



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΤΑΝΤΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΤΙΤΛΟΣ:

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ
ΝΑΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΓΑΡΔΕΝΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΦΩΤΟΕΚΛΕΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΛΥΨΗΣ»**



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΙΤΤΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΒΟΛΟΣ, 2007



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5938/1
Ημερ. Εισ.: 11-10-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2007
TAN

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ
ΝΑΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΓΑΡΔΕΝΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΦΩΤΟΕΚΛΕΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ»**

ΤΑΝΤΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Κ. Κίττας (Επιβλέπων)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου

Περιβάλλοντος

Καθηγητής

Γ. Νάνος (Μέλος)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εργαστήριο Δενδροκομίας

Αναπληρωτής Καθηγητής

Α. Μαυρομάτης (Μέλος)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εργαστήριο Γενετικής

Λέκτορας

Στην Οικογένειά μου,
ως ελάχιστο δείγμα εκτίμησης της ηθικής
και υλικής υποστήριξης που μου παρείχε
καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον Κο Κωνσταντίνο Κίττα, Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το γνωστικό αντικείμενο των Γεωργικών Κατασκευών, καθώς και για την ηθική, επιστημονική και υλικοτεχνική υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων και της συγγραφής της παρούσης εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής κ.κ. Γ. Νάνο, Αναπληρωτή Καθηγητή Δενδροκομίας και τον κ.κ. Α. Μαυρομάτη, Λέκτορα Γενετικής Βελτίωσης φυτών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή και τη συμβολή τους στην άρτια διαμόρφωση και ολοκλήρωση της εν λόγω διατριβής.

Ακόμη ευχαριστώ τον κο Χρήστο Λύκα, Διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συνεχή επιστημονική καθοδήγηση και την πολύτιμη συμβολή του στην άρτια οργάνωση του πειράματος και την συγγραφή της παρούσης διατριβής.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή μου Μιχάλη Νικολακάκη και τον φίλο μου Ανδρέα Σμυρλάκη για την βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων του πειράματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σύγχρονη τάση παραγωγής ανθοκομικών γλαστρικών φυτών με νάνα διαμόρφωση που προέκυψε τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της αυξημένης ζήτησης των διεθνών ανθαγορών, επέβαλαν την εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης σε πολλές ανθοκομικές καλλιέργειες και σε ευρεία κλίμακα καλλιεργούμενων ποικιλιών. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η ποιότητα του φωτός στο οποίο αναπτύσσονται ορισμένα είδη φυτών μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξή τους. Πιο συγκεκριμένα οι λόγοι της ακτινοβολίας Red:Far-Red και Blue:Red φαίνεται ότι επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των φυτών όπως το ύψος, το μέγεθος των μεσογονατίων διαστημάτων, τους κόμβους και τη φυλλική επιφάνεια, μέσω της διαδικασίας της φωτομορφογένεσης.

Δεδομένου ότι μέχρι σήμερα, η διαμόρφωση νάνων φυτών γίνεται με εφαρμογή ρυθμιστών αύξησης, η χρήση φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία στα μήκη κύματος 700-800 nm (FR) θα μπορούσε να αποτελέσει μια εναλλακτική μέθοδο για την εκδήλωση νάνων χαρακτηριστικών σε μοσχεύματα και φυτά γαρδένιας που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία νάνων (compact) γλαστρικών φυτών.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος ήταν απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης με χρωστική απορρόφηση της FR ακτινοβολίας (μπλε χρώματος). Έγιναν μετρήσεις των χαρακτηριστικών ανάπτυξης των φυτών: ύψος, κόμβοι, πλάγιοι βλαστοί και μεσογονάτια διαστήματα. Επίσης στο εργαστήριο μετρήθηκαν ο αριθμός των φύλλων, το χλωρό και ξηρό βάρος του βλαστού, το χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων και η φυλλική επιφάνεια των φυτών.

Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την επίδραση του φωτοεκλεκτικού υλικού κάλυψης στην εκδήλωση των νάνων χαρακτηριστικών και δείχνουν ότι η τιμή του λόγου R:FR καθορίζει την ένταση του νανισμού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.Εισαγωγή

- 1.1. Η ανθοκομία στην Ελλάδα
- 1.2. Γαρδένια - *Gardénia jasminoides*
- 1.2.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά
- 1.2.2. Πολλαπλασιασμός
- 1.2.3. Τεχνικές παραγωγής νάνων φυτών
- 1.3. Σκοπός της εργασίας

2.Θεωρητική ανάλυση

- 2.1. Χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης για δημιουργία νάνων φυτών
- 2.2. Χαρακτηριστικά και σημασία των υλικών κάλυψης για την καλλιέργεια.
- 2.3. Φωτοεκλεκτικά – έγχρωμα πλαστικά

3. Υλικά και μέθοδοι

- 3.1. Γενική περιγραφή
- 3.2. Πειραματική διάταξη
- 3.2.1 Καλλιέργεια στο ριζωτήριο
- 3.2.2 Καλλιέργεια στο θερμοκήπιο

4. Αποτελέσματα- συζήτηση

5. Συμπεράσματα

6. Βιβλιογραφία

1.Εισαγωγή

1.1 Η ανθοκομία στην Ελλάδα

Η ανθοκομία τα τελευταία 15 χρόνια γνώρισε σημαντική ανάπτυξη στην Ελλάδα. Έτσι από τις παραδοσιακές υπαίθριες καλλιέργειες σε περιοχές με ευνοϊκό κλίμα, σήμερα έχουμε καλλιέργειες υπό κάλυψη σε όλη την επικράτεια, χωρίς κλιματικούς φραγμούς και εποχιακούς περιορισμούς. Στην Ελλάδα τα μέρη στα οποία έχουμε την μεγαλύτερη ανάπτυξη της ανθοκομίας είναι οι περιοχές της Θεσσαλονίκης, της Αττικής, της Μαγνησίας και της Κρήτης.

Σήμερα καλλιεργούνται στην Ελλάδα 9.400 στρ. με ανθοκομικές καλλιέργειες από τα οποία τα 3.200 στρ. είναι θερμοκήπια. Στο σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων, τα δρεπτά άνθη καταλαμβάνουν το 80% , τα γλαστρικά φυτά το 10% και τα φυτά κηποτεχνίας το υπόλοιπο 10% (Σύρος και Χατζηλαζάρου,2001).Τέλος εντυπωσιακή είναι τα τελευταία χρόνια η αύξηση των γλαστρικών φυτών .

Πριν αναφερθούμε αναλυτικά στην κατάσταση της ελληνικής ανθοκομίας, πρέπει να κάνουμε τις εξής βασικές επισημάνσεις:

- Οι ανθοκομικές καλλιέργειες αποτελούν το 0,03% του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων της χώρας (9.400 στρ σε σύνολο 35.000.000 στρ.)
- Η αξία των παραγόμενων ανθοκομικών ειδών αποτελεί το 3,17% της συνολικής αξίας της φυτικής παραγωγής.
- Οι οικογενειακές ανθοκομικές επιχειρήσεις αποτελούν το 0,17% στο σύνολο των αγροτικών νοικοκυριών της χώρας (1.526 εκμεταλλεύσεις σε σύνολο 900.000)
- Η μέση έκταση ανά ανθοκομική εκμετάλλευση είναι 6,3 στρ έναντι των 43 στρ που είναι η έκταση της μέσης γεωργικής εκμετάλλευσης της χώρας.

Σύμφωνα με το Υπουργείου Γεωργίας (1999) αναφορικά με την ανθοκομία και τις ανθοκαλλιέργειες στην Ελλάδα προκύπτουν τα εξής:

1. Οι ανθοκομικές καλλιέργειες υπαίθρου υπέστησαν βαθμιαία μείωση κατά 30% την τελευταία 20ετία ενώ οι ανθοκομικές καλλιέργειες θερμοκηπίων σχεδόν τριπλασιάστηκαν την τελευταία 20ετία, ανερχόμενες από τα 1.200 στρ. στα 3.500 στρ. για το έτος 2004.

2. Το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων με ανθοκομικά φυτά (υπαίθρου και θερμοκηπίων) κατά την τελευταία 20ετία κυμάνθηκε σε μεγέθη 8.000-10.000 στρ όπως φαίνεται στον πίνακα 1.

3. Αυξήθηκε το ποσοστό των θερμαινόμενων θερμοκηπίων (από 40% το 1983 σε 74% το 1998).

Πίνακας 1. Ανθοκομικές καλλιέργειες υπαίθρου και θερμοκηπίων σε στρέμματα (πηγή:Υπουργείο Γεωργίας)

Μορφή Καλ/γείας	1969	1977	1980	1988	1992	1996	1997	1998
Υπαίθρου	3521	6800	8176	5549	5762	5530	5430	6237
Θερμοκηπίου	230	1200	1653	2685	3272	3410	3500	3550
Σύνολο	3751	8000	9829	8234	9034	8940	8930	9787

Τη μερίδα του λέοντος των ανθοκομικών εκτάσεων κατέχει η Αττική (67,4-61,9%) και έπονται η Κρήτη (12,0-10,2%), η Δυτική και Κεντρική Μακεδονία (6,1-8,8%), η Πελοπόννησος και η Δ. Στερεά (6,0-8,6%), η Θεσσαλία (6,9-2,7%), η Α. Μακεδονία & Θράκη (1,2-2,0%), η Ήπειρος (0,4-1,5%) όπως μπορούμε να διακρίνουμε στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Εκτάσεις με ανθοκομικές καλλιέργειες (%) ανά γεωγραφικό διαμέρισμα, 1988-1998 (πηγή:Υπουργείο Γεωργίας)

Γεωγραφικό διαμέρισμα	1988	1992	1996	1998
Αττική και Νήσοι	67,4	64	61,9	63
Κρήτη	12	10,4	10,2	10,5
Πελοπόννησος & Δ. Στερεά	6	8,8	8,6	10
Στερεά Ελλάδα	-	-	-	3,5
Θεσσαλία	6,9	6,1	2,7	3
Ήπειρος	0,4	1,1	-	-
Δ. & Κ. Μακεδονία	6,1	8,2	8,8	9
Α. Μακεδονία και Θράκη	1,2	1,4	-	-
Συνολική Έκταση	8234	9032	8940	9787

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. Οι εξαγωγές γίνονται σε ποσοστό 57,3%

προς τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με καλύτερες αγορές αυτές της Γερμανίας και Γαλλίας και σε ποσοστό 45,2% προς τρίτες χώρες. Οι εισαγωγές ανθοκομικών προϊόντων γίνονται σε ποσοστό 90% από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σε ποσοστό 10% από τις τρίτες χώρες και είναι ενδεκαπλάσιες έως και εικοσαπλάσιες των εξαγωγών όπως φαίνεται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3. Εξέλιξη εισαγωγών και εξαγωγών ανθοκομικών, 1988-1998. (Υπουργείου Γεωργίας)

ΕΤΟΣ	Εισαγωγές (εκατ. €)	Εξαγωγές(εκατ. €)
1988	5,58	0,50
1989	8,97	0,69
1990	11,97	0,82
1991	14,55	0,80
1992	15,83	0,67
1996	24,94	1,61
1998	38,23	3,14

Στην περιοχή της Θεσσαλίας, η ανθοκομία είναι κατά 60% σε θερμοκηπιακή μορφή και αναπτύσσεται στη Μαγνησία (περιοχή του Πηλίου), με παραδοσιακά είδη ανθέων (γαρδένια, καμέλια κ.α.), αλλά και στις περιοχές Βόλου και Αλμυρού όπου γίνονται ανθοκαλλιέργειες με πολλαπλασιαστικό υλικό, γλαστρικά, δρεπτά άνθη και φυτά κηποτεχνίας. Το κλίμα της περιοχής βοήθη την καλή αύξηση και ανάπτυξη των φυτών τόσο υπαίθρια όσο και υπό κάλυψη (σε θερμοκήπια). Έτσι σήμερα ο νομός αποτελεί ένα από τα σημαντικά κέντρα παραγωγής σε εθνικό επίπεδο.

Στην περιοχή του Πηλίου, η παραγωγή γαρδένιας με νάνα διαμόρφωση (compact) έχει γίνει σήμα κατατεθέν της περιοχής και παρουσιάζει έντονο εξαγωγικό ενδιαφέρον. Μάλιστα η ζήτηση σε ορισμένες περιόδους είναι τόσο μεγάλη ώστε να μην μπορεί να ικανοποιηθεί από τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

Οι κυριότεροι παράγοντες που ευνόησαν την ανάπτυξη της ανθοκομίας στο νόμο Μαγνησίας είναι:

- Το μικροκλίμα της περιοχής και το άριστης ποιότητας νερό άρδευσης.
- Η στελέχωση των περισσότερων μονάδων με προσωπικό με μόρφωση πανεπιστημιακού επιπέδου.

