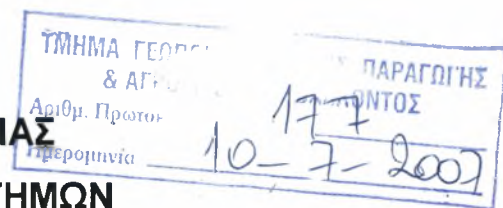


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ & ΕΛΕΓΧΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Πτυχιακή Διατριβή

Φοιτήτρια: Γκόντα Πανωραία (Α.Ε.Μ.: 760)

«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΦΩΤΟΕΚΛΕΚΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ»

Επιβλέπων Καθηγητής: Κίττας Κωνσταντίνος

Βόλος, 2007



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

Αριθ. Εισ.: 5930/1
Ημερ. Εισ.: 11-10-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2007
ΓΚΟ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΦΩΤΟΕΚΚΛΕΚΤΙΚΩΝ
ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΤΟ
ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ»**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής

Κ. Κίττας (Επιβλέπων)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών & Ελέγχου Περιβάλλοντος

Ι.-Α. Χα (Μέλος)

Αναπλ. Καθηγητής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών

Ν. Κατσούλας (Μέλος)

Λέκτορας

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών & Ελέγχου Περιβάλλοντος

Γκόντα Πανωραία

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΦΩΤΟΕΚΛΕΚΤΙΚΩΝ
ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΤΟ
ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ»**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο επιβλέποντα Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Κωνσταντίνο Κίττα, για την επιστημονική υποστήριξη και καθοδήγηση, όπως επίσης για τις πολύτιμες υποδείξεις και την ηθική υποστήριξη.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, τον κ. Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και τον κ. Νικόλαο Κατσούλα, Λέκτορα του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη συμβολή τους στην άρτια διαμόρφωση και ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Ευχαριστώ τους κ. Θωμά Μπαρτζάνα, Διδάκτορα και κ. Γεώργιο Δημόκα, Υποψήφιο Διδάκτορα του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, όπως επίσης και τον κ. Ν. Κατσούλα για την συνεχή επιστημονική καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια τους στην οργάνωση και εκπόνηση του πειραματικού μέρους καθώς και τη συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την συμπαράσταση τους και για το χρόνο που αφιέρωσαν για αυτή την εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη Abstract

I. Εισαγωγή

1. Θερμοκήπια
 - 1.1 Γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων
 - 1.2 Τύποι θερμοκηπίων
 - 1.3 Νέες τάσεις στα υλικά κάλυψης
2. Σκοπός της εργασίας

II. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

1. Παράμετροι του μικροκλίματος του θερμοκηπίου που επηρεάζουν την αύξηση και ανάπτυξη των καλλιεργειών
 - 1.1 Θερμοκρασία
 - 1.2 Υγρασία
 - 1.3 Συγκέντρωση CO₂
 - 1.4 Ηλιακή ακτινοβολία
 - 1.4.1 Επίδραση του φωτός στα φυτά
2. Υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων
 - 2.1 Πλαστικά υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων
 - 2.2 Υλικά κάλυψης με επιλεκτική περατότητα στο φως
 - 2.3 Εφαρμογές φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης και επίδρασή τους στην ανάπτυξη καλλιεργειών
3. Οι καλλιέργειες
 - 3.1 Τομάτα
 - 3.1.1 Γενικά
 - 3.1.2 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας
 - 3.1.3 Καλλιεργητικές απαιτήσεις τομάτας
 - 3.2 Αγγούρι
 - 3.2.1 Γενικά
 - 3.2.2 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας
 - 3.2.3 Καλλιεργητικές απαιτήσεις αγγουριού
 - 3.3 Μελιτζάνα
 - 3.3.1 Γενικά
 - 3.3.2 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας
 - 3.3.3 Καλλιεργητικές απαιτήσεις μελιτζάνας
 - 3.4 Πιπεριά
 - 3.4.1 Γενικά
 - 3.4.2 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας
 - 3.4.3 Καλλιεργητικές απαιτήσεις πιπεριάς

III. Υλικά και μέθοδοι

1. Τοποθεσία του πειράματος
2. Περιγραφή των θερμοκηπίων

3. Τα υλικά κάλυψης
4. Αερισμός
5. Υπόστρωμα καλλιέργειας
6. Άρδευση
7. Η καλλιέργεια
 - 7.1 Ποικιλίες-Εγκατάσταση των καλλιεργειών
 - 7.2 Διάταξη των φυτών
8. Στάδια του πειράματος
9. Μετρήσεις
 - 9.1 Οπτικές ιδιότητες των υλικών κάλυψης
 - 9.2 Κλιματικές παράμετροι
 - 9.3 Παράμετροι ανάπτυξης των φυτών
10. Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων

IV. Αποτελέσματα

A. Οπτικές ιδιότητες των υλικών κάλυψης

B. Πειράματα

1. 1^ο Πείραμα (08.04-14.05.2005)
Κλιματικά δεδομένα
 - 1.1 Αριθμός φυτών
 - 1.2 Ύψος φυτών
 - 1.3 Αριθμός και μήκος μεσογονατίων διαστημάτων
 - 1.4 Νωπό και ξηρό βάρος
 - 1.5 Φυλλική επιφάνεια
2. 2^ο Πείραμα (18.05-02.07.2005)
Κλιματικά δεδομένα
 - 2.1 Αριθμός φυτών
 - 2.2 Ύψος φυτών
 - 2.3 Αριθμός και μήκος μεσογονατίων διαστημάτων
 - 2.4 Νωπό και ξηρό βάρος
 - 2.5 Φυλλική επιφάνεια
3. 3^ο Πείραμα (03.05-07.06.2006)
Κλιματικά δεδομένα
 - 3.1 Αριθμός φυτών
 - 3.2 Ύψος φυτών
 - 3.3 Αριθμός και μήκος μεσογονατίων διαστημάτων
 - 3.4 Νωπό και ξηρό βάρος
 - 3.5 Φυλλική επιφάνεια

V. Συζήτηση-Συμπεράσματα

Βιβλιογραφία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αυξημένη ζήτηση λαχανοκομικών ειδών, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, δημιούργησε την ανάγκη της καλλιέργειάς τους σε θερμοκήπια. Προκειμένου να γίνει δυνατή η παραγωγή ποιοτικών προϊόντων στο θερμοκήπιο είναι απαραίτητη η μελέτη της επίδρασης όλων των παραμέτρων που συμβάλλουν στην ανάπτυξη της θερμοκηπιακής καλλιέργειας, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης. Μια από αυτές τις παραμέτρους είναι το υλικό κάλυψης και ο προβληματισμός που προκύπτει είναι η επιλογή του καταλληλότερου.

Σήμερα, κατασκευάζονται πλαστικά υλικά κάλυψης με οπτικές ιδιότητες τέτοιες ώστε να επιδρούν στους διάφορους παράγοντες του μικροκλίματος του θερμοκηπίου και συνεπώς να επηρεάζουν την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Οι νέες τάσεις στην κατασκευή υλικών κάλυψης προτείνουν υλικά με ενσωματωμένες χρωστικές έτσι ώστε να μεταβάλλουν το φάσμα του φωτός που εισέρχεται στο θερμοκήπιο με αποτέλεσμα την προώθηση ή την επιβράδυνση της ανάπτυξης των φυτών, προκαλώντας επιμήκυνση ή νανισμό. Επίσης, έχουν δημιουργηθεί υλικά κάλυψης τα οποία αντέχουν χρονικά δυο φορές περισσότερο, βελτιώνουν τη διέλευση του φωτός και βοηθούν στην καταπολέμηση μυκητολογικών και ιολογικών ασθενειών, καθώς και στην απομάκρυνση των εχθρών.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση τεσσάρων διαφορετικών υλικών κάλυψης σε τέσσερα πειραματικά θερμοκήπια στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην περιοχή του Βελεστίνου, χρησιμοποιώντας σπορόφυτα τεσσάρων διαφορετικών καλλιεργειών. Τα τρία από τα θερμοκήπια ήταν καλυμμένα με φωτοεκλεκτικά υλικά κάλυψης σε διαφορετικά ποσοστά ενώ το τέταρτο ήταν καλυμμένο με απλό φύλλο πολυαιθυλενίου.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια και οι μετρήσεις που έγιναν αφορούσαν το ύψος των φυτών, κατά τη διάρκεια και τη λήξη των πειραμάτων, καθώς και τον αριθμό και το μήκος των μεσογονατίων

διαστημάτων, το νωπό και το ξηρό βάρος φύλλων και βλαστών και η φυλλική επιφάνεια των φυτών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν γενικά ότι οι καλλιέργειες επηρεάστηκαν από τις διαφορετικές οπτικές ιδιότητες, όπως αυτές διαμορφώνονταν μέσα από το κάθε υλικό κάλυψης καθώς τα φυτά ήταν ψηλότερα στο θερμοκήπιο με το πιο φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης από ότι στα άλλα τρία.

ABSTRACT

The very popular use of vegetables has created the need of their cultivation in greenhouses. This fact has as a result the research of the influence of all the parameters, which contribute to greenhouse's cultivation, in order to improve and increase the production. One of these parameters is the covering material and the question is about the selection of the most suitable.

Nowadays, plastic cover films are made in order to affect the different factors of the greenhouse's microclima and increase and growth of the plants too. The new ideas in making covering material suggest cover sheets with integrated dyes in order to change the light's spectrum that enters the greenhouse, causing a plant increase or decrease. Furthermore, cover sheets which last twice, improve the light's penetration and help the prevention of diseases and insects, have made in the resent past.

In this report, the influence of four different cover sheets in four different greenhouses in the experimental farm of the University of Thessaly was investigated, using seedplants of four different cultivations. Three of these greenhouses were covered with photoselective cover sheets, in different percentages and the last one was covered with polyethylene sheet.

The experiment was conducted in three stages and the measurements referred to the hight during and the end of it, also the number and the length of the nodes, the wet and dry weight and the leaf area.

In general, the results showed that the plants were affected by the lack of UV-radiation, as the plants were taller in the greenhouse that was covered with the most photoselective cover sheet.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

1.1 Γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων

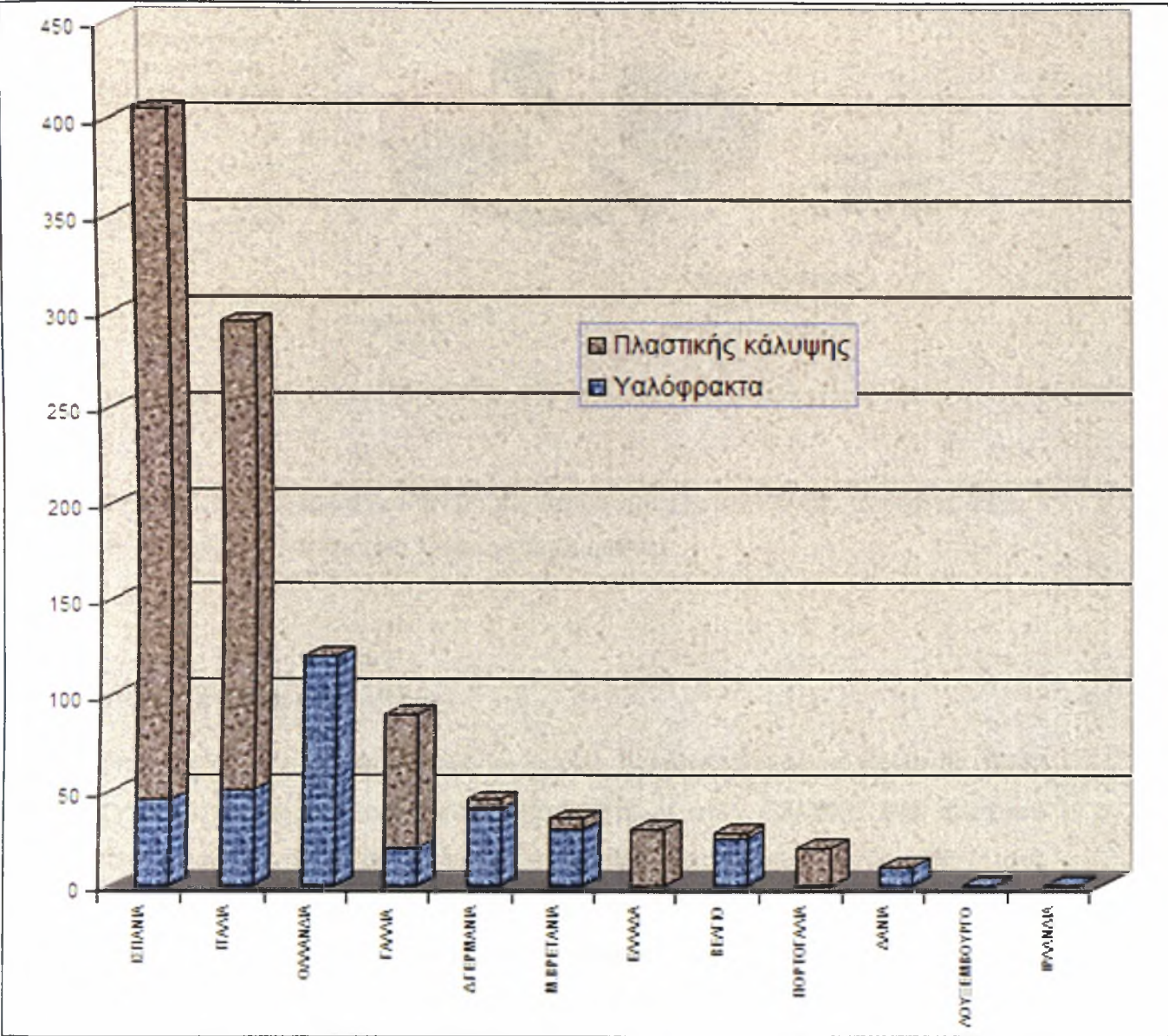
Παγκόσμια, (πλην της Κίνας, για την οποία οι πληροφορίες είναι περιορισμένες), υπάρχουν, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία (Μαυρογιαννόπουλος, 2001) 2.500.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα 650.000 στρ. είναι υαλόφρακτα και τα 1.850.000 στρ. είναι με κάλυψη πλαστικού. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν 1.200.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα 300.000 στρ. είναι υαλόφρακτα, ενώ τα 900.000 στρ. είναι πλαστικά. Σε σχέση με το συνολικό αριθμό θερμοκηπίων παγκόσμια, τα θερμοκήπια της Ε.Ε. καλύπτουν το 48%, από τα οποία τα υαλόφρακτα θερμοκήπια αποτελούν το 62% των υαλόφρακτων θερμοκηπίων του κόσμου και τα πλαστικά το 43% των πλαστικών του κόσμου (πλην Κίνας).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η Ολλανδία κατέχει την πρώτη θέση στα υαλόφρακτα θερμοκήπια με 33% του συνόλου (Εικόνα 1.1) και ακολουθούν η Ιταλία με 17%, η Ισπανία με 13%, η Γερμανία με 10% και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά. Στα καλυμμένα με πλαστικό θερμοκήπια, η Ισπανία κατέχει την πρώτη θέση με 59% του συνόλου και ακολουθεί η Ιταλία με 26%, η Γαλλία με 6%, η Ελλάδα με 4,5% και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά.

