμότητας στο κλειστό υδροπονικό σύστημα αποδεικνύουν ότι στο θρεπτικό διάλυμα του κλειστού υδροπονικού συστήματος η συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων (όπως Na^+ , Cl^- , P κ.α.) είναι υψηλή (Savvas & Passam, 2002). Όταν τα επίπεδα της αγωγιμότητας στο θρεπτικό διάλυμα είναι υψηλά ($3,4-3,6 \text{ mS/cm}^{-1}$ έναντι $1,5-1,8 \text{ mS.cm}^{-1}$) προκαλούν στην καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς αύξηση στον αριθμό των οφθαλμών που εκπτύσσονται και κατά συνέπεια στην παραγωγή (Gislerod et al. , 1995).

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων της συγκέντρωσης των ιόντων Cl^- στο διάλυμα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος προκύπτει ότι η συγκέντρωση των ιόντων Cl^- στο διάλυμα απορροής του κλειστού υδροπονικού συστήματος ήταν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος υψηλότερη απ' ότι ήταν η συγκέντρωση των ιόντων Cl^- στο διάλυμα απορροής του ανοικτού υδροπονικού συστήματος. Η αυξημένη συγκέντρωση των ιόντων Cl^- είναι άμεσα συνυφασμένη με την αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα που παρουσιάζεται στο διάλυμα απορροής του κλειστού υδροπονικού συστήματος (Savvas & Passam, 2002), που οδηγεί στην αύξηση του αριθμού των οφθαλμών που εκπτύσσονται.

8.1.2 Η ποιότητα των παραγόμενων ανθικών στελεχών από το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα

Η συγκριτική διερεύνηση της ποιότητας του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος έχει μελετηθεί από τους Gül et al. το 1999 για την καλλιέργεια του αγγουριού. Για τη διερεύνηση εξέταζαν το μήκος των βλαστών, το βάρος των ριζών, την διάμετρο των βλαστών και τον αριθμό των γονάτων . Στα αποτελέσματα της μελέτης τους βρήκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος μόνο για τη διάμετρο των μίσχων. Το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε βλαστούς με μικρότερη διάμετρο.

Στην καλλιέργεια της τριανταφυλλιάς δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές όσον αφορά το μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών, αν

και από το διαχωρισμό των ανθικών στελεχών σε ποιότητες προκύπτει ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε περισσότερα ανθικά στελέχη με καλή ποιότητα μήκους. Όσον αφορά το χλωρό βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων μόνο κατά τον 8^ο και τον 9^ο μήνα. Γενικά το ανοικτό υδροπονικό σύστημα έδωσε ανθικά στελέχη με μεγαλύτερο χλωρό βάρος. Τέλος όσον αφορά την διάμετρο των παραγόμενων ανθικών στελεχών η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι το ανοικτό και το κλειστό υδροπονικό σύστημα εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μόνο κατά τον 8^ο και τον 9^ο μήνα. Το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε γενικά ανθικά στελέχη με μικρότερη διάμετρο κάτι που συμφωνεί με την υπάρχουσα βιβλιογραφία.

8.1.2.1 Το μήκος

Το μήκος των συγκομιζόμενων τριαντάφυλλων επηρεάζεται εμμέσως από την αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος, από την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία και από την φυλλική επιφάνεια (Gislerod et al. , 1995; Awang et al. , 1993).

Όσον αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα φαίνεται ότι δεν έχει σημαντική επίδραση στο μήκος των βλαστών, εκτός από πολύ υψηλές τιμές της, δηλαδή 3,5 mS.cm⁻¹, οι οποίες δίνουν περισσότερα κοντά τριαντάφυλλα (Gislerod et al. , 1995). Αν και η αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος του κλειστού υδροπονικού συστήματος κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα από ότι η αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος του ανοικτού υδροπονικού, τα επίπεδα στα οποία κυμάνθηκε δεν φαίνεται να είναι επιζήμια για την ποιότητα των παραγόμενων ανθικών στελεχών.

Όσον αφορά τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας το κλειστό υδροπονικό σύστημα παρουσιάζει μικρότερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) απ' ότι το ανοικτό. Οι υψηλότερες τιμές αγωγιμότητας που παρουσιάζει όπως φαίνεται στο Σχήμα 17, προκαλούν μείωση στον αριθμό των φύλλων και στο μέγεθος τους (Awang et al. , 1993). Η αύξηση της αγωγιμότητας επιδράει αρνητικά στην κυτταρική διαίρεση με συνέπεια τη μικρότερη φυλλική επιφάνεια. Παρόλα αυτά όμως δεν φαίνεται να έχει επιδράσει αρνητικά στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών του κλειστού υδροπονικού συστήματος ο μικρότερος δείκτης φυλλικής επιφάνειας που εμφανίζει.

8.1.2.2 Η διάμετρος

Από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων που αφορούν την διάμετρο των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους μήνες 8^ο (Αύγουστος) και 9^ο (Σεπτέμβριος), ενώ στους μήνες 10^ο (Οκτώβριο) και 11^ο (Νοέμβριο) δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Το ανοικτό υδροπονικό σύστημα δίνει περισσότερα συγκομιζόμενα ανθικά στελέχη μεγαλύτερης διαμέτρου.