- Η καλή γνώση του αντικειμένου λόγω πολυετούς πείρας.
- Η σύνδεση των υπαρχόντων μονάδων με ερευνητικά κέντρα τόσο του εσωτερικού όσο και του εξωτερικού.
- Η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων των ερευνητικών προγραμμάτων.
- Η συνεργασία μεταξύ των παραγωγών για την εξαγωγή των προϊόντων τους.
- Η αξιοποίηση νέων μορφών θέρμανσης των θερμοκηπίων (βιομάζα, φυσικό αέριο).

Η έκταση των θερμοκηπίων με ανθοκομικές καλλιέργειες αυξήθηκε σημαντικά την τελευταία δεκαετία, λόγω επιδότησης με προγράμματα από την Ε.Ε.. Ωστόσο οι υπαίθριες καλλιέργειες συνεχίζουν να υπερέχουν όπως φαίνεται στον πίνακα 4 .

Πίνακας 4 Εκτάσεις ανθοκομικών καλλιεργειών στο Ν. Μαγνησίας (στρ)
(πηγή:Υπουργείο Γεωργίας, 2000)

Μορφή καλ/γείας	1990	1999
Θερμοκήπια	100,5	165
Σκίαστρα	25	20
Υπαίθρια	185	200
Σύνολο	310,5	385

Για την καλλιέργεια των ανθοκομικών φυτών, όπως φαίνεται στον πίνακα 5 , προτιμούνται τα αμφίρρικτα υαλόφρακτα και τα τροποποιημένα τοξωτά θερμοκήπια με κάλυψη από πολυαιθυλένιο. Τα θερμοκήπια αυτά, διαμορφώνουν στο εσωτερικό τους καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών , βοηθούν στην εκτέλεση εργασιών και επιδέχονται σε μεγάλο βαθμό εγκατάσταση αυτοματισμών.

Πίνακας 5 Χρησιμοποιούμενοι τύποι θερμοκηπίων για ανθοκομικά φυτά (στρ) (πηγή:Υπουργείο Γεωργίας,1999)

Τύποι θερμοκηπίων	1990	1995
Υαλόφρακτα	54,5	75
Μεταλλικά πλαστικά	22,5	65
Ξύλινα πλαστικά τυποποιημένα	3,5	5
Ξύλινα πλαστικά	20	20
Σύνολο	100,5	165

1.2 Γαρδένια

Το γένος *Gardenia* αποτελείται από 200 είδη τροπικών και υποτροπικών θάμνων και δένδρων και ανήκει στην οικογένεια *Rubiacea*. Χαρακτηριστικό δείγμα γαρδένιας με νάνα διαμόρφωση (compact) φαίνεται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1: Φυτό γαρδένιας με νάνα διαμόρφωση

Η *Gardenia jasminoides* Ellis cv. *Veitchii* ,εικόνα 1, κατάγεται από την Κίνα και πήρε το όνομα της από τον Ellis που έδωσε το όνομα προς τιμή του μεγάλου φυσιολόγου Al Garden. Είναι αειθαλής θάμνος και μπορεί να φτάσει σε ύψος μέχρι και δυο μέτρα. Η γαρδένια κατατάσσεται στα γλαστρικά ανθοκομικά φυτά που καλλιεργούνται τόσο ως φυτά γλάστρας όσο και για τα κομμένα άνθη τους .

1.2.1 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Τα φύλλα του φυτού είναι σκούρα πράσινα, λογχοειδή έως ωοειδή και το μήκος τους μπορεί να φτάσει και τα 10 cm. Έχει άνθη λευκά, όπως φαίνεται στην εικόνα 2, πολυπέταλα, τελικά, διαμέτρου 7-12 cm με πολύ έντονο άρωμα. Ο κάλυκας αποτελείται από 5 πράσινα σέπαλα, ενώ η στεφάνη από 5 έως 9 λευκά, κηρώδη πέταλα. Συχνά οι στήμονες και ο στύλος εκφυλίζονται με αποτέλεσμα την εμφάνιση στείρων ανθέων (Σύρος και Χατζηλαζάρου, 2001).



Εικόνα 2: Άνθος γαρδένιας

Στη φύση, οι καταβολές του πρώτου ανθούς της γαρδένιας σχηματίζονται τον Ιούλιο. Στη συνέχεια, 2 ή 3 βλαστοί εμφανίζονται από μασχालιαίους οφθαλμούς από τις αρχές Σεπτεμβρίου. Οι πρωτεύοντες ανθοφόροι οφθαλμοί ολοκληρώνονται στα τέλη του Οκτωβρίου και μετά εισέρχονται σε λήθαργο. Οι δευτερεύοντες ανθοφόροι οφθαλμοί αναπτύσσονται πολύ αργά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τα άνθη εμφανίζονται τον επόμενο χρόνο από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο.

Τα φυτά γαρδένιας διατηρούνται σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 16° έως 24°C ενώ για την διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών απαιτείται σταθερή θερμοκρασία 16-17°C. Οποιαδήποτε αλλαγή στη θερμοκρασία της νύχτας έχει ως συνέπεια τη μειωμένη άνθιση.

1.2.2. Πολλαπλασιασμός

Ο πιο κοινός τρόπος παραγωγής φυτών γαρδένιας είναι με μοσχεύματα κορυφής ή μεσογονατίων ενώ τελευταία εφαρμόζεται και η μέθοδος του πολλαπλασιασμού με ιστοκαλλιέργεια.

Στην μέθοδο του πολλαπλασιασμού με μοσχεύματα καλύτερο μόσχευμα θεωρείται εκείνο που προέρχεται από κορυφαία τμήματα και τα οποία είναι υγιή, ζωνρά, με καλή ανάπτυξη μη ξυλοποιημένα φυτά. Τα μοσχεύματα πρέπει να έχουν μήκος 8-12 cm. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μη κορυφαία μεσογονάτια μοσχεύματα που έχουν τουλάχιστον ένα ζεύγος φύλλων και δυο γόνατα. Τα μοσχεύματα τοποθετούνται μέσα σε ριζωτήριο (εικόνα 3) σε παλέτες ριζοβολίας που

περιέχουν μίγμα τύρφης : περλίτη (1:1) ή τύρφης : άμμου (1:1), Το pH του υποστρώματος πρέπει να είναι περίπου 5 έως 5,5. Στη συνέχεια μεταφέρονται σε σύστημα υδρονέφωσης ή τεχνητής ομίχλης όπου η σχετική υγρασία του αέρα διατηρείται σε υψηλά επίπεδα (>80%).



Εικόνα 3: Επιδαπέδιο ριζοτήριο



Η θερμοκρασία του αέρα πρέπει να διατηρείται στους 16-20°C και του υποστρώματος μεταξύ 19-22°C. Το ποσοστό ριζοβολίας των μοσχευμάτων αναμένεται να είναι περίπου 90% στο σύστημα υδρονέφωσης και σχεδόν 100% στο σύστημα ομίχλης. Η λήψη των μοσχευμάτων γίνεται από φυτά που διατηρούνται ως μητρικά και βρίσκονται σε βλαστική κατάσταση. Για το σκοπό αυτό, αφαιρούνται οι ανθοφόροι οφθαλμοί που τυχόν θα σχηματιστούν σε όσο το δυνατόν προωμότερο στάδιο και εφαρμόζεται συμπληρωματικός φωτισμός όταν χρειάζεται, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Ο σχηματισμός του ριζικού συστήματος και η μεταφύτευση του ριζοβολημένου πλέον φυτού, γίνεται σε 3-5 εβδομάδες, ανάλογα με την εποχή του έτους.

Ο πολλαπλασιασμός με ιστοκαλλιέργεια γίνεται με μοσχεύματα κορυφής, μήκους περίπου 1-1,5 cm. Τα μικρομοσχεύματα αυτά λαμβάνονται από μητρικές καλλιέργειες οι οποίες διατηρούνται σε θάλαμο ανάπτυξης φυτών, με φωτοπερίοδο 16 ωρών και θερμοκρασία 18-22°C. Οι μητρικές καλλιέργειες καλλιεργούνται σε θρεπτικό υπόστρωμα που περιέχει αυξίνες : κυτοκινίνες σε αναλογία 1:5. Η ριζοβολία των μικροβλαστών μπορεί να γίνει τόσο in vitro όσο και ex vitro με το ίδιο θετικό

αποτέλεσμα. Προτιμάται πάντως το μίγμα τύρφης : περλίτη (2:1) χωρίς τη χρήση ορμόνης ριζοβολίας . Ακολούθως τα μικρομοσχεύματα τοποθετούνται για ριζοβολία σε σύστημα τεχνητής ομίχλης με υψηλή σχετική υγρασία (96-99%) και μεταφυτεύονται σε γλάστρες μετά από διάστημα ενός μήνα. Το ποσοστό ριζοβολίας των μικρομοσχευμάτων είναι μεγαλύτερο από 95%.

1.2.3. Τεχνικές παραγωγής νάνων (compact) φυτών

Η σύγχρονη τάση οδηγεί στην παραγωγή ανθοκομικών γλαστρικών φυτών με νάνα διαμόρφωση όπως προέκυψε τα τελευταία χρόνια από τη ζήτηση των διεθνών ανθαγορών.

Η καλλιέργεια της νάνας γαρδένιας περιλαμβάνει την ανάπτυξη έρριζων μοσχευμάτων κορυφής ή βλαστών. Η βλαστική τους ανάπτυξη ελέγχεται με κορφολόγημα (αύξηση πλάγιων βλαστών για ομοιόμορφα και συμπαγή φυτά) και τη χρήση χημικών ρυθμιστών ανάπτυξης για μείωση του τελικού ύψους (Μακρίδου και συνεργάτες, 2001).

Η καλλιεργητική τεχνική που εφαρμόζεται σήμερα για την παραγωγή νάνων φυτών γαρδένιας στην περιοχή της Θεσσαλίας περιλαμβάνει τα εξής στάδια :

- Εαρινή καλλιέργεια γαρδένιας

Η καλλιέργεια ξεκινά το Μάρτιο με τοποθέτηση μοσχευμάτων στο ριζωτήριο. Τα μοσχεύματα (κορυφής ή βλαστού) τοποθετούνται στο ριζωτήριο για περίπου 5 εβδομάδες. Τον Απρίλιο γίνεται η μεταφύτευσή τους σε γλάστρες με διάμετρο 13cm. Σε κάθε γλάστρα φυτεύονται 5 έως 6 ριζοβολημένα μοσχεύματα κορυφής και 4-5 ριζοβολημένα μοσχεύματα βλαστού. Τα φυτά που προκύπτουν κορφολογούνται τον Μάιο και μέχρι να γίνει το κορφολόγημα οι γλάστρες έχουν πυκνή διάταξη μέσα στο θερμοκήπιο (περίπου 50 φυτά/m²). Τον Ιούνιο γίνεται ακόμα ένα κορφολόγημα των φυτών. Ένα μήνα μετά, όταν τα μεσογονάτια διαστήματα έχουν μήκος 3-5 cm, γίνεται εφαρμογή ρυθμιστού ανάπτυξης. Μετά την εφαρμογή τα φυτά τοποθετούνται σε μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ τους (12 φυτά/m²). Η εφαρμογή των ρυθμιστών αύξησης συνεχίζεται κατά τον Αύγουστο, ενώ τον Σεπτέμβριο τα φυτά είναι έτοιμα να διατεθούν στην αγορά. Στο στάδιο αυτό, οι ανθοφόροι οφθαλμοί έχουν

διαφοροποιηθεί, ενώ τα φυτά εμφανίζουν ένα ακραίο άνθος ανά βλαστό μετά από 5-7 φύλλα. Στο στάδιο αυτό, το φυτό έχει διάμετρο κόμης 20 cm , που είναι μεγαλύτερη από το ύψος του.

Σε περίπτωση που το φυτό δεν πωληθεί το Σεπτέμβριο και παραμείνει στο θερμοκήπιο, διατηρείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, στους 10-14°C. Αν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, γίνεται χρήση επιβραδυντή ανάπτυξης, ώστε να παρεμποδιστεί η επιμήκυνση των βλαστών και η καθ' ύψος αύξηση του φυτού. Αυτό γίνεται από Οκτώβριο έως τον Ιανουάριο. Το Φεβρουάριο τα φυτά είναι και πάλι έτοιμα προς πώληση.

- Χειμερινή καλλιέργεια compact γαρδένιας

Η ριζοβολία των μοσχευμάτων γίνεται το Σεπτέμβριο. Απαιτούνται τουλάχιστον 8 εβδομάδες για τη μεταφύτευση των μοσχευμάτων από το ριζωτήριο σε γλάστρες με διάμετρο 13 cm η οποία γίνεται το Νοέμβριο. Κατά το Δεκέμβριο και Ιανουάριο το φυτό αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες 18-22°C ενώ γίνονται επεμβάσεις με ρυθμιστή αύξησης. Το Φεβρουάριο τα φυτά είναι έτοιμα προς πώληση.