Ο τύπος των θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται στις διάφορες χώρες της Ε.Ε. εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, την τεχνολογική ανάπτυξη, τα χαρακτηριστικά της οικονομίας και τη φύση των προϊόντων που παράγονται. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα στο γενικό σύνολο κατέχει μόλις την 7^η θέση με ποσοστό 4,5%, ενώ έχει πολύ ευνοϊκές συνθήκες για την παραγωγή θερμοκηπιακών προϊόντων.

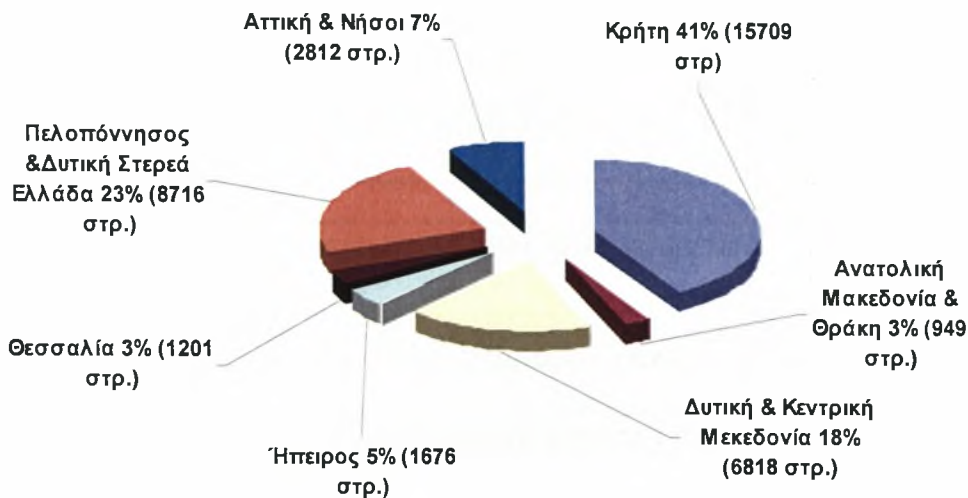
Σχετικά με την προσφορά θερμοκηπιακών προϊόντων στις χώρες της Ε.Ε., γενικά, το χειμώνα υπάρχει έλλειψη θερμοκηπιακών προϊόντων και γίνονται σημαντικές εισαγωγές από άλλες χώρες (κυρίως μεσογειακές), ενώ το

καλοκαίρι υπάρχει πλεόνασμα, το οποίο εξάγεται (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).



Εικόνα 1.1: Εκτάσεις θερμοκηπίων κατά τύπο στις χώρες της Ε.Ε.

Η γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα (Εικόνα 1.2), ακολουθεί κατά κανόνα την κλιματική διαφοροποίηση των επιμέρους περιοχών. Περισσότερες εκτάσεις θερμοκηπίων συναντώνται στις πλέον ευνοϊκές από πλευράς κλίματος (ήπιοι χειμώνες, απουσία παγετών κ.λ.π.) περιοχές.



Εικόνα 1.2: Γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα (στοιχεία 1998).
(Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας)

1.2 Τύποι θερμοκηπίων

Παρά τις σημαντικές προόδους, οι οποίες παρατηρήθηκαν τα τελευταία 15-20 χρόνια στον τομέα κατασκευής θερμοκηπίων στην Ελλάδα, ένα ποσοστό εξακολουθεί να είναι ξύλινα, τα οποία κατασκευάζονται από τους καλλιεργητές. Υπάρχουν βέβαια και τα ξύλινα θερμοκήπια τα οποία κατασκευάζονται από οργανωμένες επιχειρήσεις, η έκταση των οποίων αυξάνεται χρόνο με το χρόνο. Υπάρχει επίσης μια σημαντική αύξηση των μικρών κατασκευών, όπου χρησιμοποιείται μεταλλικός σκελετός με ξύλινες εξαρτήσεις για τη στερέωση του πλαστικού καλύμματος. Τέλος, σημαντική έκταση καταλαμβάνει ο μεταλλικός τύπος σε σχήμα αψίδα, ο οποίος καλύπτεται από πλαστικό, γιατί έχει μικρό κόστος και η εγκατάστασή του είναι εύκολη και απλή (Πίνακας 1.1).

Σημειώνεται ότι η πλειονότητα των θερμοκηπίων στα οποία καλλιεργούνται λαχανικά, καλύπτονται με πλαστικά φύλλα και μόνο το 1% των εκτάσεων περίπου έχουν κάλυψη από γυαλί.

ΤΥΠΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	ΈΚΤΑΣΗ (στρ.)
Γυάλινα θερμοκήπια	438
Τυποποιημένα μεταλλικά με κάλυψη από πλαστικό	
τύπου τοξωτού	3.876
τύπου δírρικτης ή πολýρρικτης στέγης	3.153
Τυποποιημένα μικτά (μέταλλο + ξύλο) με κάλυψη από πλαστικό	4.878
Τυποποιημένα ξύλινα με κάλυψη από πλαστικό	3.398
Παλαιού (χωρικού) τύπου	
τοξωτά	9.140
δírρικτα με μεταλλική στέγη	4.548
δírρικτα με ξύλινη στέγη	4.960
δírρικτα με μικτή (μέταλλο + ξύλο) στέγη	3.381
Διάφορα άλλα	100
ΣΥΝΟΛΟ	37.872

Πίνακας 1.1: Τύποι θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια λαχανικών (στοιχεία 1998)
(Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας)

Σύμφωνα με πιο πρόσφατα στοιχεία, τα θερμοκήπια στην Ελλάδα το 2005 είχαν έκταση 49.000 στρέμματα, από τα οποία στα 45.000 στρέμματα καλλιεργούνται λαχανοκομικά και στα 4.000 ανθοκομικά.

1.3 Νέες τάσεις στα υλικά κάλυψης

Η τεχνολογία των πλαστικών έχει συνεισφέρει σημαντικά σήμερα στη διαμόρφωση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου με τη χρήση των κατάλληλων υλικών κάλυψης. Παρακάτω είναι μερικά μόνο από τα επιτεύγματα στον τομέα αυτό, ταξινομημένα ανάλογα με τον παράγοντα του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου που επηρεάζουν.

- **Θερμοκρασία**

Με την προσθήκη στα υλικά κάλυψης κατάλληλων πρώτων υλών (EVA) και ειδικών πρόσθετων επιτυγχάνεται μεγαλύτερη θερμομόνωση καθώς έχουμε απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας και συγκράτησή της μέσα στο θερμοκήπιο, με αποτέλεσμα να ελαττώνονται οι απώλειες θερμότητας τις κρύες νύχτες. Αυτό οδηγεί σε ομαλότερη πτώση της θερμοκρασίας τη νύχτα, καθώς και σε υψηλότερες ελάχιστες θερμοκρασίες κατά 2-4⁰C σε σχέση με ένα απλό θερμικό φύλλο.

- **Υγρασία**

- Δροσισμός των καλλιεργειών

Η σύγχρονη τεχνολογία πολύ πρόσφατα κατάφερε να δημιουργήσει φύλλα που διατηρούν χαμηλότερες θερμοκρασίες την ημέρα από 5-10⁰C, σε σχέση με τα συμβατικά φύλλα. Το φαινόμενο επιτυγχάνεται με την αντανάκλαση και απορρόφηση της εγγύς υπέρυθρης ακτινοβολίας, δηλαδή τις ακτίνες που μεταφέρουν τη θερμότητα του ήλιου.

- Αντισταγονικές ιδιότητες, χωρίς ομίχλη

Η προσθήκη στο πλαστικό ειδικών ουσιών εστερικής φύσεως έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή σταγόνων στην οροφή του θερμοκηπίου, που δημιουργούνται από τη συμπύκνωση των υδρατμών του περιβάλλοντος. Η υγρασία που συγκεντρώνεται στο πλαστικό απορρέει με τη μορφή λεπτού στρώματος νερού. Οι ωφέλειες που παρέχει ένα αντισταγονικό φύλλο είναι: α) μεγάλη αύξηση της διαπερατότητας του φωτός, β) μείωση των ασθενειών που οφείλονται στο υγρό περιβάλλον, γ) αποφυγή εγκαυμάτων από τη δημιουργία σταγόνας – φακού πάνω στο φύλλωμα.

- **Φωτισμός**

Με τα διαφανή στην ηλιακή ακτινοβολία και άχρωμα φύλλα επιτυγχάνονται βελτιωμένες οπτικές ιδιότητες ευνοώντας την καλύτερη διαπερατότητα και διάχυση του φωτός. Με τη διάχυση του φωτός, επιτυγχάνεται επιπλέον: α) πιο ομοιόμορφη κατανομή του φωτός, β) περισσότερος φωτισμός στα κατώτερα μέρη του φυτού, που συνήθως σκιάζονται, γ) μείωση των εγκαυμάτων από την απευθείας πρόσπτωση των ακτινών και δ) μηδενική ή ελάχιστη μείωση της PAR.

Με τη σταθεροποίηση με HALS: hinder amine type light stabilizers (διαφανή, άχρωμα φύλλα), επιτυγχάνεται εκτός από πλουσιότερος φωτισμός στο θερμοκήπιο, και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και φιλικότητα προς το περιβάλλον. Με σύγχρονα συστήματα σταθεροποίησης HALS έχει επιτευχθεί η διάρκεια χρήσης του πλαστικού να υπερβαίνει πολλές φορές τις τέσσερις καλλιεργητικές περιόδους.

Τα τελευταία χρόνια η βασική και βιομηχανική έρευνα, έχουν στρέψει την προσοχή τους στις θετικές επιπτώσεις που μπορεί να υπάρξουν από τη μεταβολή του ηλιακού φάσματος που εισέρχεται στο θερμοκήπιο.

Πολλοί είναι οι συνδυασμοί που μπορεί να γίνουν όπως μεταβολή του λόγου Blue/UV ή του λόγου Red/Far red, ενίσχυση συγκεκριμένου μήκους κύματος, ή μείωση κάποιου άλλου κ.ο.κ. Όλοι αυτοί οι συνδυασμοί παρεμβαίνουν στους φωτοσυνθετικούς ρυθμούς και μορφογενετικούς μηχανισμούς και μπορεί να επιτευχθεί: α) επιτάχυνση ή επιβράδυνση της ανάπτυξης, β) επιμήκυνση ή νανισμός των φυτών, γ) πλουσιότερη ή πτωχότερη έκπτυξη βλαστοφόρων ή ανθοφόρων οφθαλμών, δ) μείωση ασθενειών.

Αντιλαμβάνεται κανείς ότι η έρευνα πάνω στα θέματα αυτά είναι κατεξοχήν ενδιαφέρουσα, μια και σχετίζεται με την παρέμβαση σε βασικές λειτουργίες του φυτού (φωτοσύνθεση και φωτομορφογένεση) και μάλιστα με φυσικό τρόπο και όχι με χημικές μεθόδους που μπορεί να προκαλέσουν πλήθος ενστάσεων και αντιρρήσεων (Raviv, 1998).

2. Σκοπός της εργασίας

Σήμερα, η αυξημένη παραγωγή πολλών σποροφύτων έχει δημιουργήσει την ανάγκη ανακάλυψης νέων τρόπων μείωσης του όγκου των φυτών, έτσι ώστε να μεταφέρονται πιο εύκολα, επιλύοντας με αυτό τον τρόπο το πρόβλημα του αυξημένου κόστους μεταφοράς. Επίσης, υπάρχει η ανάγκη παραγωγής σκληραγωγημένων σποροφύτων, τα οποία θα είναι η αρχή μιας ποιοτικής καλλιέργειας, ελαχιστοποιώντας τα προβλήματα που μπορούν να δημιουργηθούν από την κακή ποιότητα των σποροφύτων. Η χρήση των ρυθμιστών αύξησης στις καλλιεργητικές τεχνικές των φυτών μπορεί να δημιουργήσει πολλά προβλήματα, όπως αυξημένο κόστος παραγωγής, φυτοτοξικότητα, προβλήματα υγείας, κτλ.

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης των θερμοκηπίων στο μικροκλίμα και την αύξηση σποροφύτων τομάτας, αγγουριού, μελιτζάνας και πιπεριάς. Συγκεκριμένα, θα μελετηθεί η επιρροή τεσσάρων διαφορετικών υλικών κάλυψης θερμοκηπίου, τα οποία είναι φωτοεκλεκτικά σε διαφορετικά επίπεδα το καθένα, στην καλλιέργεια των φυτών, έτσι ώστε να αξιολογηθούν τα υλικά αυτά από οικονομικής και ουσιαστικής άποψης. Έτσι, θα πραγματοποιηθούν μετρήσεις που θα αφορούν το ύψος των φυτών, κατά τη διάρκεια του πειράματος, και στο τέλος θα αφορούν τον αριθμό και μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων, το νωπό και ξηρό βάρος και τη φυλλική επιφάνεια.

II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1. Παράμετροι του μικροκλίματος του θερμοκηπίου που επηρεάζουν την αύξηση και ανάπτυξη των καλλιεργειών

1.1 Θερμοκρασία

Όλη σχεδόν η θερμότητα πάνω στη γη προέρχεται από τον ήλιο. Η ακτινοβολούμενη από τον ήλιο ενέργεια φτάνει στο έδαφος και τη βλάστηση, όπου ένα μέρος της ανακλάται και το υπόλοιπο μετατρέπεται σε θερμότητα. Από τη θερμή επιφάνεια της γης μεταφέρεται θερμότητα με συναγωγή στον αέρα. Επίσης μεταφέρεται θερμότητα με αγωγιμότητα στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Δηλαδή, ο ατμοσφαιρικός αέρας δεν θερμαίνεται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία αλλά έμμεσα από την επιφάνεια της γης.

Ένα σώμα πάνω στη γη απορροφά τόσο περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία όσο πιο σκούρο χρωματισμό έχει, πιο μεγάλη επιφάνεια εκτεθειμένη στην ακτινοβολία, πιο κάθετα δέχεται την ακτινοβολία, μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ακτινοβολείται και μεγαλύτερης έντασης είναι η ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται κατά τη διάρκεια μιας ημέρας το έδαφος μιας περιοχής εξαρτάται από το γεωγραφικό της πλάτος, την εποχή του έτους, τη διάρκεια της ηλιοφάνειας, τον προσανατολισμό, την κλίση του και το χρώμα του. Η μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους μια συγκεκριμένη στιγμή εξαρτάται από το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφά, τις θερμικές ιδιότητες του, τη θερμοχωρητικότητά του, την απαιτούμενη ενέργεια για τις μεταβολές που συμβαίνουν σ' αυτό και τη βροχή ή την άρδευση.