Η διάμετρος των συγκομιζόμενων τριαντάφυλλων συσχετίζεται γραμμικά με την φωτοσύνθεση (Schoch et al. ,1990). Όπως προαναφέρθηκε πιθανότατα η φωτοσύνθεση να είναι μειωμένη στο κλειστό υδροπονικό σύστημα λόγω των υψηλών τιμών αγωγιμότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή τριαντάφυλλων με μικρότερη διάμετρο. Επίσης η διάμετρος συσχετίζεται με το υδατικό δυναμικό του φυτού. Λόγω των υψηλότερων τιμών της αγωγιμότητας το υδατικό δυναμικό των φυτών του κλειστού υδροπονικού συστήματος είναι μικρότερο απ' ότι αυτό των φυτών του ανοικτού υδροπονικού συστήματος, που πιθανότατα έχει δυσμενείς επιδράσεις στη διάμετρο των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών (Urban et al. , 1995).

8.1.2.3 Το χλωρό βάρος

Από την στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων του βάρους παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων και συγκεκριμένα στους μήνες 8^ο (Αύγουστος) και 9^ο (Σεπτέμβριος). Το ανοικτό υδροπονικό σύστημα δίνει τριαντάφυλλα με μεγαλύτερο χλωρό βάρος απ' ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Έχει μελετηθεί ότι η αύξηση των επιπέδων της αγωγιμότητας έχει δυσμενή επίδραση στο βάρος, περισσότερο στο χλωρό βάρος και λιγότερο στο ξηρό (Awang et al. , 1993). Η χαμηλή φυλλική επιφάνεια που εμφανίζει το κλειστό έναντι του ανοικτού υδροπονικού συστήματος, το χαμηλότερο υδατικό δυναμικό των φυτών, ο περιορισμός της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, ως απόρροια της μικρότερης φυλλικής επιφάνειας, που πιθανώς έχει, είναι παράγοντες που επιδρούν δυσμενώς στο χλωρό βάρος των συγκομιζόμενων τριαντάφυλλων.

8.1.2.4 Σχέση μήκους-διαμέτρου των συγκομιζόμενων ανθικών στελεχών

Από την παρουσίαση των ποσοστών (%) του συνόλου των τριαντάφυλλων που συγκομίστηκαν κάθε μήνα στα δύο συστήματα και ανήκουν στην κατηγορία **B₁A_D**, παρατηρήθηκε ότι, κατά τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, το κλειστό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό από τα συγκομιζόμενα ανθικά του στελέχη, το οποίο να εμπίπτει στην κατηγορία **B₁A_D**. Μόνο τον μήνα Νοέμβριο το ανοικτό υδροπονικό σύστημα εμφάνισε μεγαλύτερο ποσοστό. Γενικά παρατηρήθηκε ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα έδωσε περισσότερα ανθικά στελέχη, τα οποία μπορούν να θεωρηθούν εμπορεύσιμα, είναι δηλαδή καλύτερης ποιότητας.

8.1.3 Το pH στα διαλύματα απορροής του ανοικτού και του κλειστού υδροπονικού συστήματος.

Από τα αποτελέσματα των τιμών του pH των διαλυμάτων απορροής του ανοικτού και το κλειστού υδροπονικού συστήματος φαίνεται ότι το pH του διαλύματος απορροής του ανοικτού υδροπονικού συστήματος κυμαινόταν καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος σε υψηλότερα επίπεδα απ' ότι το pH του διαλύματος απορροής του κλειστού υδροπονικού συστήματος.

Στις περισσότερες περιπτώσεις το pH στο περιβάλλον της ρίζας των υδροπονικών καλλιεργειών τείνει να αυξάνεται. Αυτό αποδίδεται στην εκτεταμένη απορρόφηση ανιόντων, η οποία υπερβαίνει την απορρόφηση κατιόντων, οδηγώντας στην απελευθέρωση από την ρίζα HCO_3^- και OH^- . Παρόλα αυτά όταν ο λόγος $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ στο παρεχόμενο θρεπτικό διάλυμα είναι σχετικά υψηλός ο λόγος των κατιόντων προς τα ανιόντα τείνει να υπερβεί το 1, λόγω της εκτεταμένης απορρόφησης κατιόντων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση από τις ρίζες ιόντων H^+ , προκαλώντας μείωση του pH (Savvas & Passam, 2002).