1.4 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνηθεί σε ποιο βαθμό και σε ποιο στάδιο ανάπτυξης των φυτών, η χρήση του φωτοεκλεκτικού υλικού κάλυψης μπορεί να προκαλέσει νανισμό, σε φυτά γαρδένιας χωρίς τη χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης, οι οποίοι επιβαρύνουν το περιβάλλον και αυξάνουν το κόστος της καλλιέργειας. Έτσι με τη χρήση των υλικών αυτών μπορεί να αναπτυχθεί μια τεχνική παραγωγής νάνων φυτών γαρδένιας εναλλακτική της χρήσης φυτορυθμιστικών ουσιών.

2. Θεωρητική ανάλυση

2.1 Χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης για νάνα φυτά

Η ανάπτυξη των φυτών θεωρούνταν μέχρι προσφάτως ότι ρυθμίζεται μόνο από πέντε τύπους ορμονών: τις αυξίνες, γιββεριλίνες, κυτοκινίνες, το αμπισικό οξύ και το αιθυλένιο. Ωστόσο υπάρχουν πρόσφατα, σημαντικά δεδομένα για μια ομάδα στεροειδών φυτικών ορμονών που συμμετέχει σε μορφολογικές μεταβολές που επάγονται από το φως. Οι φυτοορμόνες ρυθμίζουν την ανάπτυξη των ανωτέρων φυτών ως ενεργές ουσίες, όπως και οι αυξητικοί παράγοντες με χαρακτήρα βιταμινών.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των φυτοορμονών είναι ότι σχηματίζονται σε ορισμένες θέσεις του φυτού και από εκεί μεταφέρονται σε ορισμένες θέσεις μέσα σε αυτό όπου τελικά δρουν, έχουν δηλαδή ορμονικό χαρακτήρα. Οι φυτοορμόνες είναι δυνατό να επηρεάζουν τις επί μέρους φάσεις της ανάπτυξης με διαφορετικό τρόπο και διαφορετικό βαθμό (Τσέκος, 2003).

Η πρώτη αυξητική ορμόνη που ανακαλύφθηκε στα φυτά ήταν η αυξίνη. Είναι η ορμόνη που έχει την μεγαλύτερη δράση στην αρχική φυσιολογική διεργασία του μηχανισμού μεγέθυνσης των κύτταρων. Ακόμη η αυξίνη διαφέρει από τις άλλες ορμόνες στο ότι μαζί με την κυτοκινίνη είναι απαραίτητες για τη βιωσιμότητα του φυτού. Η αυξίνη επίσης είναι υπεύθυνη για την ρύθμιση της κυτταρικής επιμήκυνσης.

Οι γιββερελλίνες (GA) είναι πολύ στενά συνδεδεμένες με την προαγωγή της αύξησης του βλαστού, ενώ ο εφοδιασμός με GA των φυτών μπορεί να προκαλέσει μεγάλη αύξηση του ύψους των φυτών. Οι γιββερελλίνες επιδρούν στην επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων και συνεπώς του βλαστού. Επίσης ελέγχουν διάφορες διεργασίες της βλάστησης και της αναπαραγωγικής ανάπτυξης και επηρεάζουν τη μετάβαση από το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης στο αναπαραγωγικό στάδιο καθώς επίσης και στον καθορισμό του φύλλου των φυτών.

Οι κυτοκινίνες ρυθμίζουν πολλές κυτταρικές διεργασίες και ελέγχουν την κυτταροδιαίρεση για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών.

Οι φυτορυθμιστικές ουσίες είναι χημικές ουσίες που επιβραδύνουν την κυτταρική διαίρεση και την επιμήκυνση των βλαστών των φυτών, χωρίς να έχουν άλλη επίδραση στην μορφολογία τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων, καθώς και το συνολικό ύψος του φυτού.

Στη καλλιέργεια της γαρδένιας οι επιβραδυντές αύξησης χρησιμοποιούνται για τους παρακάτω λόγους :

- ⇒ Διαφοροποίηση περισσότερων ανθοφόρων οφθαλμών
- ⇒ Καλύτερη γενική εμφάνιση των φυτών και δημιουργία φυλλώματος με πιο σκούρο πράσινο χρώμα.
- ⇒ Αύξηση της διαμέτρου των βλαστών του φυτού, και αύξηση μ' αυτόν τον τρόπο της αντοχής τους στις μεταφορές.
- ⇒ Μείωση του ύψους του φυτού.

Η εφαρμογή των επιβραδυντών αύξησης γίνεται είτε με ριζοπότισμα είτε με διαφυλλικό ψεκασμό (ανάλογα με το είδος του ρυθμιστή που χρησιμοποιείται). Στη γαρδένια μπορεί να υπάρξει και συνδυασμός των δυο μεθόδων.

Κατά την περίοδο ωστόσο που τα φυτά βρίσκονται στο ριζωτήριο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί καμία από τις δύο μεθόδους. Αυτό διότι αντιμετωπίζουμε τα εξής προβλήματα: α) οι ρίζες δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμα και β) οι επιβραδυντές ανάπτυξης στα φύλλα ξεπλένονται από το σύστημα της υδρονέφωσης.

Ορισμένοι επιβραδυντές ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται στη παραγωγή φυτών γαρδένιας είναι: Daminozide, Chlormequat chloride και paclobutrazol. Χρειάζεται ωστόσο τακτικούς ψεκασμούς ώστε να μειωθεί το ύψος των φυτών.

Η χρήση ρυθμιστών αύξησης όμως αυξάνει το κόστος παραγωγής και προκαλεί φυτοτοξικά προβλήματα στην καλλιέργεια και προβλήματα υγείας σε όσους εργάζονται στο χώρο του θερμοκηπίου. Ακόμη συμβάλλει στη χημική ρύπανση του περιβάλλοντος.

2.2 Χαρακτηριστικά και σημασία των πλαστικών υλικών κάλυψης για την καλλιέργεια.

Σκοπός και επιδίωξη κάθε γεωργικής εκμετάλλευσης είναι η ποσοτική αύξηση της παραγωγής και η ποιοτική βελτίωσή της με τη χρησιμοποίηση σύγχρονων μέσων και μεθόδων. Παράλληλα επιδιώκεται και η πρόωμη παραγωγή και διάθεση πολλών γεωργικών προϊόντων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ώστε να διαμορφώνονται καλύτερες τιμές για τον καλλιεργητή και να εφοδιάζεται η αγορά με γεωργικά προϊόντα σε κάθε εποχή για την ικανοποίηση του καταναλωτικού κοινού. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων ποικιλιών φυτών, την βελτίωση των

καλλιεργητικών μεθόδων, καθώς και με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων μέσων που μπορούν να βελτιώσουν τις συνθήκες ανάπτυξης των καλλιεργειών.

Ανάμεσα σ' αυτά τα μέσα σημαντική θέση κατέχουν τα πλαστικά υλικά, που η εξάπλωσή τους ήταν πολύ γρήγορη λόγω των σοβαρών πλεονεκτημάτων και των πολλαπλών χρήσεων τους. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιήθηκαν στη γεωργία πριν από περίπου 50 χρόνια και συνέβαλαν σημαντικά στην αύξηση και βελτίωση πολλών γεωργικών καλλιεργειών οι οποίες αναπτύσσονται στα θερμοκήπια. (Μαρτζόπουλος και Βασιλείου, 1990).

Χαρακτηριστικά στοιχεία και ιδιότητες των πλαστικών

A. Προέλευση

Οι πλαστικές ύλες ανήκουν από χημική άποψη στην κατηγορία των πολυμερών. Τα πολυμερή είναι φυσικά προϊόντα (κυτταρίνη), τροποποιημένα φυσικά προϊόντα, ή σώματα που σχηματίζονται με χημικές αντιδράσεις από πρώτες ύλες μικρού μοριακού βάρους τα μονομερή.

Το κοινό χαρακτηριστικό των πολυμερών είναι το υψηλό μοριακό βάρος. Τα πολυμερή διακρίνονται ανάλογα με την προέλευσή τους, σε πολυμερή προσθήκης και σε πολυμερή συμπύκνωσης. Στα πολυμερή προσθήκης ανήκουν το πολυαιθυλένιο και το πολυβινυλοχλωρίδιο, ενώ στα πολυμερή συμπύκνωσης ανήκουν οι πολυεστέρες. (Μαρτζόπουλος και Βασιλείου, 1990).

B. Ιδιότητες των πλαστικών.

Όλα τα πλαστικά διαθέτουν ειδικό βάρος μικρότερο από αυτό του γυαλιού ($2,5 \text{ gr/cm}^3$). Επίσης τα πλαστικά χρησιμοποιούνται στη γεωργία με τη μορφή φύλλων μικρού πάχους (0,05 έως 0,2 mm) και έτσι μειώνεται σημαντικά το βάρος της κάλυψης ενός θερμοκηπίου και κατά συνέπεια το κόστος του σκελετού του θερμοκηπίου.

Οι κυριότερες ιδιότητες που πρέπει να πληρούν τα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων είναι οι ακόλουθες :

- ⇒ Να έχουν μεγάλη διαπερατότητα και διαφάνεια. Τα φυτά χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες 300 – 3500 nm (Τσέκος, 2003) και επομένως τα υλικά κάλυψης θα πρέπει να μην εμποδίζουν να περάσει το φάσμα αυτό της ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

- ⇒ Να μην τροποποιούν το ηλιακό φάσμα, επειδή η υπεριώδης ακτινοβολία 300-380 nm χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση ενώ η υπέρυθη (> 700 nm) εφοδιάζει το θερμοκήπιο με θερμική ενέργεια.
- ⇒ Να έχουν χαμηλό συντελεστή επιφανειακής θερμοπερατότητας.
- ⇒ Να έχουν προσιτή τιμή.

Κοινή ιδιότητα όλων των πλαστικών είναι η περιορισμένη διάρκεια ζωής τους, (αντοχή πλαστικού) και η μεταβολή των χαρακτηριστικών τους με την παλαιώσή τους. Τα κυριότερα αίτια που προκαλούν το γήρας των πλαστικών είναι:

- η υπεριώδης ακτινοβολία
- η οξείδωση με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο
- οι κλιματικοί παράγοντες , όπως η θερμοκρασία , η διάρκεια της ηλιοφάνειας, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και η υγρασία
- οι διάφοροι μικροοργανισμοί.

Ο συνδυασμός των δυο πρώτων αιτιών, είναι ο βασικός παράγοντας της φθοράς των πλαστικών, που χαρακτηρίζεται σαν φωτουποβάθμιση. Η αποσύνθεση των πλαστικών επιταχύνεται επίσης από την παρουσία υδατανθράκων και διοξειδίου του θείου. Η γήρανση των πλαστικών επηρεάζεται ακόμη από τα υλικά κατασκευής του σκελετού το θερμοκηπίου και τα υλικά συναρμογής των πλαστικών σ' αυτό.

Εκτός από τη γήρανση, τα πλαστικά υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων καταστρέφονται και από μηχανικά αίτια , όπως είναι οι τριβές και το σχίσιμο από την πίεση του ανέμου. Στα σημεία επαφής του πλαστικού με μεταλλικά μέρη , όπου δημιουργούνται τριβές, πρέπει να τοποθετείται μόνωση από απλή ή διπλή ταινία πλαστικού ή το ίδιο το πλαστικό να είναι ενισχυμένο. Επίσης όταν το πλαστικό κάλυψης συγκρατείται τεντωμένο και εμποδίζεται ο κυματισμός του από τον αέρα, μειώνεται σημαντικά ο κίνδυνος σχισίματος. (Ευσταθιάδης,1990)

Χρησιμοποιούμενα πλαστικά

Το πολυαιθυλένιο (PE)

Είναι από τα πρώτα πλαστικά που χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλη κλίμακα για την κάλυψη των θερμοκηπίων. Το πλαστικό αυτό ανήκει στα πολυμερή προσθήκης

και παρασκευάζεται από αργό πετρέλαιο μετά από καταλυτική διάσπαση και πολυμερισμό με πίεση του αερίου αιθυλενίου.

Το πολυαιθυλένιο είναι αδιάβροχο, όμως αέρια όπως το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και οι υδρατμοί διαχέονται από τα μόριά του. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του πολυαιθυλενίου είναι η μεγάλη ευκαμψία, οι καλές οπτικές ιδιότητες και το χαμηλό του κόστος. Μειονεκτήματα του πολυαιθυλενίου είναι η μικρή διάρκεια ζωής του και η μεγάλη διαπερατότητά του στην υπέρυθη ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, 5000 nm και πάνω, που εκπέμπεται από το έδαφος και τα φυτά τις βραδινές ώρες.

Το πολυαιθυλένιο παράγεται σε αρκετά είδη που συνδυάζουν τις πιο πάνω ιδιότητες. Τα είδη PE είναι: απλό, ενισχυμένο, πολύ ενισχυμένο, υψηλής μηχανικής αντίστασης και διάρκεια ζωής, ελεύθερο σταγόνων, θερμικό, φωτοεκλεκτικό, μαύρο και ενισχυμένο με συνθετικές ίνες.