Η θερμοκρασία των φυτών στον αγρό καθορίζεται κυρίως από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος αέρα, από την ακτινοβολία που δέχονται και εκπέμπουν, από τη θερμοχωρητικότητά τους και από τη λανθάνουσα θερμότητα που χάνουν ή δέχονται λόγω εξάτμισης ή συμπύκνωσης των υδρατμών. Τα φυτά ακτινοβολούν θερμότητα προς τον ουρανό, με αποτέλεσμα να ψύχονται αλλά και να συμβάλλουν στην πτώση της

θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αέρα. Η ανάπτυξη και η παραγωγή των φυτών καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσονται δεδομένου ότι σημαντικές φυσιολογικές τους λειτουργίες (φωτοσύνθεση, αναπνοή, διαπνοή κ.λ.π.) επηρεάζονται από αυτή (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).

Η επίδραση της θερμοκρασίας στη φωτοσύνθεση και την αναπνοή είναι καθοριστική για την εξέλιξη του φυτού. Η φωτοσυνθετική απόδοση αυξάνει με τη θερμοκρασία, όταν όλοι οι άλλοι παράγοντες της φωτοσυνθετικής λειτουργίας (φως, CO₂, H₂O κ.λ.π.) βρίσκονται σε επαρκή επίπεδα. Τελικά φτάνει στο μέγιστο, πέρα από το οποίο η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί ελάττωση της απόδοσης, η οποία παύει, όταν η αύξηση φτάνει στο μέγιστο. Στα περισσότερα φυτικά είδη της εύκρατης ζώνης η φωτοσύνθεση αυξάνει σχεδόν από τη θερμοκρασία των 0°C μέχρι τη μέγιστη τιμή που μπορεί να βρίσκεται μεταξύ 15-25°C, ανάλογα με το είδος (Καράταγλης, 1999).

Σε αντίθεση με τη φωτοσύνθεση, στην αναπνοή η θερμοκρασία είναι σημαντικός παράγοντας. Έτσι πάντα, αύξηση στη θερμοκρασία επιφέρει και αύξηση της αναπνοής. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 25-40°C, ανάλογα με το φυτό, η αναπνοή ελαττώνεται απότομα (Λόλας, 2000).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται περιπτώσεις κατά τις οποίες, συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής έντασης φωτισμού είχε ως αποτέλεσμα, τη σημαντική καθυστέρηση εμφάνισης της πρώτης ταξιανθίας μετά τα 18 φύλλα, στην τομάτα. Αυτό δεν είναι σύνηθες φαινόμενο, αλλά εμφάνιση ταξιανθίας μετά τα 11 φύλλα εμφανίζεται συχνά (Ολύμπιος, 2001).

1.2 Υγρασία

Η διατήρηση ενός κατάλληλου περιβάλλοντος υγρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου είναι απαραίτητη όχι μόνο για τη διατήρηση της υδατικής ισορροπίας των φυτών, μέσω της διαπνοής, αλλά και για λόγους θρέψεως και για την αποφυγή εκτεταμένης ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών, εντόμων και ακάρεων (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).

Η άριστη επιθυμητή υγρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 60-70% Σ.Υ. (Ολύμπιος, 2001). Η φωτοσυνθετική απόδοση μειώνεται με την έλλειψη του νερού. Αυτή μπορεί να αναστείλει τη φωτοσύνθεση με την ελάττωση της επιφάνειας των φύλλων, το κλείσιμο των στομάτων και την ελάττωση της υδάτωσης του πρωτοπλάσματος. Σε χαμηλή υγρασία η φωτοσύνθεση μειώνεται γρήγορα, όταν η θερμοκρασία στην επιφάνεια των φύλλων φτάσει στους 15°C. Όταν όμως η υγρασία του αέρα είναι υψηλή, τότε δεν έχουμε καμία σοβαρή μείωση της φωτοσυνθετικής απόδοσης μέχρι τη θερμοκρασία των 25°C (Καράταγλης, 1999).

Στο θερμοκήπιο όλοι οι παράγοντες που ευνοούν τη διαπνοή ενεργούν ταυτόχρονα το μεσημέρι, γιατί τότε τα φύλλα έχουν την υψηλότερη θερμοκρασία, ο αέρας έχει τη χαμηλότερη σχετική υγρασία και ταυτόχρονα υπάρχει έντονη κίνηση του αέρα, γιατί τα παράθυρα είναι ανοιχτά. Κατά τη διάρκεια των θερμών ωρών υπάρχει ανάγκη να αυξηθεί η υγρασία στο χώρο του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).

1.3 Συγκέντρωση CO₂

Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στον αέρα επηρεάζει, εκτός από τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, και τη μορφογένεση στα φυτά. Παρατηρείται ακόμη ότι η αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ στο χώρο του θερμοκηπίου επιδρά ευνοϊκά στην αύξηση των αποδόσεων ορισμένων καλλιεργειών, ακόμα και κάτω από περιορισμένες συνθήκες φωτός (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).

Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του αέρα σε CO₂, τόσο πιο έντονη είναι η φωτοσυνθετική απόδοση των φυτών για μια συγκεκριμένη ένταση φωτισμού. Παρ' όλα αυτά πολύ υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ προκαλούν κλείσιμο των στομάτων συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της πρόσληψης του CO₂. Η μικρή συνεπώς περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε CO₂ ενεργεί ως περιοριστικός παράγοντας φωτοσύνθεσης. Τα φυτά αν και φωτοσυνθέτουν για πολύ λίγο χρόνο στη διάρκεια της ημέρας, ωστόσο φωτοσυνθέτουν σε άριστο για αυτά φως και σε υψηλή συγκέντρωση CO₂ (Καράταγλης, 1999).

Τα φυτά έχουν την ικανότητα να αυξάνουν το ρυθμό της ανάπτυξης και την παραγωγή τους με μεγαλύτερη συγκέντρωση CO₂. Η ανάπτυξη των φυτών σταματά σε ελάχιστη συγκέντρωση CO₂ που ποικίλλει από φυτό σε φυτό. Στα φυτά του θερμοκηπίου συμβαίνει γύρω στην τιμή 125 ppm (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).

1.4 Ηλιακή ακτινοβολία

Με την ακτινοβολία μεταφέρεται η ενέργεια μέσω των φωτονίων, τα οποία είναι διακεκριμένες δέσμες ενέργειας. Τα φωτόνια ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός ($c=3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$) και έχουν ιδιότητες όμοιες με αυτές των σωματιδίων των μικροκυμάτων. Εκπέμπονται ή απορροφώνται από την ύλη λόγω μετακίνησης των ηλεκτρονίων από το ένα επίπεδο ενέργειας σε άλλο ή αλλαγών στην ενέργεια δόνησης των μορίων.

Γενικά, η ακτινοβολία έχει τη συμπεριφορά των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Κάθε φυσική επιφάνεια ανάλογα με τη θερμοκρασία της εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε ένα μήκος κύματος που κυμαίνεται μεταξύ 200 και 1000 nm και έχει σταθερή ταχύτητα. Στο φάσμα αυτών των τιμών περιλαμβάνεται η ηλιακή ακτινοβολία και η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).

Η ηλιακή ενέργεια που φθάνει στη γη ονομάζεται κοσμική ακτινοβολία και περιλαμβάνει την άμεση και τη διάχυτη ακτινοβολία. Η κοσμική ακτινοβολία που φθάνει στη γη αποτελεί μέρος του φάσματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και περιλαμβάνει μήκη κύματος μεταξύ 280 και 2500 nm. Υπενθυμίζεται ότι καθώς αυξάνει το μήκος κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μειώνεται η ποσότητα ενέργειας που περιέχει (Σάββας, 2003)

Ως φως θεωρείται η ηλιακή ακτινοβολία που χαρακτηρίζεται από (Boodley, 1998):

- Την ένταση, η οποία εξαρτάται από τον καιρό (νεφοσκεπής ή μη), το γεωγραφικό πλάτος τα αιωρούμενα στον αέρα σωματίδια, την εποχή του έτους και την ώρα της ημέρας.
- Τη διάρκεια, δηλαδή το μήκος της φωτεινής περιόδου (ημέρας).
- Την ποιότητα, δηλαδή το μήκος κύματος που την αποτελεί.

Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης περιλαμβάνει μήκη κύματος που αντιστοιχούν στην υπεριώδη, ορατή και υπέρυθρη ακτινοβολία. (Εικόνα 1).

▪ Υπεριώδης ακτινοβολία (280-380nm)

Αποτελεί το 5% περίπου της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη γη. Η υπεριώδης ακτινοβολία μήκους κύματος μικρότερου από 280nm (Uvc) απορροφάται από διάφορες χημικές ουσίες των ανωτέρων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (π.χ. όζον). Οι ακτινοβολίες με μήκη κύματος 280-320nm (Uvb) και 320-380nm (Uva) είναι υπεύθυνες για το χρώμα των ανθέων, καθώς και για την αποικοδόμηση του πολυαιθυλενίου, που είναι το πιο διαδεδομένο υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων.

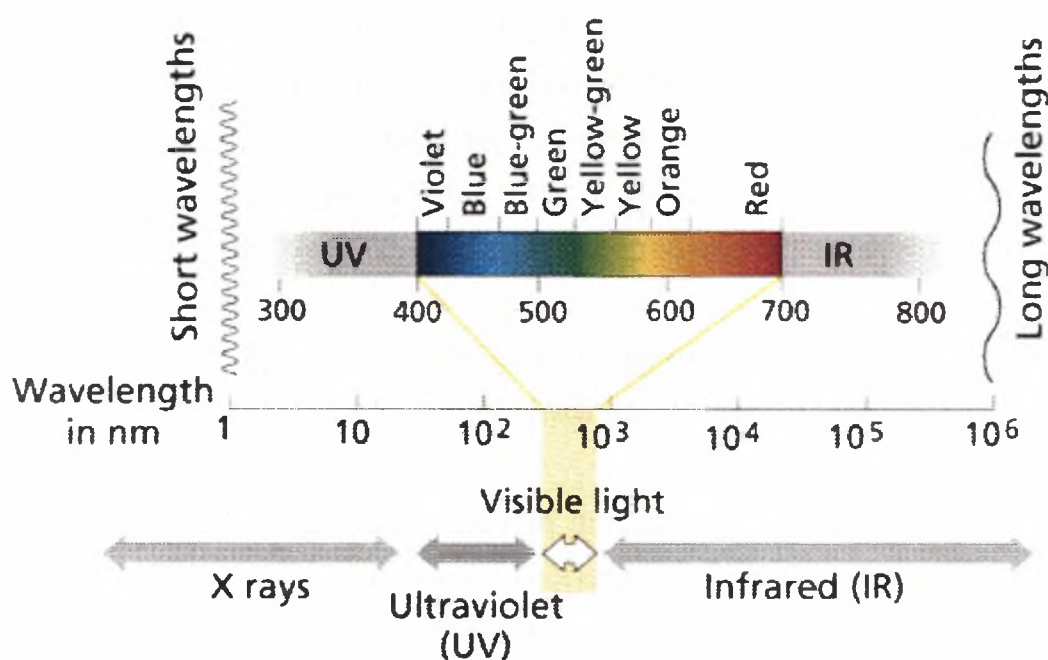
▪ Ορατή ακτινοβολία (380-780nm)

Το φάσμα της ακτινοβολίας αυτής αποτελεί το 45% περίπου της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στη γη.

Στη φωτοσύνθεση χρησιμοποιείται μόνο η ακτινοβολία μήκους κύματος 400-700 nm, η οποία αποκαλείται «φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία», με μέγιστη «απόδοση» στα 450nm (κυανούν φως) και 660nm (ερυθρό φως). Το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με μήκος κύματος 700-780nm, δεν χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση, αλλά απορροφάται από το φυτόχρωμα, μέσω του οποίου ελέγχονται άλλες φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού (λήθαργος σπόρων, άνθηση, μορφογένεση, κλπ).

- Υπέρυθρη ακτινοβολία (780-100.000nm)

Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι θερμική ενέργεια, που προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, εδάφους, φυτών και άλλων σωμάτων στη γη. Ένα μέρος από τη θερμική ενέργεια που απορροφάται από τα διάφορα αντικείμενα και φυτά, επαναεκτινοβολείται προς το διάστημα με αποτέλεσμα την ψύξης τους (Ντόγρας, 1998).



Εικόνα 2.1: Το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας

1.4.1 Επίδραση του φωτός στα φυτά

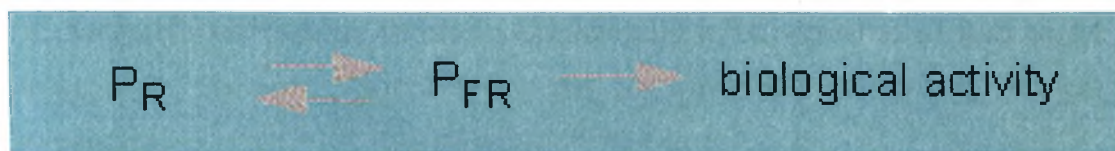
Τα φυτά χρησιμοποιούν το φως, μέσω της φωτοσύνθεσης, για να εξασφαλίσουν την ανάπτυξη και την επιβίωση τους στο περιβάλλον. Το φως απορροφάται από τις χρωστικές (χλωροφύλλες, καροτενοειδή, φυκοβιλίνες, κρυπτόχρωμα, φλαβονοειδή, κτλ), που είναι τα πιο σημαντικά συστατικά της φωτοσύνθεσης. Η χλωροφύλλη (κύρια χρωστική της φωτοσύνθεσης) απορροφάει κυρίως τα ιώδη και κυανά μήκη κύματος του ορατού φωτός (400-

500nm), καθώς επίσης και τα ερυθρά (650-700nm), ενώ αντανakλά το πράσινο φως γι' αυτό τα φυτά φαίνονται πράσινα (Καράταγλης, 1999).

Το φως είναι πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει καθοριστικά την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού (φωτοσύνθεση, φωτοτροπισμός, διαπνοή, αναπνοή, κτλ). Κάθε επίδραση του φωτός στη μορφολογία και τη φυσιολογία του φυτού, με τελικό αποτέλεσμα τον καθορισμό της αύξησης και της ανάπτυξης αποτελεί την φωτομορφογένεση (Λόλας, 2000).

Μαζί με την ποσότητα του φωτός τα φυτά «ελέγχουν» την ποιότητα, την περιοδικότητα και την κατεύθυνση του φωτός και την χρησιμοποιούν ώστε να ρυθμίσουν διάφορες φυσιολογικές αντιδράσεις, από την βλάστηση του σπόρου και την εγκατάσταση του φυταρίου, μέχρι την αρχιτεκτονική του ώριμου φυτού και την ανάπτυξη της αναπαραγωγικής διαδικασίας. Στα ανώτερα φυτά υπάρχουν 3 ομάδες δεκτών του φωτός: το φυτόχρωμα, που απορροφά στην περιοχή του ερυθρού και του υπέρυθρου (R,FR), το κρυπτόχρωμα, που απορροφά στην περιοχή του μπλε και της UV-A ακτινοβολίας και οι φωτοτροπίνες (Franklin and Whitelam, 2003).