8.2 Προοπτικές

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας παρατηρήθηκε ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα συγκρινόμενο με το ανοικτό υδροπονικό σύστημα είναι ικανό να δώσει περισσότερα εμπορεύσιμα (καλής ποιότητας) ανθικά στελέχη αλλά και μεγαλύτερη παραγωγή. Παρόλο που τα ανθικά στελέχη, που παράγονται από το κλειστό υδροπονικό σύστημα, φάνηκε να υστερούν όσον αφορά την διάμετρο και το χλωρό βάρος αυτό δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα τους. Σίγουρα μπορούμε και αυτές τις παραμέτρους ποιότητας να βελτιώσουμε με σωστότερη διαχείριση του θρεπτικού διαλύματος, δηλαδή με συχνή ανακύκλωση και συνεχή έλεγχο και βελτίωση των τιμών της EC και του pH. Γενικά πάντως μπορεί να ειπωθεί ότι το κλειστό υδροπονικό σύστημα μπορεί ανάξια να αντικαταστήσει το ανοικτό υδροπονικό σύστημα, χωρίς να είμαστε ζημιωμένοι ούτε ως προς την παραγωγή, ούτε ως προς την ποιότητα των παραγόμενων ανθικών στελεχών, ενώ ταυτόχρονα είμαστε ικανοί να εκμεταλλευτούμε όλα τα πλεονεκτήματα, που έχει να μας προσφέρει.

Τελειώνοντας, πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων της διαπνοής στην παρούσα εργασία δεν συμφωνούν με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Συνιστάται, λοιπόν, η εξέταση του αντικειμένου αυτού εκτενέστερα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αναστασίου Αχ. Και Παπαγεωργίου Γ., 1999. Υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας και έλεγχος της θρέψης. Γεωργία Κτηνοτροφία, 9/1999, pp.60-67.
- Κατσούλας Ν., Λύκας Χρ., Γιαγλάρας Π., Κίττας Κ., 2000. Διαχείριση θρεπτικού διαλύματος σε κλειστό υδροπονικό σύστημα με καλλιέργεια τριανταφυλλιάς στη Μαγνησία, Βόλος. pp. 3-6.
- Κίττας Κ., 2000. Γεωργικές κατασκευές και έλεγχος περιβάλλοντος μονάδων φυτικής και ζωικής παραγωγής, Ι. Θερμοκήπια. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος, pp.1-8 και 25-27.
- Κίττας Κ. και Κατσούλας Ν., 2000. Θερμοκρασία-Υγρασία-Ακτινοβολία. Διατάξεις και όργανα μετρήσεων. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος. pp. 20-21.
- Κίττας Κ , 2002. Υδροπονία και υδροπονικές καλλιέργειες. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος. pp. 3-13.
- Μαλούπα Ε., 1997. Σημειώσεις Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής τοπίου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος. pp. 9-16.
- Μαυρογιανόπουλος Γ. Ν., 1994. Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα. Εκδόσεις Ά Σταμούλης. Αθήνα. pp. 7-12.
- Μαυρογιανόπουλος Γ. Ν., 2000. Θερμοκήπια. Εκδόσεις Ά Σταμούλης. Αθήνα. pp 29-52.
- Οικονόμου Α. Σ., 1987. Μαθήματα εμπορικής ανθοκομίας. Έκδοση : Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. pp. 1-20.
- Παπαδάκης Χαρ., 2000. Οι ανθοκαλλιέργειες στην Ελλάδα. Υφιστάμενη κατάσταση προβλήματα προοπτικές. Γεωργία Κτηνοτροφία 2000. pp. 1-7.

- Σύρος Θ. και Χατζηλαζάρου Σ., 2002. Ανθοκομία- Αρχιτεκτονική τοπίου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, pp. 9-16.
- Υπουργείο Γεωργίας, 1999. Στατιστικά στοιχεία. Γεωργία κτηνοτροφία 9/1999. pp. 4-16.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Gislerod H. R., Revhaug V. and Mikkelsen H., 1995. Effect of light and electric conductivity of the growing medium on growth and yield of roses pruned in summer. *Acta Horticulturae*, 424 ISHS. Pp. 123-125.
- Gül A, Tüzel I. H., Tuncay Ö., Eltez R. Z. and Zencirkiram E., 1999. Soilless culture of cucumber in glasshouse: I. A comparison of open and closed systems on growth, yield and quality. *Acta Horticulturae*, 486, ISHS. Pp. 389-394.
- Maloupa E., Mitsios I., Martinez P. F., Bladenopoulos S., 1992. Study of substrates use in gerbera soilless culture grown in plastic greenhouses. *Acta Horticulturae*. Pp. 139-144.
- Marcelis L.F.M. and Van Hooijdonk J., 1999. Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanus sativus* L.). *Plant and Soil* 215. pp. 57-64.
- Pasian Claudio C. and Lieth Heinrich J., 1994. Nondestructive Dry-matter Estimation of root shoot leaves, stems and flower buds using regression models. *HortScience* 29(3), pp. 162-164.
- D.Savvas and H. Passam, 2002. Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Pp.316-317.
- Urban L., Fabret C. and Barthelemy L., 1995. Changes in stem diameter depend upon variations in water content in rose plants. *Acta Horticulturae* 424 , pp. 67-68.
- Van Ieperen W., 1996. Dynamic effects of changes in electric conductivity on transpiration and growth of greenhouse-grown tomato plants. *Journal of Horticulturae Science* 71(3), pp. 481-496.

- Ya Ling Li, Stanghellini Cecilia, 2001. Analysis of the effect of EC and potential transpiration on vegetative growth of tomato. *Scientia Horticulturae* 89, pp. 9-21.