Το φωτοεκλεκτικό PE παράγεται σε διάφορες αποχρώσεις και χρωματισμούς. Σύμφωνα με τους κατασκευαστές, το πολυαιθυλένιο αυτό αυξάνει τις αποδόσεις ορισμένων καλλιεργειών (Ευσταθιάδης, 1990).

Το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Παρασκευάζεται με πολυμερισμό του βινυλχλωριδίου. Είναι πολύ ακριβότερο από το PE και γι' αυτό ίσως χρησιμοποιείται πολύ λίγο στη χώρα μας.

Κύριο πλεονέκτημα του PVC είναι η μικρή διαπερατότητά του από τη υπέρυθη ακτινοβολία. Έχει καλές οπτικές ιδιότητες που προσεγγίζουν εκείνες του γυαλιού και η διάρκεια ζωής είναι 2-4 χρόνια, ανάλογα με τους τύπους. Το PVC είναι λιγότερο διαπερατό από το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα αλλά περισσότερο διαπερατό από τους υδρατμούς.

Μειονέκτημα του PVC είναι η συγκέντρωση σκόνης στην επιφάνειά του, που αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου λόγω της προοδευτικής αλλοίωσης του υλικού, με αποτέλεσμα το τελευταίο να χάνει τη διαφάνειά του. Επίσης το PVC προσβάλλεται ευκολότερα από μικροοργανισμούς και ιδιαίτερα από μύκητες.

Οι τύποι PVC που κυκλοφορούν στην αγορά είναι οι ακόλουθοι: απλό, ελεύθερο σταγόνων, ελεύθερο σκόνης, φωτοεκλεκτικό, ενισχυμένο με νήματα πολυεστέρα ή νάυλον ή σύρματα και σκληρό.

Το φωτοεκλεκτικό PVC παράγεται σε διάφορα χρώματα, όπως μπλε πορτοκαλί, κόκκινο κ.α.. Αυτοί οι τύποι χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην Ιαπωνία (Ευσταθιάδης,1990).

Το αιθυλενοβινυλακετύλιο (EVA)

Παρασκευάζεται με πολυμερισμό του αιθυλενίου και του βινυλακετυλίου. Η διάρκεια ζωής του κυμαίνεται από 1 έως 3 χρόνια ανάλογα με το αν είναι απλό ή ενισχυμένο.

Κύριο πλεονέκτημά του είναι η μεγάλη αντοχή του στις χαμηλές θερμοκρασίες, μέχρι -30°C . Έχει καλές οπτικές και θερμικές ιδιότητες, όμοιες του PVC. Χρησιμοποιείται κύρια στις βόρειες χώρες (Ευσταθιάδης,1990).

Οι πολυεστερικές πλάκες

Οι πολυεστέρες είναι προϊόντα πολυμερισμού της αιθυλικής αλκοόλης, της προπυλικής γλυκόζης και του μηλικού και φουμαρικού οξέος. Έχουν πολύ καλές οπτικές ιδιότητες, είναι εύκαμπτο υλικό και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάλυψη όλων των τύπων των θερμοκηπίων. Σημαντικό μειονέκτημά τους είναι η μεγάλη τους εκλεκτικότητα.

Διακρίνουμε τα ακόλουθα είδη πολυεστέρων:

- ⇒ Mylar. φέρεται στο εμπόριο σε πλάκες, πλάτους 1.25 m. Σε στέγες με κλίσεις 45° το Mylar διαρκεί 4 χρόνια, ενώ στις κάθετες πλευρές διαρκεί περίπου 7 χρόνια.
- ⇒ Fiber glass (πολυεστέρας οπλισμένος με ίνες γυαλιού). Η συνήθης σύνθεση αυτού του υλικού είναι 77% πλαστικό και 23% γυαλί και η χαρακτηριστική του ιδιότητα είναι ότι διαχέει το φως λόγω των ινών γυαλιού που διαθέτει. Οι απώλειες των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού εκδηλώνονται αρχικά με την εμφάνιση κίτρινου χρώματος και στη συνέχεια με τη ρήξη των ινών του γυαλιού που αποκολλούνται και εμφανίζονται επιφανειακά. Ακολούθως οι ίνες αποχωρίζονται από το πλαστικό και το υλικό γίνεται αδιαφανές με χρώμα καστανό. Έγχρωμες πλάκες Fiber glass μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θερινές καλλιέργειες και για σκίαση των θερμοκηπίων (Ευσταθιάδης,1990).

2.3 Φωτοεκλεκτικά – έγχρωμα πλαστικά

Η εμφάνιση νανισμού στα φυτά συνδέεται άμεσα με την ποιότητα του φωτός το οποίο δέχονται. Αυξημένο ποσοστό ιώδους (B) ακτινοβολίας (400-500 nm) σε σχέση με την ερυθρή (R) ακτινοβολία (600-700 nm), καθώς και ερυθρής σε σχέση με την υπέρυθη (FR) ακτινοβολία (725-735 nm) είναι δυνατό να επιφέρει μειωμένη επιμήκυνση των βλαστών, μείωση της φυλλικής επιφάνειας και του ξηρού βάρους των φυτών (Li et al., 2000). Περιορισμός της ανάπτυξης και τροποποίηση ορισμένων μορφολογικών χαρακτηριστικών, παρατηρήθηκε σε φυτά που αναπτύχθηκαν κάτω από φωτοεκλεκτικά υλικά κάλυψης, τα οποία είναι δυνατόν να τροποποιήσουν το φάσμα του φωτός (Mortensen et al., 1987).

Η τροποποίηση του φάσματος του φωτός επιδρά άμεσα ή έμμεσα στη φωτομορφογένεση και τελικά στη ανάπτυξη των φυτών. Πρωταρχικό ρόλο στη φωτορυθμιζόμενη βλαστική και αναπαραγωγική ανάπτυξη του φυτού διαδραματίζει το φυτόχρωμα. Είναι μια πρωτεϊνική χρωστική που απορροφά πολύ ισχυρά ερυθρό και υπέρυθρο φως.

Το φυτόχρωμα απαντάται στη μορφή που απορροφά το ερυθρό φως, αναφερόμενη ως Pr, γιατί το φυτόχρωμα συντίθεται ως Pr χημική μορφή σε αυξανόμενα στο σκοτάδι φυτά. Η Pr μορφή, που είναι κυανή, μετατρέπεται από το ερυθρό φως προς μια ονομαζόμενη Pfr χημική μορφή που απορροφά το υπέρυθρο φως και είναι κυανοπράσινη. Με τη σειρά της η Pfr μορφή μπορεί να μετατραπεί πίσω προς την Pr από το υπέρυθρο φως (Τσέκος, 2003).

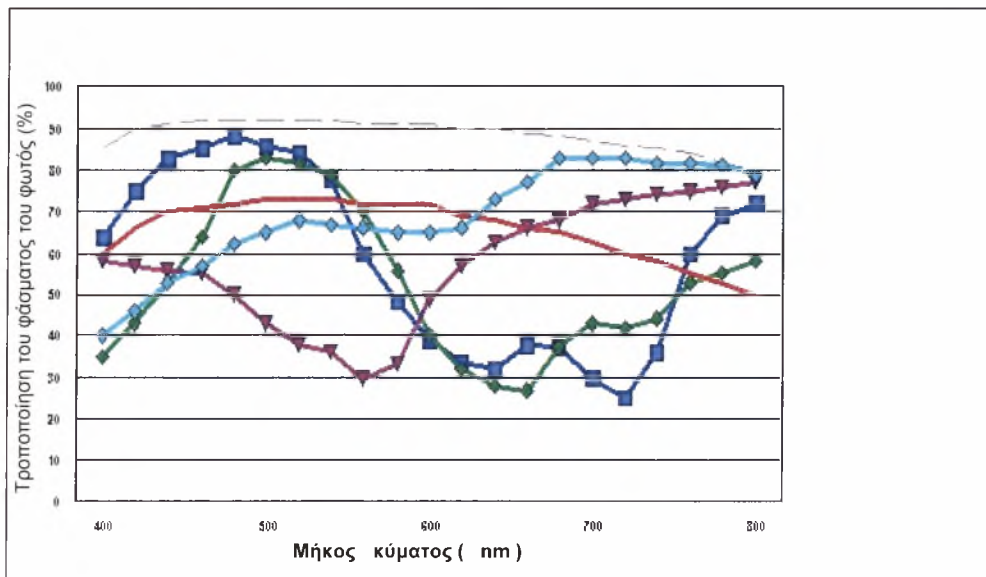
Η ιώδης ακτινοβολία (B) επηρεάζει το ύψος και την ποιότητα των φυτών. Η μείωση της ιώδους ακτινοβολίας προάγει την επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων των φυτών .

Η αναλογία της ερυθρής (R) και της υπέρυθρης (FR) ακτινοβολίας που δέχονται τα φυτά είναι καθοριστική για την ανάπτυξή τους. Αυξημένη υπέρυθη ακτινοβολία σε σχέση με την ερυθρή ακτινοβολία (υψηλός λόγος FR/R) κάνει τα φυτά πιο ψηλά και αδύναμα, ενώ η αντιστροφή του λόγου (R/FR) κάνει τα φυτά πιο κοντά. Η μείωση του ύψους όμως δεν είναι γραμμική, δηλαδή μικρή μείωση της ερυθρής ακτινοβολίας μπορεί να επιφέρει σημαντική επιμήκυνση των βλαστών αλλά μπορεί να απαιτηθεί μια μεγάλη μείωση της υπέρυθρης ακτινοβολίας για να επιτύχουμε την αντίστροφη επίδραση.

Το χρώμα του πλαστικού που θα χρησιμοποιήσουμε διαδραματίζει σημαντικό ρόλο καθώς κάθε καλλιέργεια έχει τις δικές της ανάγκες και απαιτήσεις. Υπάρχουν

φωτοεκλεκτικά πλαστικά υλικά διαφόρων χρωμάτων όπως πράσινα, μπλε, γαλάζιο, μωβ τα οποία τροποποιούν διαφορετικά τον λόγο R/FR και έτσι μπορούμε να ελέγξουμε την ανάπτυξη των φυτών.

Στην παρακάτω γραφική παράσταση της εικόνας 4 μπορούμε να δούμε την τροποποίηση του φωτός από τα διάφορα φωτοεκλεκτικά υλικά. Κάθε καμπύλη μας δείχνει το χρώμα του φωτοεκλεκτικού υλικού και το φάσμα του φωτός το οποίο απορροφά περισσότερο. Η κόκκινη καμπύλη αναπαριστά τα άχρωμα πλαστικά υλικά.



Εικόνα 4 Τροποποίηση του φάσματος του φωτός από διάφορα φωτοεκλεκτικά υλικά

Όλα τα φωτοεκλεκτικά υλικά έχουν την ιδιότητα να ελαττώνουν την ένταση του φωτός στα φυτά και άρα να έχουν επίδραση, ανάλογα και με το χρώμα τους, στην ανάπτυξή τους εξαιτίας της φωτοσύνθεσης. Επίσης δυο πλαστικά τα οποία μοιάζουν να έχουν ίδιο χρώμα αλλά στην πραγματικότητα διαφέρουν ως προς τη σύσταση τους, απορροφούν διαφορετικά μήκη κύματος φωτός και συνεπώς έχουν διαφορετική επίδραση στη μορφολογία των φυτών. Η υπεριώδης ακτινοβολία δεν είναι πολύ σημαντική για την φωτοσύνθεση αλλά ο κύριος ρόλος της είναι στη διαμόρφωση ορισμένων βασικών χαρακτηριστικών του φυτού όπως το χρώμα και το άρωμα των ανθέων. Τέλος η χαμηλού μήκους ακτινοβολία (290 έως 310 nm) μπορεί να παρεμποδίσει την επιμήκυνση των βλαστών. Όλα αυτά τα πετυχαίνουμε διαλέγοντας το σωστό χρώμα φωτοεκλεκτικού υλικού.

Συμπερασματικά τα φωτοεκλεκτικά πλαστικά μειώνουν τη μετάδοση της υπέρυθρης ακτινοβολίας (FR, 700–800 nm) και ως συνέπεια την ανάπτυξη των μίσχων και το ύψος φυτών. Επίσης μπορεί να καθυστερήσει το άνθισμα, ιδιαίτερα στα φυτά μακριάς ημέρας (Runkle and Heins, 2002).