> Φυτόχρωμα: Είναι μια πρωτεΐνη που βρίσκεται σε δυο μορφές (Pr και Pfr), με διαφορετικό φάσμα απορρόφησης. Η Pr απορροφά στο κόκκινο φάσμα του φωτός και η Pfr απορροφά την υπέρυθη ακτινοβολία και είναι η βιολογικά ενεργή μορφή. Η απορρόφηση του κόκκινου φωτός μετατρέπει την Pr σε Pfr, ενώ η απορρόφηση μακρινού ερυθρού φωτός μετατρέπει την Pfr σε Pr. Έτσι το φυτόχρωμα μπορεί να μετρήσει την ποιότητα του φωτός, γιατί αν περιέχει περισσότερο κόκκινο από ερυθρό φως, περισσότερο φυτόχρωμα θα είναι στην Pfr μορφή. Το φυτόχρωμα εμπλέκεται σε φαινόμενα μορφογένεσης όπως η ανάπτυξη των φύλλων και των μίσχων. Το φύλλωμα απορροφά το κόκκινο φάσμα του φωτός με αποτέλεσμα στη σκιά που δημιουργείται να υπάρχουν μεγαλύτερα ποσά υπέρυθρης ακτινοβολίας που οδηγούν στη μετατροπή του φυτοχρώματος στην Pfr μορφή. Η μορφή αυτή προάγει την επιμήκυνση του μίσχου επιτρέποντας τους να αναπτυχθούν και να κινηθούν προς το φως.



Εικόνα 2.2: Μετατροπή της Pr σε Pfr.

Ο συνηθέστερος τρόπος για να χαρακτηριστεί η αντίδραση του φυτοχρώματος στο φως είναι ο καθορισμός του λόγου της ροής των φωτονίων στο κόκκινο προς το μακρινό ερυθρό φάσμα R/FR. Ο λόγος αυτός είναι γνωστός ως ζ. Ο Smith (1982), πρότεινε το διάστημα από 655 έως 665nm, για τον υπολογισμό της ροής των φωτονίων στην περιοχή του κόκκινου, και από 725 έως 735nm για το υπέρυθρο. Άλλοι ερευνητές (Mortensen and Strømme, 1987) χρησιμοποίησαν πιο ευρύ τμήμα του φάσματος, δηλαδή από 600 έως 700nm για το κόκκινο και 700 έως 800nm για το υπέρυθρο. Στην περίπτωση αυτή ο λόγος ονομάζεται ζ* (Smith, 1982).

2. Υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων

2.1 Πλαστικά υλικά κάλυψης θερμοκηπίων

Τα τελευταία χρόνια έχουν συμβεί πολύ μεγάλες εξελίξεις στον τομέα παραγωγής πλαστικών φύλλων για την κάλυψη των θερμοκηπίων. Σήμερα το πλαστικό έχει εξελιχθεί σε ενεργητικό παράγοντα που συμβάλλει στην καλύτερη ανάπτυξη, προστασία και απόδοση των καλλιεργειών και δεν θεωρείται ως ένα απλό μέσο κάλυψης, για την προστασία από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

Τα πλαστικά φύλλα είναι το μέσο (ή το φίλτρο) εκείνο που παρεμβάλλεται μεταξύ του ήλιου και της καλλιέργειας και επομένως καθίστανται μια σοβαρή παράμετρος διαμόρφωσης του βέλτιστου μικροκλίματος, που προάγει την ανάπτυξη, παραγωγή και πρωιμότητα των καλλιεργειών. Διαθέτοντας την κατάλληλη τεχνογνωσία και τεχνολογία, μπορούμε να επιτύχουμε αποτελέσματα που μέχρι χτες φάνταζαν ακατόρθωτα.

Τα διαφανή πλαστικά, με τα οποία καλύπτουμε τα θερμοκήπια ολοένα και σε μεγαλύτερο ποσοστό, διακρίνονται στα εύκαμπτα φύλλα και τις σκληρές επιφάνειες:

Στα εύκαμπτα πλαστικά φύλλα περιλαμβάνονται το πολυαιθυλένιο (PE), το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), το πολυβινυλοφθορίδιο (PVF) και οι εύκαμπτοι πολυεστέρες. Το φύλλο πολυαιθυλενίου είναι το περισσότερο χρησιμοποιούμενο σήμερα διεθνώς.

Οι δε συνηθέστερες επιφάνειες σκληρού πλαστικού που χρησιμοποιούνται, είναι οι πολυεστερικές σε διάφορες παραλλαγές, οι πολυκαρβονικές, οι επιφάνειες σκληρού πολυβινυλοχλωριδίου (PVC) και οι ακρυλικές επιφάνειες.

Γενικά, τα εύκαμπτα φύλλα πλεονεκτούν των άλλων υλικών κάλυψης των θερμοκηπίων, λόγω του μικρότερου βάρους τους, της χαμηλότερης τιμής τους, της ευκολίας προσαρμογής σε διάφορα σχήματα του σκελετού, της δυνατότητας που δίνουν για χρησιμοποίηση φθηνότερου σκελετού και γενικά λόγω του χαμηλότερου κόστους αρχικής επένδυσης, που επιτυγχάνεται στο σύνολο του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).

2.2 Υλικά κάλυψης με επιλεκτική περατότητα στο φως

Τα υλικά αυτά προέρχονται από τα συνήθη πλαστικά φύλλα, με τη διαφορά ότι με επιπλέον πρόσθετα γίνεται αλλαγή των οπτικών χαρακτηριστικών τους, λ.χ. μειώνεται η περατότητα σε ορισμένα μήκη κύματος του ορατού φωτός και ενισχύεται η περατότητα σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος. Ανάλογα με τις απαιτήσεις των φυτών είναι δυνατή η εισροή περισσότερης ακτινοβολίας ενός καθορισμένου μήκους κύματος για την επίτευξη διάφορων στόχων.

Από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν βρέθηκε ότι τα υλικά αυτά επιδρούν ποικιλοτρόπως στο περιβάλλον του θερμοκηπίου και την ανάπτυξη των φυτών, χωρίς σημαντικά όμως πρακτικά αποτελέσματα. Η χρήση τους

προϋποθέτει σαφή γνώση των φυσιολογικών απαιτήσεων και αντιδράσεων των φυτών στα διάφορα μήκη κύματος φωτός.

Με τη χρησιμοποίηση συγκεκριμένου χρωματισμού στο φύλλο πολυαιθυλενίου, παρατηρήθηκε η απουσία ορισμένων εντόμων από το χώρο του θερμοκηπίου, η μείωση όμως του φωτοσυνθετικά ενεργού φωτός ήταν σημαντική (Μαυρογιαννόπουλος, 2001).

Τα φωτοεκλεκτικά υλικά, περιέχουν πρόσθετα και χρωστικές που τροποποιούν το φάσμα του φωτός που εισέρχεται στο θερμοκήπιο, μεταβάλλοντας με αυτό τον τρόπο την αύξηση των φυτών (φωτοσύνθεση και φωτομορφογένεση). Χρησιμοποιώντας τέτοιου είδους υλικά μπορούμε να αυξήσουμε την παραγωγή, να προάγουμε ή να εμποδίσουμε την ανάπτυξη των φυτών, καθώς επίσης και να προκαλέσουμε επιμήκυνση ή νανισμό στα φυτά (www.plastikakritis.com).

Τα νέα φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων, ανάλογα με το τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφούν διακρίνονται σε:

► Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων, που απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία (UV-A: 320-380nm, UV-B: 280-320) σε διαφορετικά επίπεδα και σχετίζονται με τη δραστηριότητα των εντόμων και την ανάπτυξη ασθενειών και ιώσεων. Επίσης τα συγκεκριμένα φωτοεκλεκτικά πλαστικά επιδρούν στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού και συγκεκριμένα στη ρύθμιση της επιμήκυνση των στελεχών.

► Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων, που απορροφούν την υπέρυθρη ακτινοβολία στο εύρος των 680-780nm και σχετίζονται με την αύξηση της φωτεινότητας του χρώματος των φυτών, τη βελτίωση της ποιότητας και αύξηση της παραγωγής. Επίσης σχετίζονται με την τροποποίηση του λόγου της ερυθρής (Red: 630-680nm) προς την υπέρυθρη ακτινοβολία στα φυτά. Η αύξηση του λόγου προκαλεί την ικανοποιητικά μείωση του ύψους των φυτών, ώστε δεν είναι απαραίτητη η χρήση των χημικών ρυθμιστών ανάπτυξης (Phoenix et al., 2000).

► Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων, που αντανakλούν την κοντινή υπέρυθρη ακτινοβολία [Near Infared (NIR): 780-3000nm] και σχετίζονται με το δροσισμό του θερμοκηπίου, μειώνοντας τη θερμοκρασία έως 7⁰C στο εσωτερικό. Τα πλαστικά αυτά περιέχουν χρωστικές ουσίες, οι οποίες αντανakλούν επιλεκτικά ένα μέρος από τη NIR ακτινοβολία, η οποία όπως είναι γνωστό παράγει θερμότητα, αποτρέποντας την υπερβολική θέρμανση στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

► Φωτοεκλεκτικά πλαστικά φύλλα κάλυψης θερμοκηπίων, που εγκλωβίζουν τη μακρινή υπέρυθρη ακτινοβολία [Far Infared (NIR): 3000-5000nm] και σχετίζονται με τη θέρμανση του θερμοκηπίου τις ψυχρές νύχτες του χειμώνα. Η FIR είναι μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία, η οποία εκπέμπεται από το έδαφος και τα φυτά. Η προσθήκη επομένως, συγκεκριμένων ανόργανων συστατικών στο πλαστικό φύλλο κάλυψης μειώνει την απώλεια της FIR ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου κατά 15-35% ώστε δεν είναι απαραίτητη η χρήση της θερμοκουρτίνας (Waaijenberg, 2000).

2.3 Εφαρμογές φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης και επίδρασή τους στην ανάπτυξη καλλιεργειών

* Τα φωτοεκλεκτικά υλικά κάλυψης, τα οποία απορροφούν συγκεκριμένο μήκος κύματος, επηρεάζουν την ανάπτυξη καθώς και τη μορφολογία του φυτού. Στην περίπτωση της ποιότητας και του χρυσάνθεμου, χαρακτηριστικά όπως το ξηρό βάρος, η ξηρά ουσία, ο αριθμός των φύλλων, ο αριθμός των πλάγιων βλαστών και η ολική φυλλική επιφάνεια παρουσίασαν διαφορές όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν κάτω από τροποποιημένο φάσμα φωτός (Mortensen and Strømme, 1987).

* Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε προκειμένου να μελετηθεί η επίδραση των απορροφητικών στο μακρινό κόκκινο φως υλικών κάλυψης σε καλλιέργεια μαρουλιού, παρατηρήθηκε ότι τα φυτά που μεγάλωσαν υπό την

κάλυψη του απορροφητικού στο μακρινό κόκκινο υλικό παρουσίασαν έντονο ανοιχτό πράσινο χρώμα. Αντίθετα τα φυτά τα οποία μεγάλωσαν σε θερμοκήπιο χωρίς το παραπάνω υλικό εμφανίστηκαν με σκούρο πράσινο χρώμα. Επιπλέον, τα φυτά υπό το απορροφητικό υλικό κάλυψης είχαν λιγότερο πικρή γεύση σε σύγκριση με τα φυτά τα οποία αναπτύχθηκαν χωρίς το απορροφητικό στο μακρινό κόκκινο υλικό κάλυψης. Στα φυτά που αναπτύχθηκαν υπό το υλικό κάλυψης ελαττώθηκε το κάψιμο της κορυφής, αυξήθηκε η συγκέντρωση ασβεστίου και το φυτό παρήγαγε λιγότερη χλωροφύλλη και ξηρή ουσία σε σχέση με τα φυτά που δεν ήταν καλυμμένα με το υλικό κάλυψης (Kleeman, 2002).

× Ανάπτυξη φυτών χρυσανθέμου κάτω από μπλε φωτοεκλεκτικό υλικό κάλυψης με διάφορες τιμές των λόγων B:R και R:Fr είχε ως αποτέλεσμα την αναστολή της επιμήκυνσης του βλαστού. Οι διαφορές αυτές ήταν ανάλογες της ποσότητας της χρωστικής που περιείχε το υλικό κάλυψης σε ποσοστό έως και 22%. Αν και εκπτύχθηκαν λιγότερα φύλλα, το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων ήταν σημαντικά μικρότερο σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ εκπτύχθηκαν λιγότεροι πλάγιοι βλαστοί. Τα φυτά είχαν μικρότερη φυλλική επιφάνεια και μικρότερο ολικό ξηρό βάρος, σε σχέση με το μάρτυρα (Oyaert et al., 1999).

× Μελετώντας τη συνδυασμένη επίδραση φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης (διαφορετικά επίπεδα PAR και λόγος φ) και της αζωτούχου λίπανσης σε τέσσερα διαφορετικά επίπεδα (0.316, 1.0, 3.16 και 10mM) στην ανάπτυξη του χρυσανθέμου, προέκυψε ότι η αύξηση του αζώτου στα 10mM επέφερε τετραπλάσια αύξηση του ξηρού βάρους των φυτών και διπλασίασε το ύψος τους, όταν αυτά δεν καλύπτονταν από φωτοεκλεκτικό φίλτρο. Φυτά που αναπτύχθηκαν κάτω από το υλικό κάλυψης που απορροφά στο FR ήταν κοντότερα και γι' αυτό το λόγο τα φυτά δεν αντέδρασαν στην αζωτούχο λίπανση. Φυτά που λιπάνθηκαν με 10mM και αναπτύχθηκαν κάτω από υλικό που απορροφούσε την FR ακτινοβολία, είχαν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια απ' ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν κάτω από υλικό που απορροφούσε την R ακτινοβολία (Khattak et al., 1999).

* Χρήση φύλλου πολυαιθυλενίου που απορροφά την βαθιά ερυθρή (Far-Red) ηλιακή ακτινοβολία ως υλικό κάλυψης φυτών του γένους *Salvia* είχε ως αποτέλεσμα το μειωμένο μήκος βλαστού έως και 35,8%, από τις πρώτες 4 εβδομάδες ανάπτυξης των φυτών. Η μείωση αυτή του ύψους προκλήθηκε από το μειωμένο μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων. Για το συγκεκριμένο γένος, δεν παρουσιάστηκε διαφοροποίηση της φυλλικής επιφάνειας, ενώ μειώθηκε το πράσινο χρώμα των φύλλων. Το ξηρό βάρος φύλλων και βλαστών παρουσιάστηκε μειωμένο, ενώ οι ημέρες έως την άνθηση και ο αριθμός των ανθέων δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Αντίθετα, φύλλο πολυαιθυλενίου που απορροφά την ερυθρή (Red) ακτινοβολία δεν επηρέασε το μήκος του βλαστού (και επομένως και το ύψος) φυτών του ίδιου γένους που αναπτύχθηκαν κάτω από αυτό. Δεν επηρεάστηκε η ολική φυλλική επιφάνεια, το πράσινο χρώμα των φύλλων και η ανάπτυξη των ανθέων, ενώ το ξηρό βάρος φύλλων και βλαστού μειώθηκε (Wilson and Rajapakse, 2001).

* Μελετήθηκε η επίδραση φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης σε καλλιέργεια φράουλας. Τα φωτοεκλεκτικά υλικά κάλυψης που χρησιμοποιήθηκαν έπαιρναν τιμές μέσα σε ένα συγκεκριμένο εύρος κόκκινου/μακρινού κόκκινου (R/ FR) ποσοστού. Η παραγωγή ανά φυτό ήταν 51% μεγαλύτερη στην καλλιέργεια που βρίσκονταν υπό την κάλυψη του υλικού που επέτρεπε τη διέλευση ακτινοβολίας (μάρτυρας) σε σύγκριση με τα φυτά τα οποία βρίσκονταν υπό την κάλυψη του υλικού που επέτρεπε τη διέλευση του μικρότερου ποσοστού ακτινοβολίας. Ο αριθμός των καρπών και ο μέσος όρος του βάρους των καρπών ανά φυτό ήταν χαμηλότεροι υπό την κάλυψη του υλικού που επέτρεπε τη διέλευση ακτινοβολίας (μάρτυρας) και υψηλότεροι υπό την κάλυψη του υλικού που επέτρεπε τη διέλευση του μικρότερου ποσοστού ακτινοβολίας. Επίσης τα φυτά που βρίσκονταν υπό την κάλυψη υλικού που επέτρεπε τη διέλευση μεγάλου ποσοστού κόκκινου και μακρινού κόκκινου φωτός είχαν μεγαλύτερη διάρκεια συγκομιδής και ήταν πιο συμπαγή σε σχέση με τα φυτά που μεγάλωναν υπό την κάλυψη υλικού που επέτρεπε τη διέλευση του μικρότερου ποσοστού κόκκινου και μακρινού κόκκινου φωτός (Fletcher et al., 2002).

✱ Φυτά του είδους *Saintpaulia ionatha* αναπτυσσόμενα κάτω από φωτοεκλεκτικά φύλλα πολυαιθυλενίου μπλε και κόκκινου χρώματος (γνωστών λόγων R:FR, B:R και B:FR), παρουσίασαν σημαντικά μειωμένη ανάπτυξη. Ο ρυθμός καθαρής φωτοσύνθεσης ($\text{mg CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$) ήταν σημαντικά μικρότερος σε σχέση με το μάρτυρα (φυτά που αναπτύχθηκαν κάτω από διαφανές φύλλο πολυαιθυλενίου), λόγω της μικρότερης φωτοσυνθετικής αφομοίωσης (που εκφράζεται από το μειωμένο ξηρό βάρος). Παρατηρήθηκε επίσης και μειωμένο μέγεθος φύλλων, που συνδέεται με τη μειωμένη αφομοίωση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης (Boschi et al., 2000).

✱ Φυτά τομάτας και ρεπανιού που εκτίθενται στη UV-A ακτινοβολία (400-320 nm) παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση από αυτά που δεν εκτέθηκαν στη UV ακτινοβολία. Η αύξηση των φυτών τομάτας υπό τη UV-A ακτινοβολία σχετίζεται με την αύξηση της χλωροφύλλης και της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών. Η επίδραση της UV-A ακτινοβολίας καθυστέρησε το γηρασμό των φύλλων της τομάτας και του ρεπανιού (Tezuka et al., 1993).

✱ Σε φυτά, όπως το καρπούζι και το αγγούρι, από πείραμα που πραγματοποιήθηκε παρατηρήθηκε ότι τα απορροφητικά στο μακρινό φως (Far Red, FR) υλικά κάλυψης δρουν αποτελεσματικά στη μείωση του ύψους τους. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στη μείωση της χρησιμοποίησης χημικών για τον έλεγχο του ύψους των φυτών στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες (Rajapakse et al., 2001).

✱ Είναι γνωστό ότι μικρές διαφορές στη διαπερατότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι αύξηση της Φωτοσυνθετικά Ενεργού Ακτινοβολίας (PAR) κατά 1% αύξησε την παραγωγή τομάτας μεγάλης καλλιέργειας περίπου σε ποσοστό 1% (Pearson et al., 1995).

✱ Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε φυτά μελιτζάνας (*Solanum melongena* L.) που καλλιεργήθηκαν σε δύο πλαίσια καλυμμένα με πολυβινυλοχλωρίδιο, τα οποία είχαν διαπερατότητα στη UV ακτινοβολία, το

ένα πάνω από τα 290nm και το δεύτερο πάνω από τα 400nm (δηλαδή απουσία της UV) αντίστοιχα, αποδείχθηκε ότι η ηλιακή υπεριώδης ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης, μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών μελιτζάνας. Από τις παρατηρήσεις του πειράματος, η επιμήκυνση των βλαστών των φυτών με UV ακτινοβολία, παρεμποδίστηκε στα αρχικά στάδια ανάπτυξης (περίπου ένα μήνα μετά τη σπορά), συγκρινόμενα με αυτά χωρίς UV ακτινοβολία. Όμως, η ανάπτυξη των φυτών με UV ακτινοβολία προάχθηκε κάπως, στα επόμενα στάδια (τρεις μήνες μετά τη σπορά) και η γήρανση των φύλλων σ' αυτά τα φυτά καθυστέρησε συγκριτικά με αυτά χωρίς UV ακτινοβολία. Επίσης, στα φυτά χωρίς UV παρεμποδίστηκε ο χρωματισμός, δηλαδή η σύνθεση ανθοκυανών, ενώ ο μεταβολισμός του άνθρακα, όπως η φωτοσύνθεση και η αναπνοή, ο μεταβολισμός του αζώτου και τα επίπεδα πρωτεΐνης, αυξήθηκαν με την παρουσία της UV ακτινοβολίας (Shiozaki & Tezuka).

* Σε καλλιέργεια αρακά (*Pisum sativum*) μελετήθηκαν οι επιδράσεις κοντά στην υπεριώδη ακτινοβολία (300-400nm) και παρατηρήθηκαν τα εξής: αύξηση του μήκους και του χλωρού βάρους των φυτών, αύξηση της καθαρής φωτοσύνθεσης και της αναπνοής και αύξηση των φλαβονοειδών στις ρίζες κατά 46% (Shiozaki et al., 1999).

Όπως γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω, η ανάπτυξη φυτών κάτω από φωτοεκλεκτικά υλικά κάλυψης με τροποποιημένο λόγο R:FR έχει ως αποτέλεσμα το σχετικά μικρότερο ύψος φυτού, που οφείλεται στο μειωμένο μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων, το μειωμένο ξηρό βάρος, τη μειωμένη φυλλική επιφάνεια και την έκπτυξη μικρότερων φύλλων και λιγότερων πλάγιων βλαστών.

3. Οι καλλιέργειες

Στα θερμοκήπια καλλιεργείται ένας σημαντικός αριθμός λαχανικών θερμής εποχής, (με εξαίρεση το μαρούλι) για παραγωγή προϊόντων εκτός εποχής, τους χειμερινούς μήνες. Τα πλέον σημαντικά λαχανικά είναι η τομάτα και το αγγούρι, τα οποία καταλαμβάνουν το 75% της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων (τομάτες το 50% και αγγούρι 25%). Οι εκτάσεις σε στρέμματα που καταλαμβάνουν τα διάφορα είδη λαχανικών, που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια ως κύρια και δευτερεύουσα καλλιέργεια, (μερικά θερμοκήπια χρησιμοποιούνται για δυο καλλιέργειες την ίδια καλλιεργητική περίοδο) κατά το 1997-98 δίνονται στην εικόνα 3.1. (Ολύμπιος, 2001).



Εικόνα 3.1: Συνολική έκταση (στρ.) των διαφόρων κηπευτικών που καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπια κατά την καλλιεργητική περίοδο 1997-1998.

3.1 Τομάτα

3.1.1 Γενικά

Η τομάτα *Lycopersicon esculentum* ανήκει στην οικογένεια Solanaceae με $2n=24$ (Ολύμπιος, 2001). Η τομάτα είναι κανονικά ένα φρούτο, αλλά λόγω του τρόπου που χρησιμοποιείται συγκαταλέγεται στα λαχανικά, όπως συμβαίνει και με το κολοκύθι, το αγγούρι, τη μελιτζάνα και τη πιπεριά. Μάλιστα μεταξύ των λαχανικών, η ντομάτα καταναλώνεται σήμερα σε τέτοιες ποσότητες που στις περισσότερες χώρες έρχεται δεύτερη, με μόνο ανταγωνιστή την πατάτα, ενώ υπάρχουν και χώρες όπου η τομάτα έρχεται σε πρώτη θέση σε κατανάλωση.



Σήμερα η τομάτα καλλιεργείται στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπια παντού στον κόσμο και καταναλώνεται όλο το χρόνο νωπή αλλά και σε μεγάλες ποσότητες ως μεταποιημένη. Συμμετέχει στην καθημερινή διαίτα του ανθρώπου, ως συστατικό σε πολλά καθερωμένα και φημισμένα φαγητά.

Και όμως η τομάτα μπήκε στη ζωή του ανθρώπου μάλλον πρόσφατα. Μέχρι τα τέλη του 18^{ου} αιώνα, για πολλούς λαούς ήταν άγνωστη ή τη θεωρούσαν δηλητηριώδη και την καλλιεργούσαν περισσότερους στους κήπους ως καλλωπιστικό φυτό.

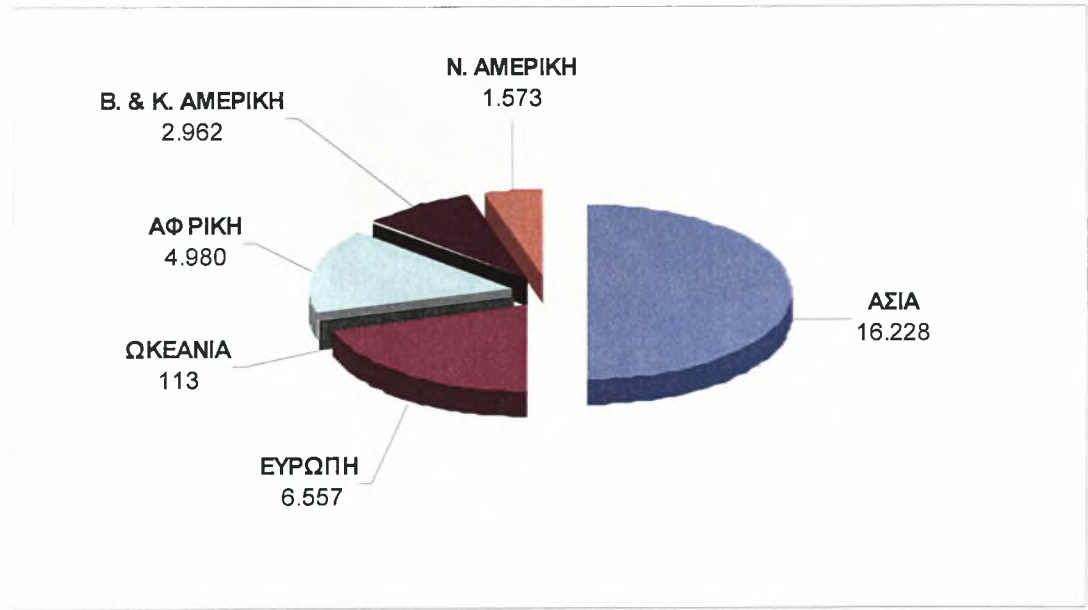
Ο τόπος καταγωγής της τομάτας πιστεύεται ότι είναι η Νότια Αμερική (ιδιαίτερα το Περού) όπου και σήμερα αυτοφύονται διάφορες παραλλαγές της άγριας τομάτας. Σύμφωνα με όλα τα στοιχεία, από το Περού η άγρια τομάτα μεταφέρθηκε, μάλλον ως ζιζάνιο, με σπόρους καλαμποκιού, στην Κεντρική Αμερική, ιδιαίτερα στο Μεξικό, όπου άρχισε η καλλιέργεια και χρήση της πριν από πάρα πολλά χρόνια.

Από το Μεξικό, μέσω των Ισπανών ερευνητών, η τομάτα ήρθε στην Ευρώπη το 16^ο αιώνα. Για δυο περίπου αιώνες θεωρείται περίεργο και επικίνδυνο

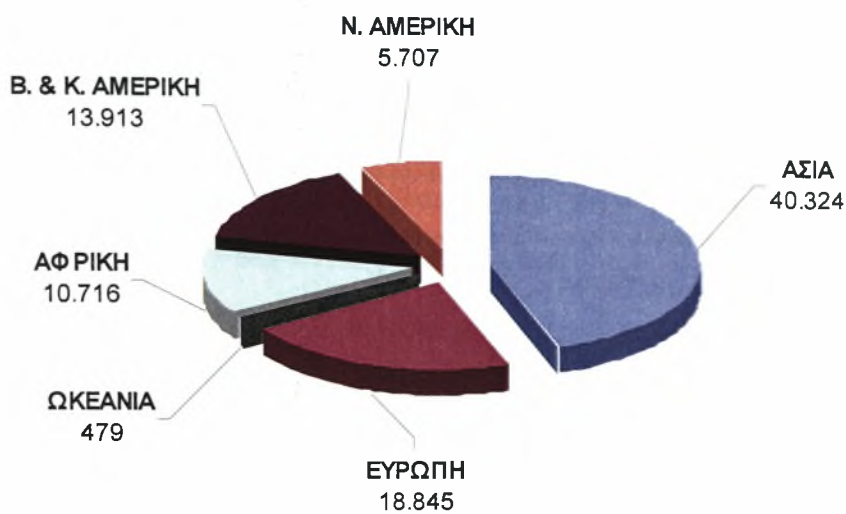
είδος και δειλά τη χρησιμοποιούν μόνο στην Ισπανία, Ιταλία και Γαλλία. Οι Βόρειοι Ευρωπαίοι αντιμετωπίζουν την τομάτα με πολύ σκεπτικισμό μέχρι το 18^ο αιώνα, οπότε υπάρχουν και οι πρώτες αναφορές για εμπορία τομάτας από μεσογειακές χώρες. Παρόμοια στάση και επιφυλακτικότητα υπήρχε και στη Βόρεια Αμερική, όπου η τομάτα έφτασε με τους ευρωπαίους εποίκους στα μέσα του 17^{ου} αιώνα, αλλά η καλλιέργεια και η ευρεία χρήση της αρχίζει μόλις μετά τα μέσα του 18^{ου} αιώνα (Γεωργία-Κτηνοτροφία 6, 2002). Στην Ελλάδα η εισαγωγή της τομάτας έγινε αρχικά στη Αθήνα περίπου το 1818 (Ολύμπιος, 2001).