3. Υλικά και μέθοδοι

3.1 Γενική περιγραφή

Το πείραμα έγινε σε ένα τροποποιημένο τοξωτό θερμοκήπιο έκτασης 3,5 στρεμμάτων στην περιοχή των κάτω Λεχωνιών Μαγνησίας. Η οροφή του θερμοκηπίου ήταν καλυμμένη με πολυαιθυλένιο και τα τοιχώματα ήταν με γυαλί (ασβεστωμένα εξωτερικά). Το θερμοκήπιο διέθετε παράθυρα οροφής και ανεμιστήρες στο εσωτερικό του για την ομογενοποίηση της θερμοκρασίας. Ο σκελετός του ήταν από χάλυβα και η θέρμανση γινόταν με επιδαπέδιους σωλήνες. Οι διάδρομοι ήταν καλυμμένοι με τσιμέντο και οι λεκάνες στις οποίες βρισκόταν τα φυτοδοχεία ήταν στρωμένες με μαύρο πλαστικό υλικό εδαφοκάλυψης.

Το ριζωτήριο ήταν μια επιδαπέδια λεκάνη ύψους 80 cm. Το έδαφος ήταν καλυμμένο με τσιμέντο και χαλίκι και στρωμένο με μαύρο πλαστικό πλέγμα. Διέθετε επιδαπέδιους σωλήνες θέρμανσης και σύστημα υδρονέφωσης.

3.2 Πειραματική διάταξη

3.2.1 Παραγωγή έρριζων μοσχευμάτων

Η ριζοβολία των μοσχευμάτων στο ριζωτήριο έγινε κάτω από φωτοεκλεκτικό (B) και από κοινό (E) υλικό κάλυψης. Για το πείραμα επιλέχθηκαν συνολικά 160 μοσχεύματα κορυφής με δύο φύλλα το καθένα (80 ανά μεταχείριση) με παρόμοιο στάδιο ανάπτυξης τα οποία τοποθετήθηκαν για διάστημα περίπου 15 ημερών ανά δύο σε παλέτες των 40 θέσεων (2 ανά θέση) και παρέμειναν στο ριζωτήριο απ τις 10/09/2004 έως τις 24/09/2004 . Το υπόστρωμα ριζοβολίας ήταν μίγμα τύρφης : περλίτη σε αναλογία 3:1.

Κατά τη διάρκεια του παραπάνω πειράματος (Παράγωγη έρριζων μοσχευμάτων) γινόταν καταγραφή της θερμοκρασίας ($T, ^\circ\text{C}$) με αεριζόμενο ψυχρόμετρο υγρού – ξηρού βολβού (VP1, Delta, The Netherlands). Από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του υγρού και ψυχρού βολβού υπολογίστηκε η υγρασία RH (%) του αέρα και της ηλιακής ακτινοβολίας ($R_s, \text{W m}^{-2}$) στο εσωτερικό των ριζωτηρίων με πυρανόμετρο (CM-6, Kipp and Zonen, Delta, The Netherlands).

3.2.2 Καλλιέργεια στο θερμοκήπιο

Τα έριζα μοσχεύματα των μεταχειρίσεων Β και Ε που παρήχθησαν κατά την πρώτη φάση του πειράματος μεταφυτεύτηκαν σε 28 γλάστρες διαμέτρου 12cm, μετά από διάστημα 14 ημερών. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν μίγμα τύρφης :περλίτη σε αναλογία 2 : 1. Τοποθετήθηκε ένα μόσχευμα ανά γλάστρα. Οι 28 γλάστρες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των 14.

Επτά από τις 14 γλάστρες με μοσχεύματα της μεταχείρισης Β και επτά με μοσχεύματα της μεταχείρισης Ε τοποθετήθηκαν σε τοξωτή κατασκευή στο εσωτερικό του θερμοκηπίου διαστάσεων 1,5 m μήκος, 1 m πλάτος και 1,10 m ύψος. Η κατασκευή αυτή ήταν τοποθετημένη σε ξύλινη βάση και καλυμμένη με φωτοεκλεκτικό υλικό. Οι υπόλοιπες 14 γλάστρες, 7 από κάθε μεταχείριση, τοποθετήθηκαν κάτω από κοινό πλαστικό κάλυψη.



Εικόνα 5. Τοξωτή κατασκευή

Τα φυτά παρέμειναν στις παραπάνω μεταχειρίσεις για χρονικό διάστημα περίπου 6 μηνών (24/09/2004 έως 19/03/2005). Οι καλλιεργητικές φροντίδες ήταν οι ίδιες για όλα τα φυτά των μεταχειρίσεων.

Τα φυτά ανάλογα με το καθεστώς φωτισμού που υπέστησαν, ταξινομήθηκαν σε 4 ομάδες όπως φαίνεται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6: Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν στο θερμοκήπιο.

Ριζοβολία /Ανάπτυξη	Φωτοεκλεκτικό υλικό	Κοινό υλικό
Φωτοεκλεκτικό υλικό	BB	EB
Κοινό υλικό	BE	EE

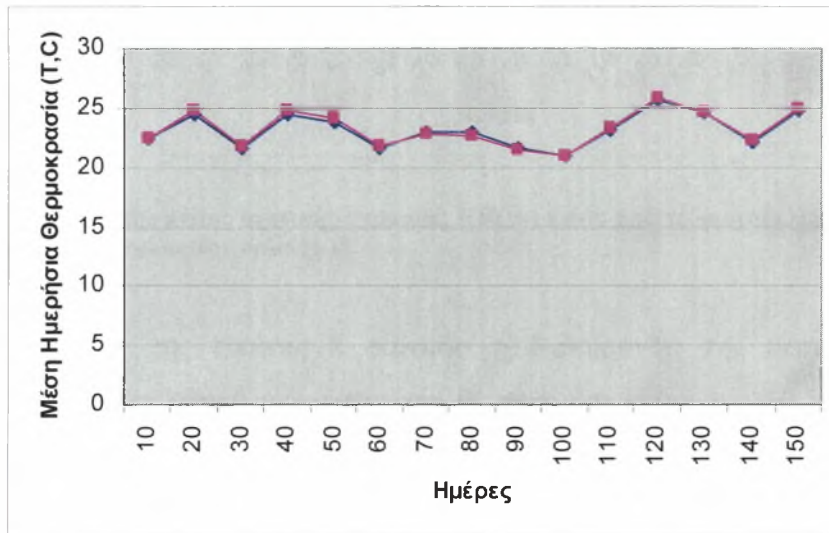
Κατά τη διάρκεια του παραπάνω πειράματος (καλλιέργεια στο θερμοκήπιο) γινόταν καταγραφή της θερμοκρασίας ($T, ^\circ\text{C}$) με αεριζόμενο ψυχρόμετρο υγρού – ξηρού βολβού (VP1, delta, The Netherlands). Από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του υγρού και ψυχρού βολβού υπολογίστηκε η υγρασία RH (%) του αέρα και της ηλιακής ακτινοβολίας ($R_s, \text{W m}^{-2}$) στο εσωτερικό των ριζωτηρίων με πυρανόμετρο (CM-6, Kipp and Zonen, Delta, The Netherlands). Επίσης γινόταν καταγραφή κάθε δέκα μέρες το ύψος των φυτών, τον αριθμό των πλάγιων βλαστών, τον αριθμό των κόμβων και το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων.

Στην τελευταία φάση του πειράματος μεταφέραμε τις γλάστρες στο εργαστήριο όπου μετρήσαμε τον αριθμό των φύλλων, το χλωρό βάρος των φύλλων και του βλαστού χωριστά, τη φυλλική επιφάνεια και το ξηρό βάρος των φύλλων και του βλαστού.

Τέλος σε όσα φυτά είχαν ανεπτυγμένα άνθη, μετρήθηκε το χλωρό και το ξηρό τους βάρος.

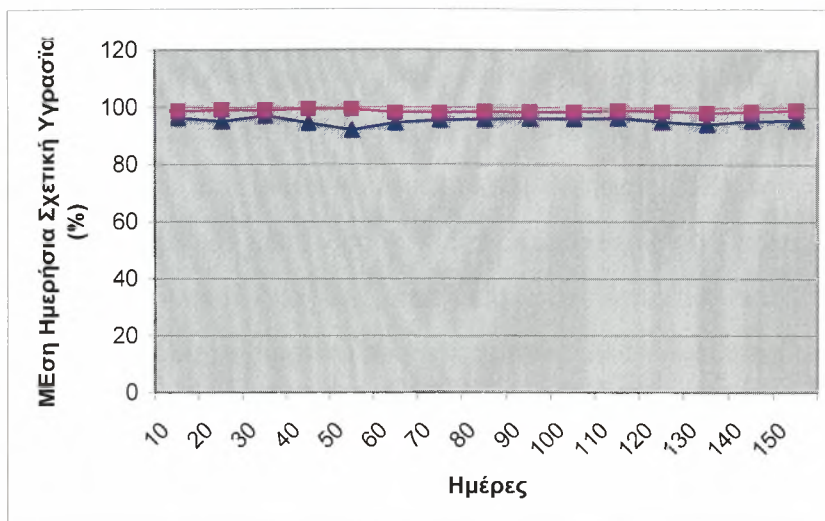
4.Αποτελέσματα- Συζήτηση

Στο διάγραμμα της εικόνας 6 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας $T(^{\circ}\text{C})$ κάτω από τα δυο υλικά κάλυψης. Όπως μπορούμε να δούμε η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι η ίδια και για τα δυο υλικά κάλυψης και αυτό οφείλεται στην ομοιόμορφη θέρμανση του χώρου. Συνεπώς οι διαφορές που θα προκύψουν στα φυτά δεν μπορούν να οφείλονται στις μεταβολές της θερμοκρασίας.



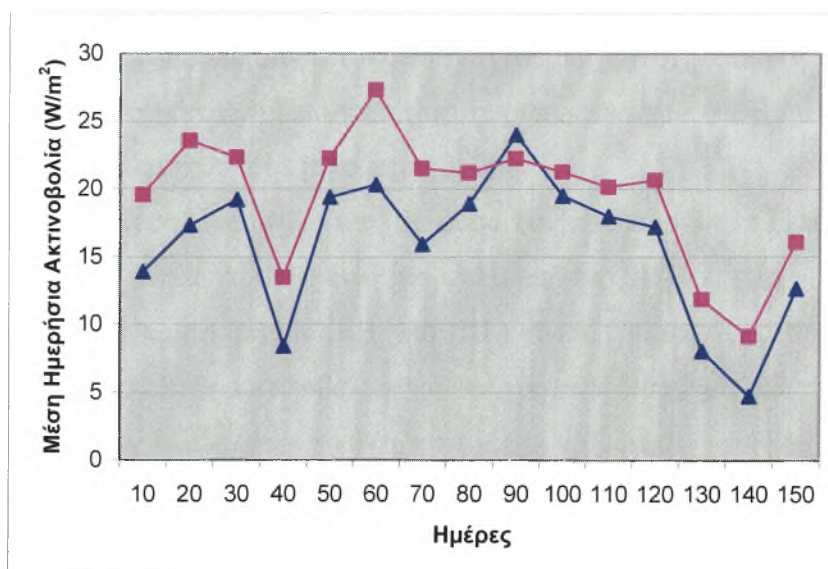
Εικόνα 6: Οι τιμές της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας ($T, ^{\circ}\text{C}$) κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό (▲) και το απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (■)

Στο διάγραμμα της εικόνας 7 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης σχετικής υγρασίας $\text{HR}(\%)$ κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό και το απλό φύλλο πολυαιθυλενίου. Η υγρασία στο χώρο του θερμοκηπίου παραμένει πάνω από 98% χάρη στο σύστημα υδρονέφωσης ενώ κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό η σχετική υγρασία είναι λίγο χαμηλότερη. Η διαφορά αυτή ωστόσο δεν μπορεί να δικαιολογήσει τις διαφορές που θα προκύψουν στην αύξηση των φυτών.



Εικόνα 7: Οι τιμές της μέσης σχετικής υγρασίας HR(%) κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό (▲) και το απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (■)

Στο διάγραμμα της εικόνας 8 φαίνεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας ακτινοβολίας (W/m^2) από μετρήσεις που δέχτηκαν τα φυτά ανά 10 λεπτά κατά τη διάρκεια του πειράματος. Η ακτινοβολία κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό είναι μικρότερη εκτός από ένα μικρό διάστημα ημερών κατά το οποίο στην επιφάνεια της οροφής του θερμοκηπίου κάτι εμπόδιζε την ακτινοβολία να εισέλθει στο εσωτερικό.



Εικόνα 8: Οι τιμές της μέσης ημερήσιας ακτινοβολίας(W/m^2) κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό (▲) και το απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (■)

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα της εικόνας 9 το μεγαλύτερο ύψος είχαν τα φυτά που ριζοβόλησαν και αναπτύχθηκαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (EE), με μέσο όρο 25.8 cm. Το μικρότερο ύψος είχαν τα φυτά που ριζοβόλησαν και αναπτύχθηκαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης (BB) που ήταν 59% πιο κοντά από τα (EE), με μέσο όρο 9.7 cm. Χαρακτηριστικό είναι ότι μετά την μεταφύτευση αυξήθηκαν για 30 μέρες και στη συνέχεια διατήρησαν σχεδόν σταθερό ύψος για όλη τη διάρκεια του πειράματος. Αυτό οφείλεται στο λόγο R/FR ακτινοβολίας που δέχτηκαν κατά την διάρκεια της ριζοβολίας.(Oyeart et al. 1999, Wilson και Rajapakse 2001).