3.1.2 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας

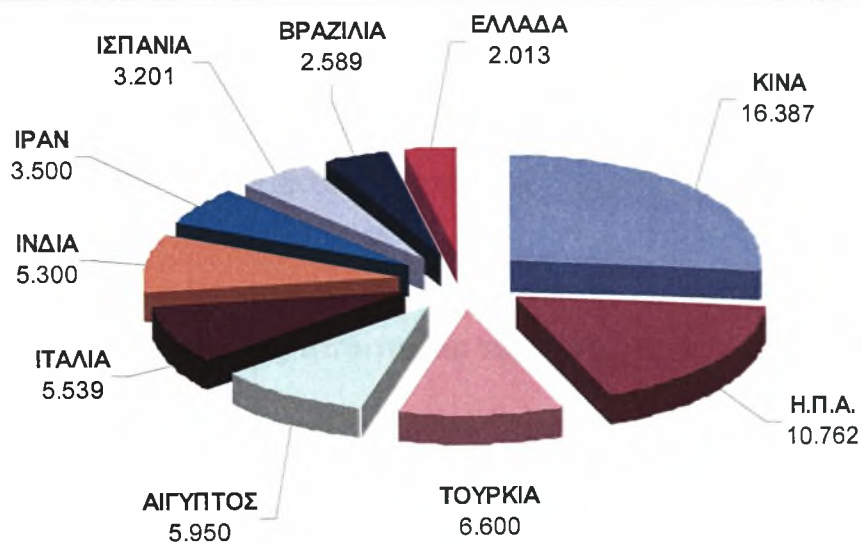
Η τομάτα καλλιεργείται σχεδόν σε όλα τα μήκη και πλάτη του κόσμου. Σύμφωνα με τις στατιστικές της F.A.O. η παγκόσμια κατά ηπείρους έκταση καλλιέργειας και παραγωγή δίνεται στις εικόνες 3.2 και 3.3. Στην Ευρώπη, την Ασία και την Αμερική καλλιεργείται το μεγαλύτερο ποσοστό.



Εικόνα 3.2: Εξάπλωση* τομάτας κατά ηπείρους σε 10³ στρ.



Εικόνα 3.3: Παραγωγή* τομάτας κατά ηπείρους σε 10³ στρ.



Εικόνα 3.4: Κυριότερες χώρες παραγωγής* τομάτας σε 10³ στρ.

* περιλαμβάνει την έκταση και παραγωγή τόσο της υπαίθριας καλλιέργειας (νωπή και βιομηχανική) όσο και της καλλιέργειας υπό κάλυψη.

ΠΗΓΗ: FAO, Production Yearbook (1998).



Στον πίνακα 3.1 που ακολουθεί, φαίνονται τα στοιχεία που αφορούν την έκταση, παραγωγή και μέση απόδοση κατά στρέμμα καλλιέργειας τομάτας θερμοκηπίου κατά γεωγραφικό διαμέρισμα για το έτος 1997.

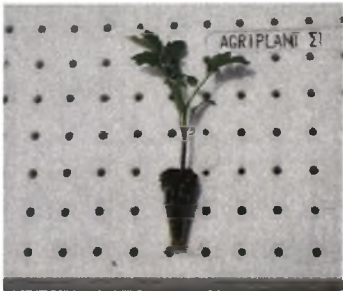
Έτος 1997	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)	Αποδόσεις (τον./στρ.)
Α. Μακεδονία - Θράκη	582	4.754	8,2
Δ. και Κ. Μακεδονία	4.951	40.146	8,1
Ήπειρος	1.579	16.955	10,7
Θεσσαλίας	1.282	11.625	9,1
Πελοπόννησος - Δ. Στερεά	4.107	40.063	9,8
Αττικής - Νήσων	1.905	20.190	10,6
Κρήτης	7.897	113.450	14,4
Σύνολο	22.303	247.183	

Πίνακας 3.1: Έκταση (στρ.), παραγωγή (τον.) και μέση απόδοση κατά στρ. καλλιέργειας τομάτας θερμοκηπίου κατά γεωγραφικό διαμέρισμα.

ΠΗΓΗ: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας

3.1.3 Καλλιεργητικές απαιτήσεις τομάτας

■ **Κλίμα:** Η τομάτα είναι φυτό που καλλιεργείται κατά τη θερμή περίοδο του έτους και απαιτεί χρονική περίοδο διάρκειας τουλάχιστον 3-4 μηνών, από τη σπορά μέχρι την έναρξη της συγκομιδής.



Οι θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο στην καλλιέργεια τομάτας δεν πρέπει να κατέρχονται κάτω των 13,5°C τη νύχτα, γιατί τότε μειώνεται σημαντικά η ανάπτυξη του φυτού και η φυσιολογική καρπώδευση, έστω κι αν την ημέρα οι θερμοκρασίες είναι υψηλές, πάντως όχι μεγαλύτερες των 27°C, γιατί και πάλι

μειώνονται η ζωηρότητα του φυτού, η παραγωγή και η ποιότητα καρπών. Επιπλέον, η θερμοκρασία δεν θα πρέπει να ξεπερνά τους 30°C, γιατί τότε δεν θα προκαλείται ανθόρροια (Ολύμπιος, 2001). Οι θερμοκρασίες κατά τη νύχτα δεν θα πρέπει να ανυψώνονται πολύ για να μην αυξάνεται υπερβολικά το φαινόμενο της αναπνοής και της κατανάλωσης ουσιών που συνδέονται άρρηκτα με αυτήν (Κίττας, 2001).

Συμπερασματικά για την Ελλάδα, τους χειμερινούς μήνες θα μπορούσε «χονδρικά» να συνιστάται θερμοκρασία νύχτας γύρω στους 15°C και θερμοκρασία ημέρας γύρω στους 21°C. Η διαφορά θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας δεν πρέπει να ξεπερνά τους 5-7°C.

■ **Έδαφος:** Η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί με επιτυχία σε ποικιλία εδαφών (οργανικά, ελαφρά, μέσης σύστασης, ακόμα και βαριά) αρκεί να στραγγίζουν καλά, γιατί το ριζικό της σύστημα αναπτύσσεται σε βάθος μεγαλύτερο από 120cm. Αποδίδει όμως σε εδάφη με σταθερή δομή, υψηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, καλή στράγγιση και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη. Θα πρέπει, όταν η φυσική στράγγιση του εδάφους δεν είναι ικανοποιητική, να προβλέπεται εγκατάσταση συστήματος στράγγισης.

Είναι επιθυμητή η μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, καθώς και σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Σε ό,τι αφορά τις χημικές ιδιότητες του εδάφους, η πιο κατάλληλη αντίδραση για την καλλιέργεια της τομάτας θεωρείται η περιοχή μεταξύ pH=6-6,5, αν και pH μέχρι 7,5 δίνει καλά αποτελέσματα. Θα πρέπει να αποφεύγονται αλατούχα εδάφη.

■ **Λίπανση:** Η σωστή λίπανση της τομάτας θα πρέπει να βασίζεται στα αποτελέσματα της ανάλυσης του εδάφους και στη φυλλοδιαγνωστική, και συνήθως απαιτεί τη χορήγηση σε κανονική βάση αζώτου, φωσφόρου, καλίου και μαγνησίου. Η βασική λίπανση θα πρέπει να στοχεύει στη δημιουργία εδαφους με υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας, αρκετά αποθέματα φωσφόρου, καλίου και αζώτου, για όλη την καλλιεργητική περίοδο, και να διατηρεί την αντίδραση του εδάφους γύρω στο pH=6-6,5. Εκτός από τη βασική λίπανση,

που γίνεται κατά την προετοιμασία του εδάφους, επιβάλλεται και η εφαρμογή της επιφανειακής λίπανσης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και καρποφορίας των φυτών, την κατάλληλη στιγμή και στις σωστές αναλογίες, για διατήρηση του φυτού της τομάτας σε διαρκή υψηλά επίπεδα παραγωγής. Με την επιφανειακή λίπανση η τομάτα εφοδιάζεται κυρίως με άζωτο και κάλιο, αλλά και με ιχνοστοιχεία.

Θα πρέπει να γίνεται εμπλουτισμός του εδάφους τόσο με οργανική, όσο και με ανόργανη λίπανση. Υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας συμβάλλουν στη διατήρηση σταθερής δομής στο έδαφος και βελτιώνουν την υδατοϊκανότητά του. Επειδή η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας γίνεται με ταχύ ρυθμό, θα πρέπει να γίνεται τακτική προσθήκη οργανικής ουσίας (μια φορά στο χρόνο ή στα δυο χρόνια). Οι μορφές στις οποίες μπορεί να προστεθεί η οργανική ουσία είναι: κοπριά, τύρφη και υποστρώματα καλλιέργειας μανιταριών.

■ **CO₂:** Η εφαρμογή της ανθρακολίπανσης (εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO₂) έδωσε τις πιο εντυπωσιακές αυξήσεις στην απόδοση φυτών θερμοκηπίου, που μπορούν να συγκριθούν με τις επαναστατικές αυξήσεις στις αποδόσεις που επέφερε η χρήση των χημικών λιπασμάτων.

■ **Υγρασία:** Η άριστη επιθυμητή υγρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 60-70% (Ολύμπιος, 2001).



3.2 Το αγγούρι

3.2.1 Γενικά

Η αγγουριά *Cucumis sativus* ανήκει στην οικογένεια Cucurbitaceae με $2n=14$. Πιστεύεται ότι είναι φυτό ενδογενές των Ινδιών αλλά η απόδειξη είναι μάλλον δύσκολη γιατί η αγγουριά δεν βρέθηκε ποτέ στην άγρια μορφή της. Έχουν βρεθεί στην Ινδία, και σε άλλες γειτονικές χώρες, φυτά με μεγάλη ποικιλομορφία όσον αφορά τα χαρακτηριστικά βλάστησης, το μέγεθος του καρπού, το σχήμα και το εξωτερικό του χρώμα. Πέρα αυτών, έχει βρεθεί να αυτοφύεται στις παρυφές των Ιμαλαΐων ένα μικρό, πικρό αγγούρι, που φέρει αραιά και σκληρά αγκάθια, το *Cucumis hardwickii*, στενός συγγενής, και πολύ πιθανό να είναι ο πρόγονος της καλλιεργούμενης αγγουριάς. Ο De Candolle 1882, (από Whitaker and Bemis, 1976) πίστευε ότι το αγγούρι καλλιεργούνταν στις Ινδίες 3000 π.Χ. Αν αυτό είναι αλήθεια τότε η αγγουριά είναι ένα από τα πιο παλιά «εξοικειωμένα» λαχανικά με παράλληλη ηλικία με κάποια από τα δημητριακά. Πάντως υπολείμματα του φυτού έχουν βρεθεί σε αρχαίους αιγυπτιακούς τάφους. Στην Ελλάδα αναφέρεται ότι υπήρχε από αρχαιοτάτων χρόνων (Ολύμπιος, 2001).



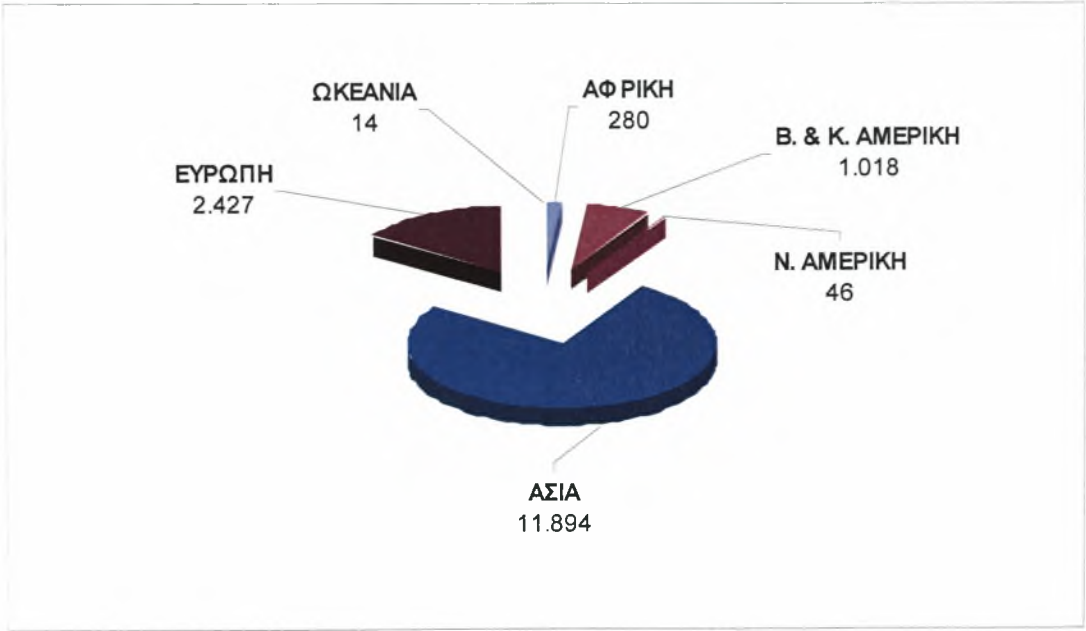
3.2.2 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας

Η αγγουριά σήμερα καλλιεργείται σε όλες τις ηπείρους. Περισσότερο από τα 3/4 (77,3%) της παγκόσμιας παραγωγής παράγεται στην Ασία και το 1/7 περίπου στην Ευρώπη. Οι χώρες της Ε.Ε. παράγουν το 5,87% και η Ελλάδα το 0.7% της παγκόσμιας παραγωγής.

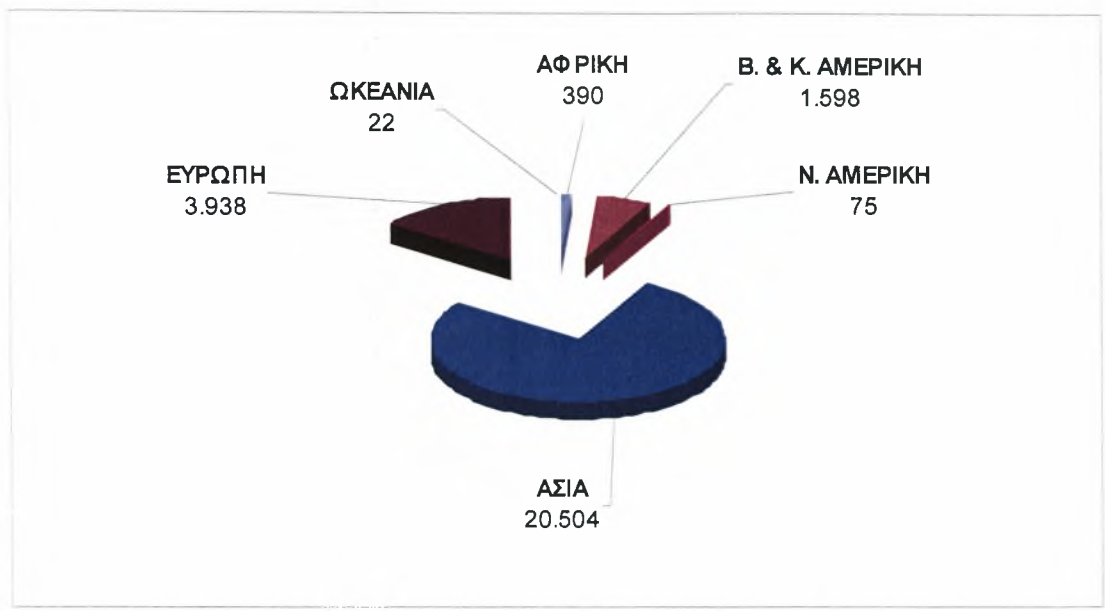
Στην Ελλάδα η αγγουριά καλλιεργείται σε σημαντικές εκτάσεις. Το 1997 καλλιεργήθηκαν συνολικά (υπαίθρια, θερμοκήπια, τούνελ) 19.260 στρ. και παρήχθησαν 161.220 τον. Σε υψηλά θερμοκήπια καλλιεργήθηκαν 11.670 στρ. και η παραγωγή τους ήταν 144.340 τον.

Η καλλιέργεια της αγγουριάς σε υψηλά, πλαστικά κυρίως, θερμοκήπια συναντάται στην Κρήτη (Τυμπάκι, Ιεράπετρα) και Πελοπόννησο (Μεσσηνία, Ηλεία, Λακωνία). Μικρότερες ποσότητες παράγονται και σε άλλα διαμερίσματα της χώρας (περιοχή Θεσσαλονίκης, νησιά κλπ).

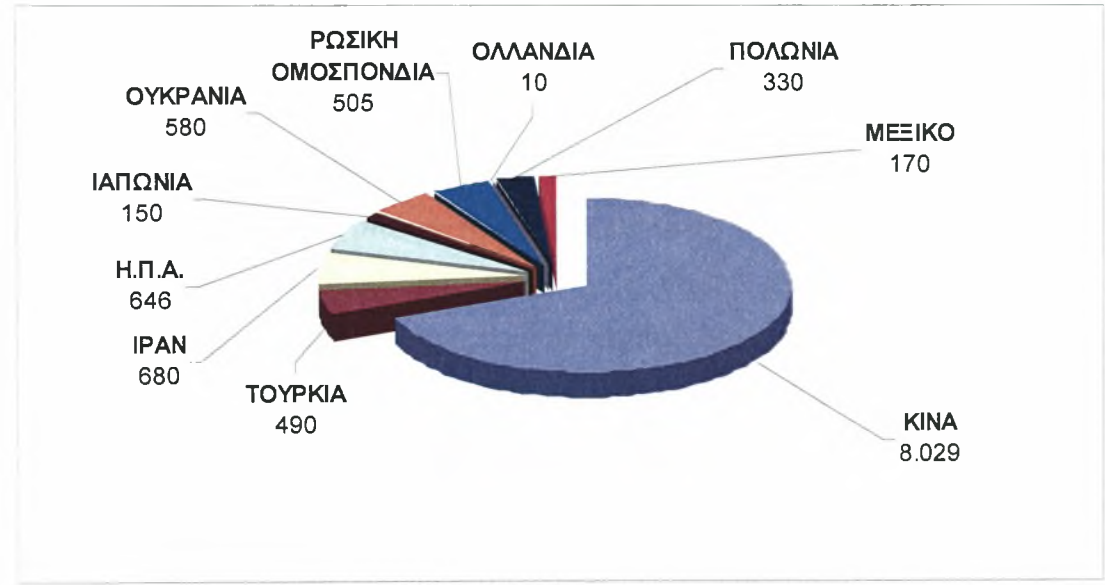
Ένα σημαντικό μέρος της παραγωγής από τα θερμοκήπια εξάγεται σε χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης, κυρίως στη Γερμανία, αλλά και σε χώρες όπως η Σουηδική Αραβία και Μπαχρέιν. Παρά το γεγονός ότι οι ποσότητες που εξήχθησαν ήταν σημαντικές όπως επίσης και το συνάλλαγμα που εισέφερε στη χώρα, εν τούτοις με την πάροδο των ετών οι ποσότητες που εξάγονται μειώνονται συνεχώς, αποτέλεσμα το σκληρού ανταγωνισμού με άλλες χώρες, όπως η Ολλανδία και η Ισπανία.



Εικόνα 3.5: Εξάπλωση* αγγουριού κατά ηπείρους σε 10³ στρ.



Εικόνα 3.6: Παραγωγή* αγγουριού κατά ηπείρους σε 10³ στρ.



Εικόνα 3.7: Κυριότερες χώρες παραγωγής* αγγουριού σε 10³ στρ.

* περιλαμβάνει την έκταση και παραγωγή τόσο της υπαίθριας καλλιέργειας (νωπή και βιομηχανική) όσο και της καλλιέργειας υπό κάλυψη.

ΠΗΓΗ: FAO, Production Yearbook (1998).

	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τον.)
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	11.470	144.540
ΥΠΑΙΘΡΙΑ	7.790	16.680
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ	1.000	500
ΟΛΙΚΟ	19.260	161.220

Πίνακας 3.2: Έκταση σε στρέμματα και παραγωγή σε τόνους αγγουριάς που καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα, στο ύπαιθρο για νωπή κατανάλωση, για μεταποίηση και σε θερμοκήπια το έτος 1997.

3.2.3 Καλλιεργητικές απαιτήσεις αγγουριού

■ **Κλίμα:** Η αγγουριά, σαν φυτό θερμής εποχής, έχει ανάγκη υψηλών θερμοκρασιών από 18-30°C για να αναπτυχθεί και να δώσει υψηλές αποδόσεις (Olympos and Hanan, 1991). Τα φυτά υφίστανται ζημιές από το ψύχος όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από 10°C. Για εκτός εποχής καλλιέργεια συνιστώνται μεγαλύτερες θερμοκρασίες ανάλογα με τη φάση ανάπτυξης του φυτού και λαμβάνοντας υπόψη την οικονομικότητα της καλλιέργειας, σε σχέση με την τομάτα. Η αγγουριά είναι πολύ πιο ευπαθές φυτό σε σύγκριση με την τομάτα στις χαμηλές θερμοκρασίες οι οποίες όταν επικρατούν, μπορεί να προκαλέσουν μείωση της ανάπτυξης και παραγωγής (Ολύμπιος, 2001).



Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσουν διάφορες ανεπιθύμητες επιδράσεις στους καρπούς της αγγουριάς που βρίσκονται υπό ανάπτυξη. Για παράδειγμα, μια απότομη πτώση της θερμοκρασίας όταν υπάρχουν αρκετοί καρποί στο φυτό μπορεί να προκαλέσει «στένωμα» της μέσης του καρπού αν και το ίδιο σύμπτωμα μπορεί να παρουσιάζεται και από άλλες καταστάσεις π.χ. προβλήματα από πότισμα, λίπανση κλπ. (Whitter and Honma, 1979).

■ **Έδαφος:** Η αγγουριά αποδίδει ικανοποιητικά σε έδαφος ή υπόστρωμα που στραγγίζει καλά, αερίζεται καλά, έχει υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού και είναι απαλλαγμένο από παθογόνα. Το έδαφος θα πρέπει να είναι πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία, ιδίως σε άζωτο και κάλιο. Πιο κατάλληλα θεωρούνται τα αμμοπηλώδη εδάφη και για πολύ πρώιμες καλλιέργειες, τα αμμώδη εδάφη, εφόσον λαμβάνεται πρόνοια για τον πλήρη εφοδιασμό τους σε θρεπτικά στοιχεία. Όσον αφορά τη χημική αντίδραση του εδάφους, αυτή μπορεί να κυμαίνεται από $pH=5,5-7,5$, αλλά η αγγουριά προτιμά τα ελαφρά όξινα εδάφη $pH=6,5$. Όταν η φύτευση γίνεται στο έδαφος, συνιστάται η ελάχιστη θερμοκρασία ριζοστρώματος κατά τη φύτευση να είναι $15^{\circ}C$. Αναφέρεται ότι πότισμα με ζεστό νερό παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε πρώιμες καλλιέργειες (Ολύμπιος, 2001).

■ **Υγρασία:** Για καλύτερη ανάπτυξη του φυτού και αποφυγή προβλημάτων στην ποιότητα του καρπού συνιστάται επίπεδο υγρασίας γύρω στο 70-80% Σ.Υ. ή και ελαφρώς μεγαλύτερο (Bakker et al., 1987).

■ **CO₂:** Συνιστάται ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του σπορείου με 1000ppm CO₂, όταν οι συνθήκες φωτισμού είναι καλές. Στο θερμοκήπιο και όταν η καλλιέργεια γίνεται στο έδαφος ή μίγμα εδάφους με άλλα υποστρώματα που δεν παράγουν CO₂, ο πρόσθετος εμπλουτισμός με 1000 ή μέχρι και 1500 ppm CO₂ έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη ανάπτυξη και αύξηση της παραγωγής κατά 25-50% (Olympios and Hanan, 1992).



3.3 Η Μελιτζάνα

3.3.1 Γενικά

Η μελιτζάνα *Solanum melongena* ανήκει στην οικογένεια Solanaceae με $2n=24$. Άγρια μορφή μελιτζάνας αναφέρεται ότι έχει βρεθεί στην Ινδία, το φυτό φέρει άκανθες και ο καρπός είναι πικρός. Από την Ινδία οι καλλιεργούμενοι πλέον τύποι μελιτζάνας οι οποίοι παρήγαγαν καρπούς χωρίς πικρή γεύση, διασκορπίστηκαν τον 5^ο π.Χ. αιώνα. Ανατολικά προς την Κίνα και αργότερα γύρω στο 13^ο αιώνα εισήχθηκε από τους εμπόρους η μελιτζάνα στην Ευρώπη (Ισπανία, Ιταλία) και την Αφρική (Ολύμπιος, 2001). Επειδή λοιπόν κατάγεται από περιοχές θερμών κλιμάτων, παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με την τομάτα και την πιπεριά. Σε τροπικά κλίματα καλλιεργείται ως πολυετής, αλλά στις εύκρατες περιοχές, όπου εντοπίζονται οι ζώνες καλλιέργειάς της, συμπεριφέρεται ως ετήσια (Γεωργία-Κτηνοτροφία 9, 2005).

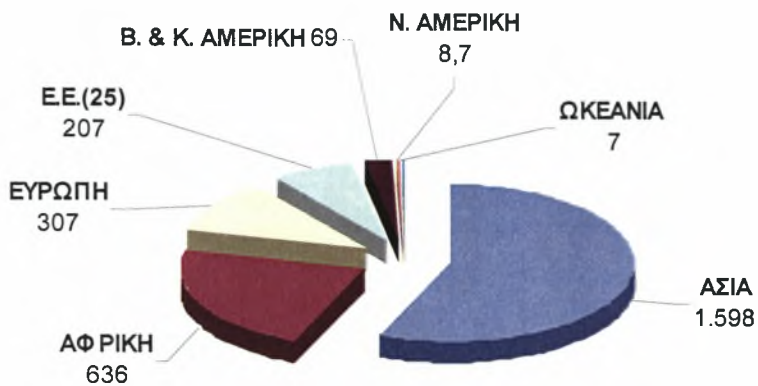


3.3.1 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας

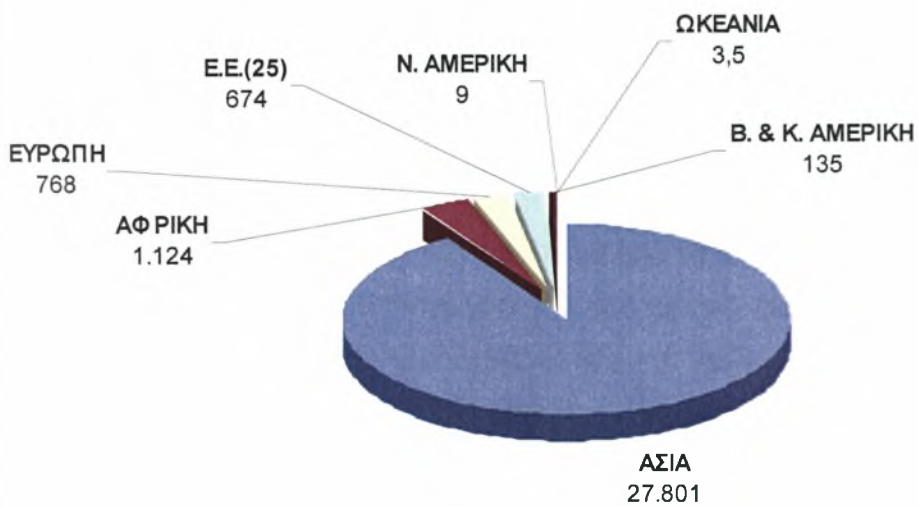
Η πλειονότητα των καρπών μελιτζάνας που καταναλίσκονται παράγεται σε ανοιχτές καλλιέργειες. Επειδή όμως υπάρχει αρκετή ζήτηση και εκτός εποχής, το ενδιαφέρον της καλλιέργειας μελιτζάνας «υπό προστασία» παρουσιάζεται τα τελευταία χρόνια πολύ αυξημένη.

Σε παγκόσμια κλίμακα, το 91,5% της παραγωγής συναντάται στην Ασία και μόνο το 3,5% στην Ευρώπη.