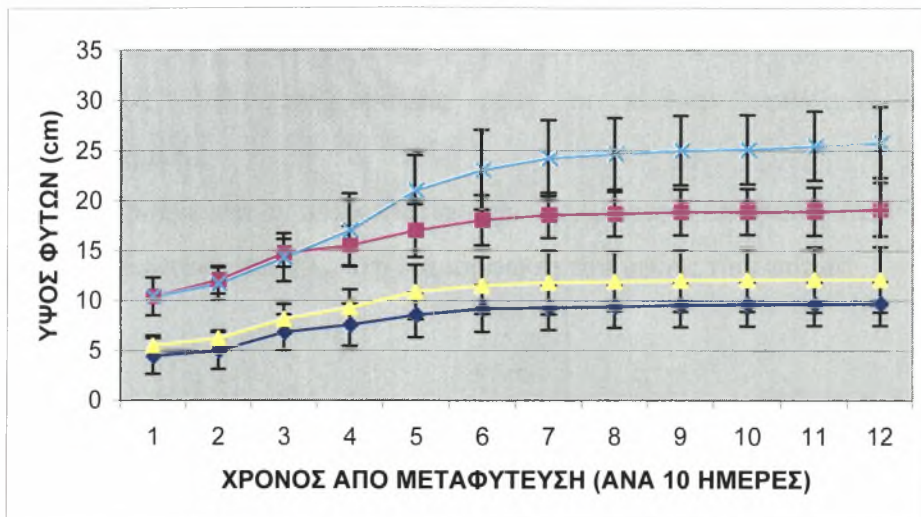
Οι Oyaert et al (1999) βρήκαν ότι η παρεμπόδιση της αύξησης στο χρυσάνθεμο αυξήθηκε κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης από 11% σε 22% με μια αύξηση της συγκέντρωσης των χρωστικών το υλικού κάλυψης από 1% σε 3%. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την τροποποίηση των λόγων B/R και R/FR από 6,20 σε 85,53 και από 1,45 σε 0,43, αντίστοιχα.

Τα φυτά που ριζοβόλησαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και στη συνέχεια αναπτύχθηκαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης (EB) είχαν μέσο όρο ύψους 19,15 cm και ήταν 26% πιο κοντά από τα φυτά που ριζοβόλησαν και αναπτύχθηκαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (EE). Οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των υψών των (EB) και (EE) φυτών παρατηρήθηκαν 80 μέρες μετά τη μεταφύτευση τους δείχνοντας μας ότι η τοποθέτηση των φυτών κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης σε μεταγενέστερο στάδιο ανάπτυξης έχει επιπτώσεις στο ύψος αλλά σε μικρότερο βαθμό.

Καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε μεταξύ των (BE) και (BB) φυτών αν και τα (BE) ήταν πιο ψηλά από τα (BB).

Από τη σύγκριση μεταξύ (EB) και (BE) γίνεται σαφές ότι η τοποθέτηση των φυτών σε υψηλή R/FR ακτινοβολία για το χρονικό διάστημα που χρειάζεται το μόνωμα για να ριζοβολήσει είναι αρκετό ώστε να μειωθεί το ύψος του φυτού. Η περαιτέρω παραμονή σε αυτή την ακτινοβολία δεν τροποποιεί σημαντικά το ύψος.

Να διευκρινίσουμε ότι το αρχικό ύψος των φυτών διέφερε γιατί τα μοσχεύματα της μεταχείρισης E αναπτύχθηκαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και έγιναν ψηλότερα από τα φυτά της μεταχείρισης B που αναπτύχθηκαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης. Αυτό γίνεται διότι κατά τη ριζοβολία έχουμε διαμόρφωση νέων οφθαλμών, άρα και μεγαλύτερη επίδραση της τροποποιημένης ακτινοβολίας στην ανάπτυξη των φυτών.



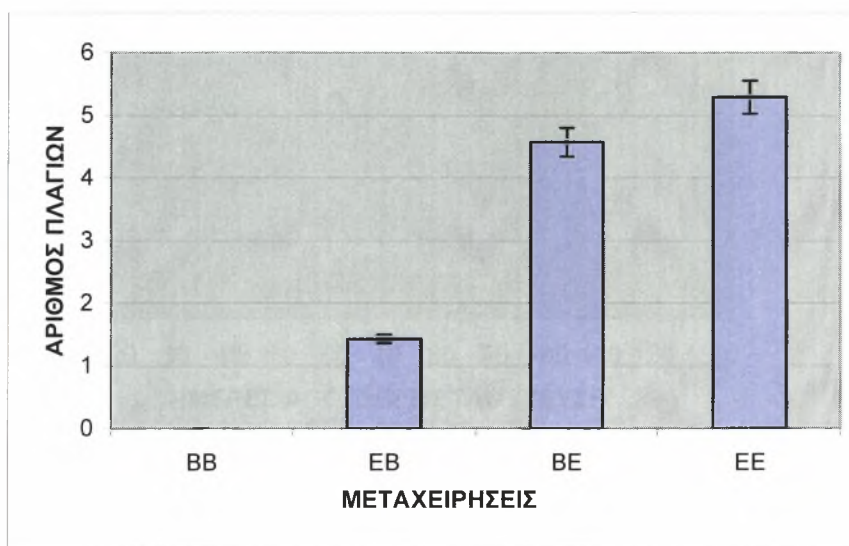
Εικόνα 9: Το μέσο ύψος των φυτών (♦) BB, (■)EB, (▲)BE,(×)EE, που υπέστησαν διάφορες μεταχειρήσεις κατά την περίοδο του πειράματος.

Στο διάγραμμα της εικόνας 10 παρουσιάζεται ο μέσος όρος των πλαγίων βλαστών που εμφανίσθηκαν σε κάθε μεταχείριση. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε τα φυτά της μεταχείρισης BB δεν εμφάνισαν κανένα πλάγιο βλαστό. Τα φυτά της μεταχείρισης EB ανέπτυξαν περίπου 1.5 πλάγιο βλαστό κατά μέσο όρο. Αντίθετα τα φυτά που μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου κατάφεραν να αναπτύξουν αρκετούς πλάγιους βλαστούς. Πιο συγκεκριμένα τα φυτά της μεταχείρισης BE ανέπτυξαν 4.5 πλάγιους βλαστούς κατά μέσο όρο ενώ αυτά της μεταχείρισης EE ανέπτυξαν 5.3 πλάγιους βλαστούς κατά μέσο όρο. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν βγάλει ο Tucker (1976) για την τομάτα και οι Oyaert et al (1999) για το χρυσάνθεμο.

Τα φυτά στα οποία αλλάξαμε το λόγο R/Fr, (BE) και (EB), παρουσίασαν διαφορές στην ανάπτυξη πλαγίων βλαστών ανάλογα με την αλλαγή που υπέστησαν. Τα φυτά που ριζοβόλησαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης και στη συνέχεια αναπτύχθηκαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (BE) έλαβαν υψηλή R/Fr ακτινοβολία μόνο τις πρώτες 15 μέρες (περίοδος ριζωτηρίου) και σε αυτό το διάστημα δεν παρουσιάστηκε κανένας πλάγιος βλαστός. Στη συνέχεια όμως που τα μεταφέραμε κάτω από κοινό πλαστικό κάλυψης αναπτύχθηκαν πλάγιοι βλαστοί.

Ο τελικός αριθμός των πλάγιων βλαστών στα (BE) δεν διέφερε από τα (EE). Ωστόσο οι υψηλές τιμές R/FR ακτινοβολίας που δέχτηκαν τα (BE) αρχικά καθυστέρησαν την ανάπτυξη πλάγιων βλαστών. Αντίθετα τα (EB) φυτά έλαβαν υψηλές τιμές R/FR ακτινοβολίας όταν οι πλάγιοι οφθαλμοί ήταν ήδη διαφοροποιημένοι.

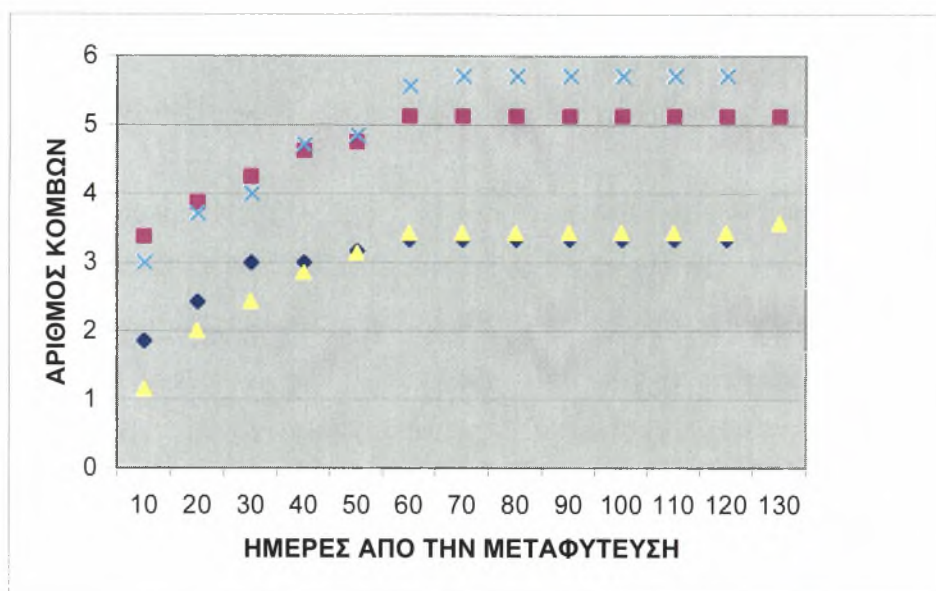
Παρατηρούμε ότι η ακτινοβολία έχει μεγαλύτερη επίπτωση στην ανάπτυξη πλευρικών βλαστών απ' ό τι στη διαμόρφωση του ύψους των φυτών.



Εικόνα 10 :Αριθμός πλάγιων βλαστών των φυτών BB, EB, BE και EE.

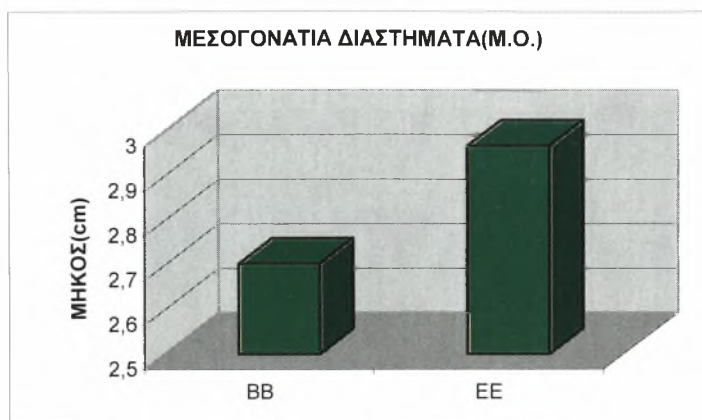
Στο διάγραμμα της εικόνας 11 παρουσιάζεται ο μέσος όρος των κόμβων που ανέπτυξαν τα φυτά κατά τη διάρκεια του πειράματος. Όπως μπορούμε να δούμε τα φυτά που μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου κατάφεραν να αναπτύξουν μεγαλύτερο αριθμό κόμβων παρόλο που αρχικά είχαν λιγότερους. Τους περισσότερους κόμβους και μάλιστα με πιο έντονο ρυθμό ανάπτυξης έχουν τα φυτά που ριζοβόλησαν και αναπτύχθηκαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (EE), ενώ τους λιγότερους τα φυτά που ριζοβόλησαν και αναπτύχθηκαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης (BB). Απ τις άλλες δυο ομάδες φυτών παρατηρούμε ότι ακολουθούν παρόμοιο ρυθμό ανάπτυξης παρόλο που τα (EB) φυτά ξεκίνησαν με περισσότερους κόμβους λόγω ριζοβολίας των μοσχευμάτων κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου.

Σε όλες τις μεταχειρίσεις τα φυτά ακολουθούν παρόμοιο ρυθμό ανάπτυξης και μετά από 60 μέρες σταματάνε να αυξάνουν τον αριθμό των κόμβων. Αρχικά τα (BB) και (EB) φυτά είχαν περισσότερους κόμβους από τα (BE) και (EE) αντίστοιχα. Στη συνέχεια όμως τα (BE) και (EE) βρέθηκαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και κατάφεραν να αναπτύξουν ελαφρώς περισσότερους κόμβους. Τέλος παρατηρούμε ότι ο ρυθμός ανάπτυξης των κόμβων είναι ανάλογος με το ύψος των φυτών.



Εικόνα 11: Ο μέσος όρος κόμβων που ανέπτυξαν τα φυτά (♦) BB, (■) EB, (▲) BE, (×) EE, κατά τη διάρκεια του πειράματος.

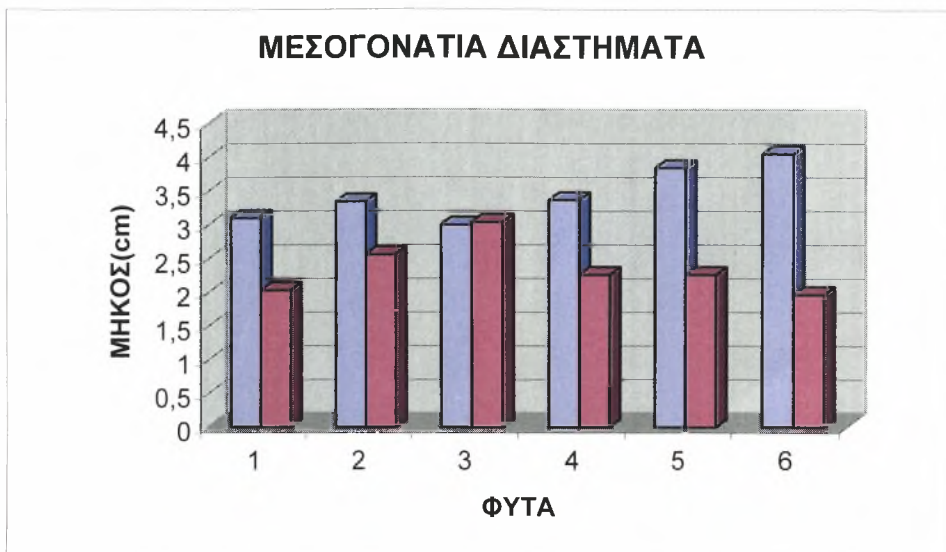
Στο διάγραμμα της εικόνας 12 βλέπουμε το μέσο όρο του μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων που ανέπτυξε το κάθε φυτό κατά τη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρούμε ότι τα φυτά της κατηγορίας EE, που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου, είχαν μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων από τα φυτά της κατηγορίας BB, τα οποία μεγάλωσαν κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης. Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων είναι ευθέως ανάλογο με το ύψος των φυτών, δηλαδή τα ψηλότερα φυτά είχαν και μεγαλύτερα μεσογονατία διαστήματα. Επίσης το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων εξαρτάται, όπως και το ύψος, από το καθεστώς φωτισμού στο οποίο υπόκεινται τα φυτά.



Εικόνα 12: Ο μέσος όρος μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων των φυτών BB και EE.

Στο διάγραμμα της εικόνας 13 φαίνεται ξεκάθαρα ότι τα φυτά EB , που ριζοβόλησαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης, ανέπτυξαν μεγαλύτερο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων. Αντίθετα τα BE φυτά, που ριζοβόλησαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου, είχαν μικρότερο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων.

Από τα διαγράμματα των εικόνων 12 και 13 φαίνεται πως τα μικρότερα μεσογονάτια διαστήματα έχουν τα φυτά (BE) και τα μεγαλύτερα μεσογονάτια διαστήματα τα φυτά (EB) που σημαίνει πως η μεγαλύτερη επίδραση στο μέγεθος των μεσογονατίων διαστημάτων γίνεται κατά την περίοδο της ριζοβολίας. Κάτι ανάλογο δηλαδή με αυτό που συμβαίνει στο ύψος. Η καλύτερη περίοδος για να επέμβουμε στην ανάπτυξη του φυτού είναι η περίοδος της ριζοβολίας. Στη συνέχεια οι επεμβάσεις που μπορούμε να κάνουμε θα είναι μικρότερης έντασης.

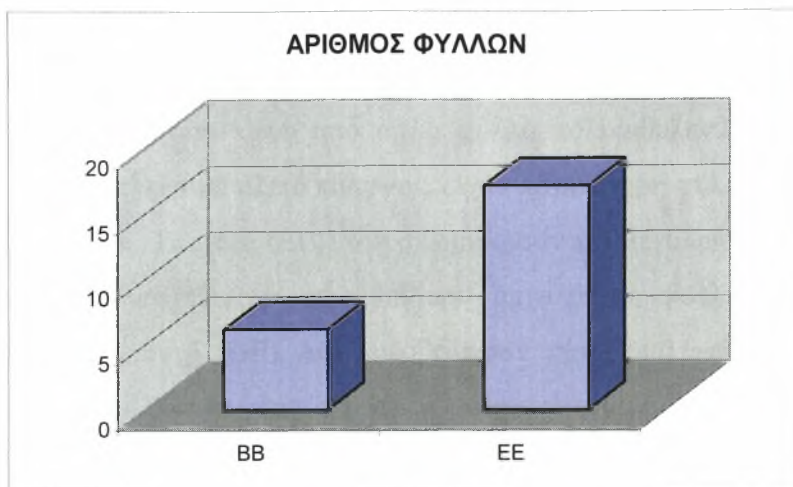


Εικόνα 13: Ο μέσος όρος μήκους των μεσογονατίων διαστημάτων των φυτών (■)EB και (■)BE.

Όπως αναφέραμε παραπάνω, όταν τελείωσε το πείραμα στο θερμοκήπιο μεταφέραμε τα φυτά στο εργαστήριο όπου μετρήσαμε τον αριθμό των φύλλων, το χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων και των βλαστών καθώς και τη φυλλική επιφάνεια.

Στο διάγραμμα της εικόνας 14 παρουσιάζεται ο αριθμός των φύλλων που εκπύχθηκαν από τα φυτά κατά την διάρκεια του πειράματος. Όπως παρατηρούμε τα φυτά της κατηγορίας EE, που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου, είχαν πολύ περισσότερα φύλλα, 16 μέσο όρο, από τα φυτά της κατηγορίας BB, με 4 φύλλα μέσο όρο, που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης.

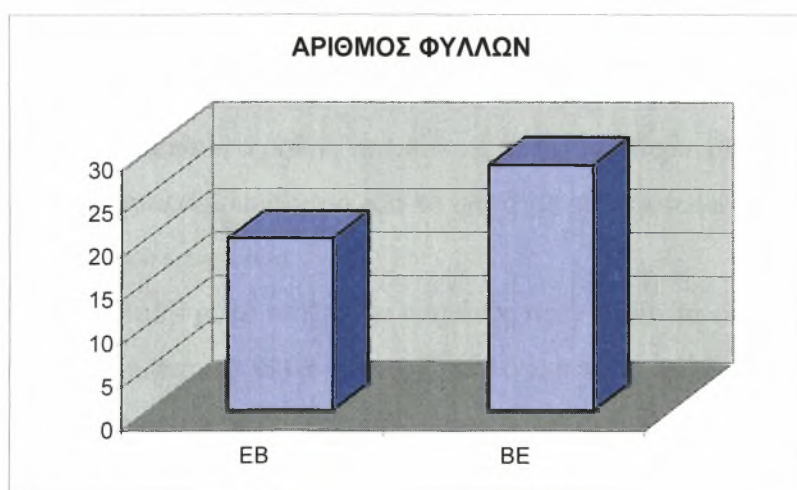
Στο διάγραμμα της εικόνας 15 φαίνεται ότι τα περισσότερα φύλλα από όλες τις ομάδες του πειράματος τα είχαν τα φυτά BE, 26 φύλλα μέσο όρο, δηλαδή αυτά που ριζοβόλησαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου. Αντίθετα λιγότερα φύλλα είχαν τα φυτά EB, που ριζοβόλησαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης.



Εικόνα 14: Ο αριθμός των φύλλων που εκπτύχθηκαν στα φυτά BB και EE.

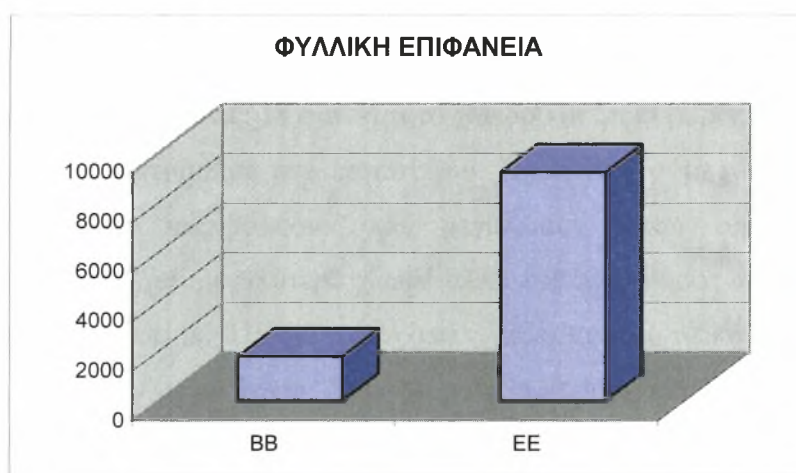
Από τα διαγράμματα 9 και 10 βλέπουμε ότι τα περισσότερα φύλλα είχαν τα (BE) διότι ήταν η μοναδική ομάδα φυτών η οποία ανέπτυξε άνθος. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να σταματήσει η ανάπτυξη του φυτού προς τα πάνω και συνεπώς να έχει μεγαλύτερους πλάγιους βλαστούς με περισσότερα φύλλα. Αντίθετα τα φυτά (EE) επειδή δεν είχαν άνθη αναπτύχθηκαν περισσότερο σε ύψος αλλά είχαν και λιγότερα φύλλα λόγω μικρότερων πλάγιων βλαστών.

Τα φυτά (EB) είχαν αρκετά φύλλα αναλογικά με το ύψος τους και αυτό διότι ριζοβόλησαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και οι οφθαλμοί τους εκπτύχθηκαν κάτω από αυτές τις συνθήκες ενώ αντίθετα τα φυτά που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης είχαν τα λιγότερα φύλλα, 4 μέσο όρο, από όλες τις άλλες κατηγορίες φυτών.



Εικόνα 15: Ο αριθμός των φύλλων που εκπτύχθηκαν στα φυτά EB και BE.

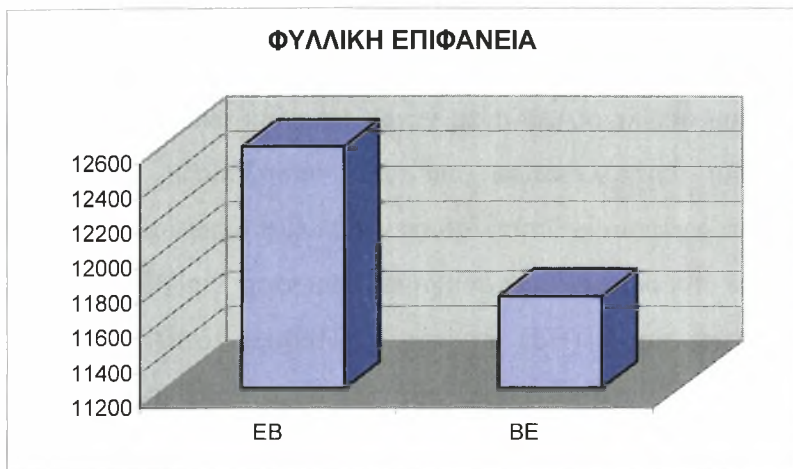
Στο διαγράμματα των εικόνων 16 και 17 παρουσιάζεται η φυλλική επιφάνεια που μετρήθηκε στα φυτά μετά το τέλος του πειράματος. Όπως φαίνεται τα φυτά (EB), που ριζοβόλησαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης, είχαν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια από τα υπόλοιπα φυτά. Τα φυτά (EE), που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου είχαν την δεύτερη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και ακολούθησαν τα φυτά (BE), που ριζοβόλησαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και τέλος με την μικρότερη φυλλική επιφάνεια τα (BB), που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης.



Εικόνα 16: Η φυλλική επιφάνεια που μετρήθηκε στα φυτά BB και EE μετά το τέλος του πειράματος.

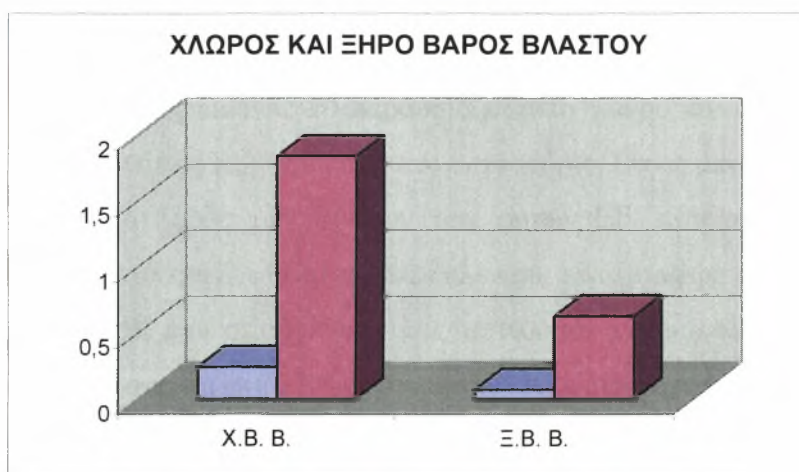
Η φυλλική επιφάνεια ενός φυτού εξαρτάται από τον αριθμό και από το μέγεθος των φύλλων. Όπως παρατηρούμε τα φυτά με τα περισσότερα φύλλα (EB) είχαν και τη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και τα φυτά με τα λιγότερα φύλλα είχαν και τη μικρότερη φυλλική επιφάνεια.

Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και ο χρόνος στον οποίο τα φυτά τοποθετήθηκαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης αλλά και πόσα φύλλα είχαν προλάβει να αναπτύξουν πριν μπουν κάτω από συνθήκες υψηλής αναλογίας R/Fr ακτινοβολίας διότι όταν έχουμε υψηλή αναλογία R/Fr έχουμε μείωση της κυτταροδιαίρεσης και συνεπώς μείωση της φυλλικής επιφάνειας (Cosgrove,1981). Αυτό εξηγεί γιατί τα φυτά (EB) έχουν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια από τα (BE).



Εικόνα 17: Η φυλλική επιφάνεια που μετρήθηκε στα φυτά EB και BE μετά το τέλος του πειράματος.

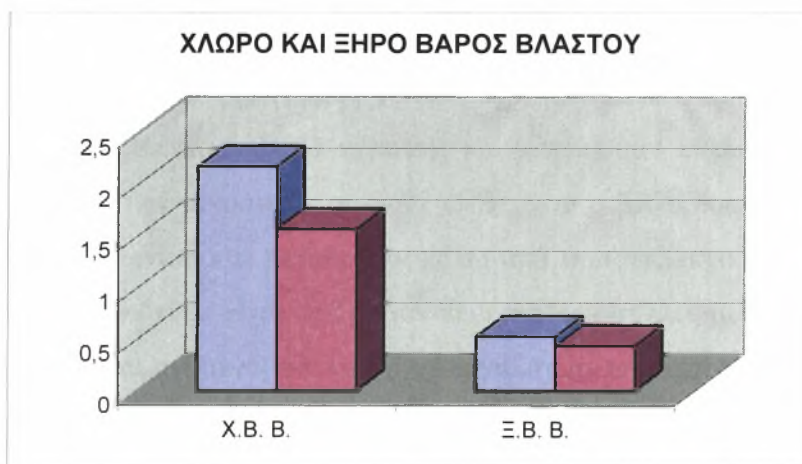
Στο διάγραμμα της εικόνας 18 φαίνεται το χλωρό και ξηρό βάρος του βλαστού των φυτών όπως τα μετρήσαμε στο εργαστήριο. Όπως μπορούμε να διακρίνουμε τα φυτά (EE), που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου, είχαν μεγαλύτερο χλωρό αλλά και ξηρό βάρος από τα φυτά (BB), που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης. Επίσης τα φυτά (EE) είχαν μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ χλωρού και ξηρού βάρους (1,212 gr) από τα φυτά (BB) (0,172 gr). Αυτό συμβαίνει διότι τα φυτά (EE) είχαν μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης νερού λόγω μεγαλύτερου ριζικού συστήματος και μεγαλύτερης φυλλικής επιφάνειας.



Εικόνα 18: Το χλωρό και ξηρό βάρος του βλαστού των φυτών (■)BB και (■)EE.

Στο διάγραμμα της εικόνας 19 παρουσιάζεται το χλωρό και ξηρό βάρος του βλαστού των φυτών όπως τα μετρήσαμε στο εργαστήριο. Όπως φαίνεται τα φυτά EB, που ριζοβόλησαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης, είχαν μεγαλύτερο χλωρό και ξηρό βάρος από τα φυτά BE, που ριζοβόλησαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου. Η διαφορά που παρατηρήθηκε στο ξηρό βάρος (0,088gr) ήταν μικρότερη από την διαφορά που υπάρχει στο χλωρό βάρος (0,606gr). Αυτό συμβαίνει διότι τα (EB) είχαν περισσότερα φύλλα, μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια, και άρα απορροφούσαν περισσότερο νερό και θρεπτικά στοιχεία με αποτέλεσμα να αυξάνεται και το ξηρό βάρος.

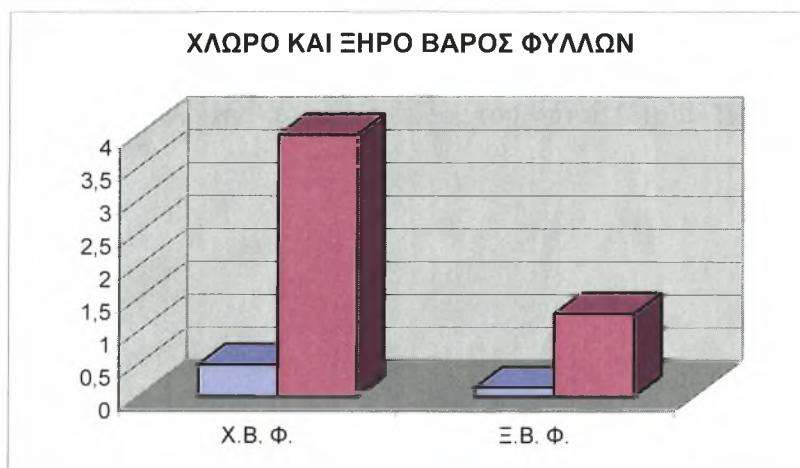
Από τα δυο αυτά διαγράμματα, των εικόνων 18 και 19, βλέπουμε ότι το χλωρό και ξηρό βάρος του βλαστού και των φύλλων των φυτών είναι άμεσα συνδεδεμένο με το ύψος των φυτών αλλά και τον αριθμό των φύλλων.



Εικόνα 19: Το χλωρό και ξηρό βάρος του βλαστού των φυτών (■)EB και (■)BE .

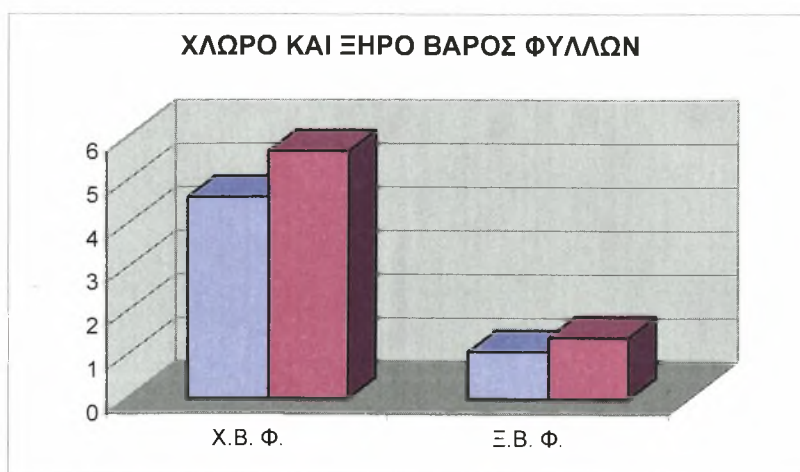
Στο διάγραμμα της εικόνας 20 παρουσιάζεται το χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών όπως τα μετρήσαμε στο εργαστήριο. Όπως μπορούμε να δούμε το χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών EE, που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου, είναι σαφώς μεγαλύτερο από αυτό των φυτών BB, που ριζοβόλησαν και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης. Επίσης τα φυτά EE είχαν μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ χλωρού και ξηρού βάρους (2,718 gr) από τα φυτά BB (0,348 gr). Αυτό συμβαίνει διότι τα φυτά

(ΕΕ) είχαν περισσότερα φύλλα, μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και είναι λογικό να έχουν μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης νερού.



Εικόνα 20: Το χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών (■)BB και (■)EE .

Στο διάγραμμα της εικόνας 21 παρουσιάζεται το χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών όπως τα μετρήσαμε στο εργαστήριο. Όπως βλέπουμε μεγαλύτερο χλωρό και ξηρό βάρος φύλλων έχουν τα φυτά (BE), που ριζοβόλησαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης και μεγάλωσαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου, και μικρότερο τα φυτά (EB), που ριζοβόλησαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου και μεγάλωσαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης. Αυτό συμβαίνει διότι τα φυτά (EB) είχαν περισσότερα φύλλα, μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και είναι αναμενόμενο να έχουν μεγαλύτερη ποσότητα νερού.



Εικόνα 21: Το χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών (■)BE και (■)EB.

Τα μοσχεύματα λοιπόν που αναπτύχθηκαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης είχαν μικρότερο χλωρό και ξηρό βάρος φύλλων διότι η υψηλή αναλογία R/Fr ακτινοβολίας εμποδίζει την κατανομή της βιομάζας στα φύλλα (Brown et al. 1995, Maas et al. 1995). Το χλωρό και ξηρό βάρος των φύλλων εξαρτάται επίσης από την φωτοσυνθετική ικανότητα του φυτού, η οποία μειώνεται κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης και από το είδος του φυτού (Smith 1982, Kwesiga και Grace 1986).

5. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνεται ότι το φωτοεκλεκτικό υλικό με υψηλό λόγο R/FR επιδρά στην εκδήλωση νάνων χαρακτηριστικών.

Στην ανάπτυξη των μοσχευμάτων το φωτοεκλεκτικό υλικό είχε σημαντική επίδραση στο μήκος των βλαστών αλλά και στην φυλλική επιφάνεια που μπορεί να αποδοθεί στο ότι τα φυτά είχαν λιγότερους κόμβους άρα και λιγότερα φύλλα. Αυτό βέβαια δεν είναι επιθυμητό διότι θέλουμε να πετύχουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και μικρότερο μέγεθος μεσογονατίων για να έχουμε επιτυχή νάνα διαμόρφωση.

Σε ότι αφορά τα φυτά που αναπτύσσονται κάτω από το φωτοεκλεκτικό υλικό υπάρχει μια τάση να γίνονται κοντύτερα από τα αλλά. Τα πιο αποδεκτά φυτά του πειράματος ήταν αυτά που ριζοβόλησαν κάτω από φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης και στη συνέχεια αναπτύχθηκαν κάτω από απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (BE) διότι είχαν τάση για νανισμό, είχαν τη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια ενώ ήταν η μοναδική μεταχείριση φυτών που εμφάνισε άνθη.

Συμπερασματικά το φωτοεκλεκτικό υλικό είναι αποτελεσματικότερο ως προς την εκδήλωση χαρακτηριστικών νανισμού όταν εφαρμόζεται στο ριζωτήριο και στην περίπτωση νεοεκπτυθέντων βλαστών, δηλαδή επιδρά στην αύξηση νέων ιστών του φυτού. Αυτό είναι πιο εύκολο και πιο οικονομικό για τους παραγωγούς καθώς είναι πιο βολικό να επέμβουν κατά την παραγωγή μοσχευμάτων στο ριζωτήριο παρά στην παραγωγή φυτών σε ολόκληρο το θερμοκήπιο.

Πρέπει λοιπόν να βρεθούν τρόποι για την ορθή χρήση των φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης, ώστε να ενσωματωθούν με επιτυχία στην καλλιεργητική τεχνική των νάνων φυτών γαρδένιας. Οι μέχρι τώρα ενδείξεις προτείνουν τη συνδυασμένη εφαρμογή των φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης, κατάλληλων κορφολογημάτων και εφαρμογής περιορισμένης ποσότητας ρυθμιστού ανάπτυξης.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Li et al., 2000. Growth responses of chrysanthemum and bell pepper transplants to photosensitive plastic films. *Scientia Horticulturae*, 84: 215-225.
2. Mortensen et al., 1987. Effects of light quality on some greenhouse crops. *Scientia Horticulturae*, 33 ; 27-36.
3. Oyeart et al. 1999, Growth of chrysanthemum under colored plastic films with different light qualities and quantities. *Scientia Horticulturae*. 79: 195-205.
4. Wilson και Rajapakse 2001. Use of photosensitive plastic films to control growth of three perennial salvias. *J. Appl. Hort.*, 3(2): 71-74.
5. Brown et al. 1995, Maas et al. 1995. Growth and photomorphogenesis of peper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far-red lighting. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 120: 808-813
6. Cosgrove, 1981. Rapid suppression on growth by blue light. *Plant Physiology*, 67: 584-590.
7. Smith 1982, Light quality, photoperception and plant strategy. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 33: 481-518.
8. Kwesiga και Grace 1986. The role of the red/far-red ratio in the response of tropical tree seedlings to shade. *Ann. Bot.* 57: 283-290
9. Ιωάννης Τσέκος, 2003. Φυσιολογία φυτών. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
10. Σύρος και Χατζηλαζαρου, 2001. Ανθοκομία- Αρχιτεκτονική τοπίου. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Π.Θ., Βόλος.
11. Σάββας, 2003. Γενική Ανθοκομία.. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000091045