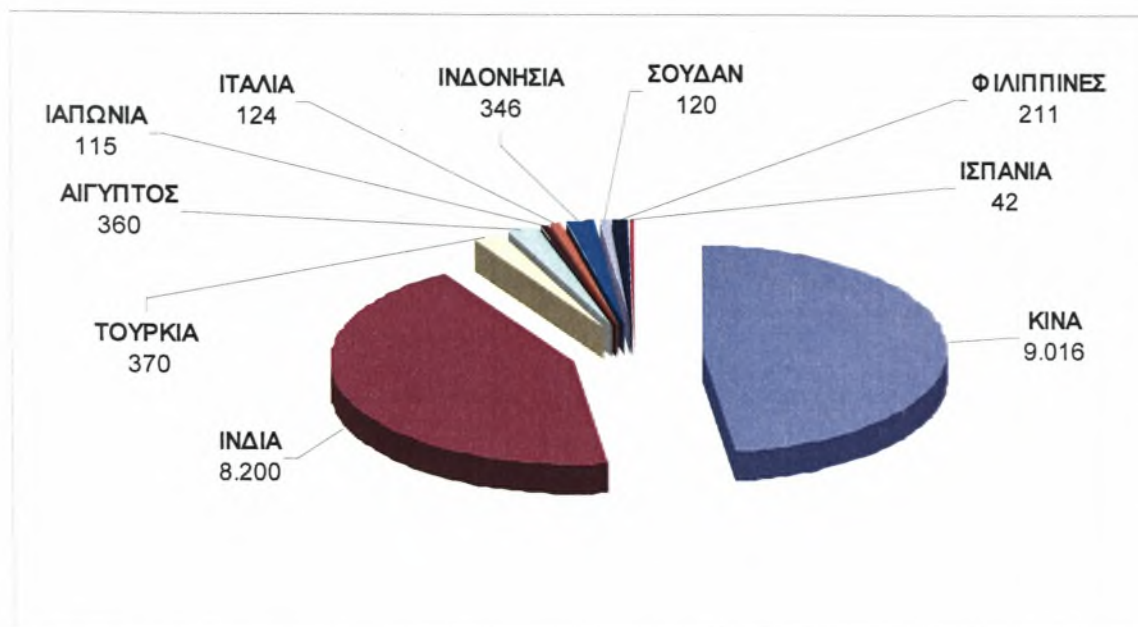
Η διακίνηση της μελιτζάνας παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον. Κύριες χώρες εισαγωγής εμφανίζονται η Γαλλία, η Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο και Λίβανος, ενώ εξαγωγές πραγματοποιούν οι χώρες Ισπανία, Ολλανδία και Ιορδανία (FAO, 1996).



Εικόνα 3.8: Εξάπλωση* μελιτζάνας κατά ηπείρους σε 10^3 στρ



Εικόνα 3.9: Παραγωγή* μελιτζάνας κατά ηπείρους σε 10^3 στρ.



Εικόνα 3.10: Κυριότερες χώρες παραγωγής* μελιτζάνας σε 10³ στρ.

* περιλαμβάνει την έκταση και παραγωγή τόσο της υπαίθριας καλλιέργειας όσο και της καλλιέργειας υπό κάλυψη.

ΠΗΓΗ: FAO, Production Yearbook (2003).

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κάθε χρόνο γύρω στα 28.460 στρ. μελιτζάνας σε ανοιχτές καλλιέργειες με παραγωγή γύρω στους 66.480 τόν. (1997). Για παραγωγή εκτός εποχής σε θερμοκήπια και άλλες κατασκευές, το 1997 καλλιεργήθηκαν γύρω στα 2.300 στρ., με παραγωγή περίπου 18.870 τόν. Η μέση παραγωγή στα θερμοκήπια είναι γύρω στους 8 τόν/στρ.

Σύμφωνα με τα νέα στοιχεία του 2003, η θερμοκηπιακή καλλιέργεια μελιτζάνας κατέλαβε έκταση 1.475 στρ. και είχε μέση στρεμματική απόδοση 7.709 κιλά/στρ. Την ίδια χρονιά, οι υπαίθριες καλλιέργειες μελιτζάνας κατέλαβαν έκταση 25.485 στρ. και είχαν μέση απόδοση 2.459 κιλά/στρ.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ
Λασιίθι	500
Λακωνία	450
Τριφυλία	60
Υπόλοιπη Μεσσηνία	50
Δωδεκάνησα	43
Γιαννιτσά	40
Σέρρες	40
ΣΥΝΟΛΟ	1183

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ
Ηλεία	2.000
Θεσσαλονίκη	1.860
Εύβοια	1.800
Λέσβος	1.800
Αργολίδα	1.700
ΣΥΝΟΛΟ	9.160

Πίνακας 3.4: Σημαντικότερες περιοχές υπαίθριας καλλιέργειας μελιτζάνας σε στρ. στην Ελλάδα.

Πίνακας 3.3: Κύριες περιοχές θερμοκηπιακής καλλιέργειας μελιτζάνας σε στρ. στην Ελλάδα.

ΠΗΓΗ: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων.

3.3.2 Καλλιεργητικές απαιτήσεις μελιτζάνας

■ **Κλίμα:** Η μελιτζάνα ευδοκιμεί μόνο σε συνθήκες σχετικά υψηλών. Από τη σπορά απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες για το φύτευμα του σπόρου αλλά και για την ανάπτυξη των φυταρίων. Τα νεαρά φυτάρια αν δεν βρεθούν σε ικανοποιητικές θερμοκρασίες παθαίνουν σκλήρυνση και δεν αναπτύσσονται κανονικά. Τα αναπτυγμένα φυτά επίσης για να δώσουν μέγιστη απόδοση χρειάζονται μια μακρά θερμή περίοδο. Καλές θερμοκρασίες για τη μελιτζάνα, π.χ. στο θερμοκήπιο, θεωρούνται οι 22-25°C την ημέρα και γύρω στους 18°C τη νύχτα.



■ **Έδαφος:** Ευδοκίμει σε όλα τα εδάφη των λαχανόκηπων εκτός από τα πολύ βαριά αργιλώδη. Προτιμάει εδάφη μέσης σύστασης, βαθιά, καλά στραγγιζόμενα, γόνιμα και πλούσια σε οργανική ουσία. Για πρώιμες καλλιέργειες, τα ελαφρά αμμοπηλώδη είναι τα καλύτερα. Όσον αφορά την οξύτητα του εδάφους, τα ουδέτερα προς ελαφρά όξινα (pH 6,0-7,2) είναι τα καλύτερα. Στην αλατότητα του εδάφους έχει μέτρια αντοχή και θεωρείται πολύ πιο ευαίσθητη από την τομάτα (Γεωργία-Κτηνοτροφία 9, 2005).

■ **Υγρασία:** α. Εδάφους: Η μελιτζάνα είναι απαιτητική σε εδαφική εργασία και μπορεί να ευδοκιμήσει μόνο με κανονικά ποτίσματα. Με ανεπαρκή εδαφική υγρασία, οι καρποί της μελιτζάνας παίρνουν πικρίζουσα γεύση (Γεωργία-Κτηνοτροφία 9, 2005). β. Αέρα: Συνιστάται το επίπεδο των 70-75% Σ.Υ. Είναι πολύ σημαντικό να μην υπερβαίνει τα επίπεδα αυτά, γιατί η μελιτζάνα είναι πολύ ευπαθής στο βοτρύτη. Ο καλός αερισμός είναι απαραίτητος και τα φυτά θα πρέπει να διατηρούνται στεγνά.

■ **CO₂:** Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO₂ μέχρι τα 1000 ppm αποτελεί συνηθισμένη πρακτική στις βόρειες χώρες, γιατί έχει βρεθεί ότι επηρεάζει θετικά την πρωίμιση και την ολική παραγωγή (Ολύμπιος, 2001).

Αμειψισπορά: Στην εναλλαγή των καλλιεργειών, η μελιτζάνα θα πρέπει να αποφεύγεται να ακολουθεί στον ίδιο αγρό άλλες καλλιέργειες που υποφέρουν από αδρομυκώσεις, όπως η τομάτα, πιπεριά, κολοκυνθοειδή κ.ά. Μια αμειψισπορά με ψυχανθή, σιτηρά, βολβώδη και φυλλώδη λαχανικά είναι το καλύτερο (Γεωργία-Κτηνοτροφία 9, 2005).

3.4 Η πιπεριά

3.4.1 Γενικά

Η πιπεριά *Capsicum annuum* ανήκει στην οικογένεια Solanaceae με $2n=24$. Είναι ενδογενές φυτό των τροπικών χωρών της Ν. Αμερικής. σπόροι ηλικίας πέρα των 5.000 π.Χ. έχουν βρεθεί και αναγνωρίζεται σε αρχαιολογικές ανασκαφές στο Tahuakan του Μεξικού, πιθανόν από άγρια φυτά του γένους *Capsicum annuum*. Στο Περού βρέθηκαν υπολείμματα του γένους *C. baccatum* ηλικίας 2.000 ετών π.Χ. κατά μια εκδοχή, η πιπεριά διείσδυσε από το Περού στο Μεξικό, κατά μια δεύτερη εκδοχή το Μεξικό αποτελεί ξεχωριστό ανεξάρτητο κέντρο, όπου υπάρχει και αρκετή διαφοροποίηση βοτανικών ποικιλιών (Heizer, 1979).



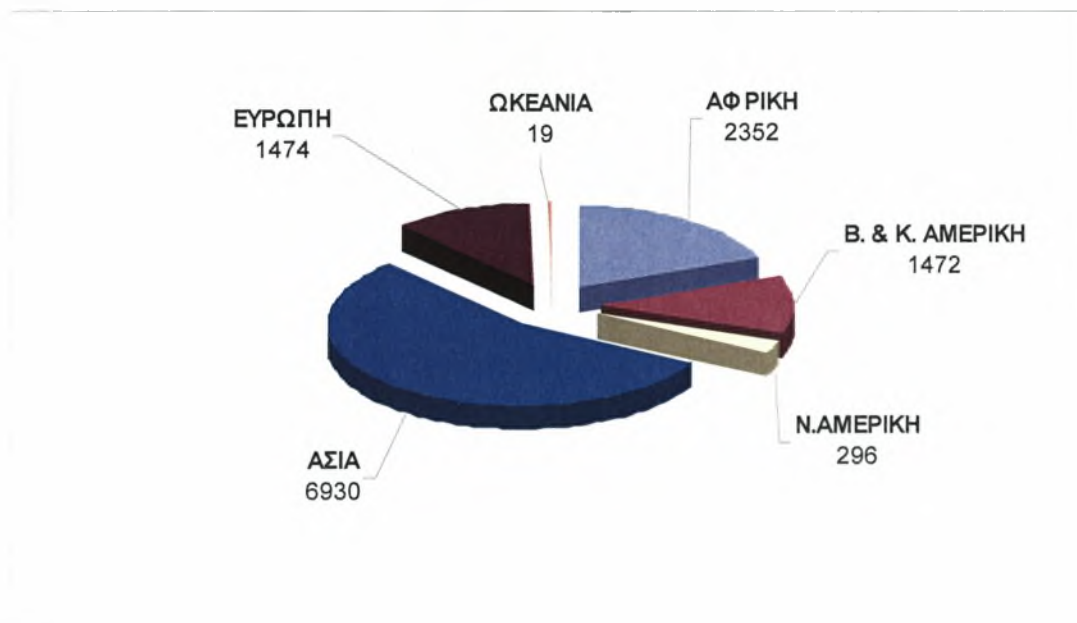
Η πρώτη Ευρωπαϊκή αναφορά για την πιπεριά γίνεται το 1493 από τον Peter Martyr, που αναφέρει ότι ο Κολόμβος βρήκε πολύ καυτερές πιπεριές. Με τα ταξίδια του Κολόμβου η πιπεριά ήρθε στην Ευρώπη και έγινε αμέσως αποδεκτή. Η σχετικά μεγάλη περίοδος διατήρησης της βλαστικής ικανότητας του σπόρου και η ευκολία της διακίνησης του συνέβαλαν στην ευρεία διάδοση της πιπεριάς σε πολλές άλλες τροπικές και υποτροπικές χώρες του κόσμου. Στην Ινδία έγινε ευρέως γνωστή, και ήδη το 1542 αναφέρεται ότι ήταν γνωστά 3είδη πιπεριάς. Σήμερα η Ινδία αποτελεί και την πρώτη χώρα εξαγωγής κόκκινης πιπεριάς. Στις Η.Π.Α. η καλλιέργεια της πιπεριάς δεν διαδόθηκε γρήγορα, αλλά σήμερα αποτελεί προϊόν μεγάλης οικονομικής σημασίας (Ολύμπιος, 2001).

Οι περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες ανήκουν στο είδος *C. annuum*. Στις εύκρατες περιοχές συμπεριφέρονται ως μονοετείς πόες. Στις τροπικές περιοχές είναι διετείς, με λίγο αποξυλωμένη τη βάση τους, και μπορούν να συνεχίσουν να αναπτύσσονται και να δίνουν παραγωγή για αρκετά χρόνια. Μέσα στο είδος αυτό υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στο μέγεθος, το σχήμα και το χρώμα των καρπών, και με επιλογή έχουν δημιουργηθεί ότι διάφοροι τύποι πιπεριάς που χρησιμοποιούνται ανά τον κόσμο (Γεωργία-Κτηνοτροφία 9, 2005).

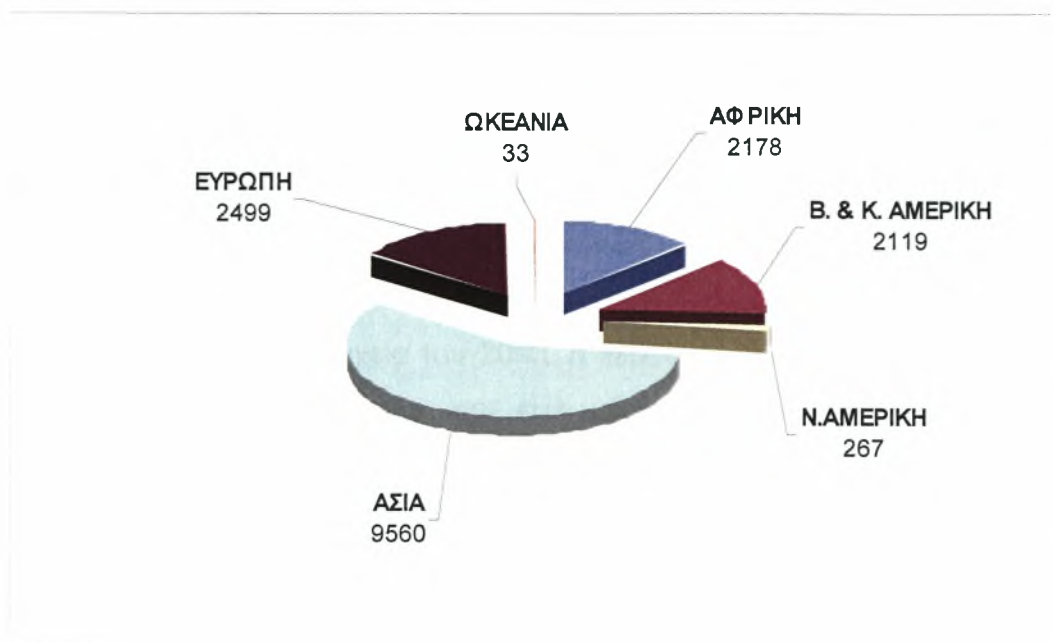
3.4.2 Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας

Η πιπεριά σήμερα καλλιεργείται, σε ανοιχτές καλλιέργειες και υπό κάλυψη. Η παγκόσμια παραγωγή της πιπεριάς (κόκκινης ξερής και πράσινης νωπής) το 2004 κυμάνθηκε στους 24.027.000 τόνους σε έκταση 16.556.000 στρεμμάτων. Η καλλιέργεια της πιπεριάς εντοπίζεται κυρίως στην περιοχή της Ασίας αφού σχεδόν το 65% της παραγωγής της χρονιάς προήλθε από ασιατικές χώρες.

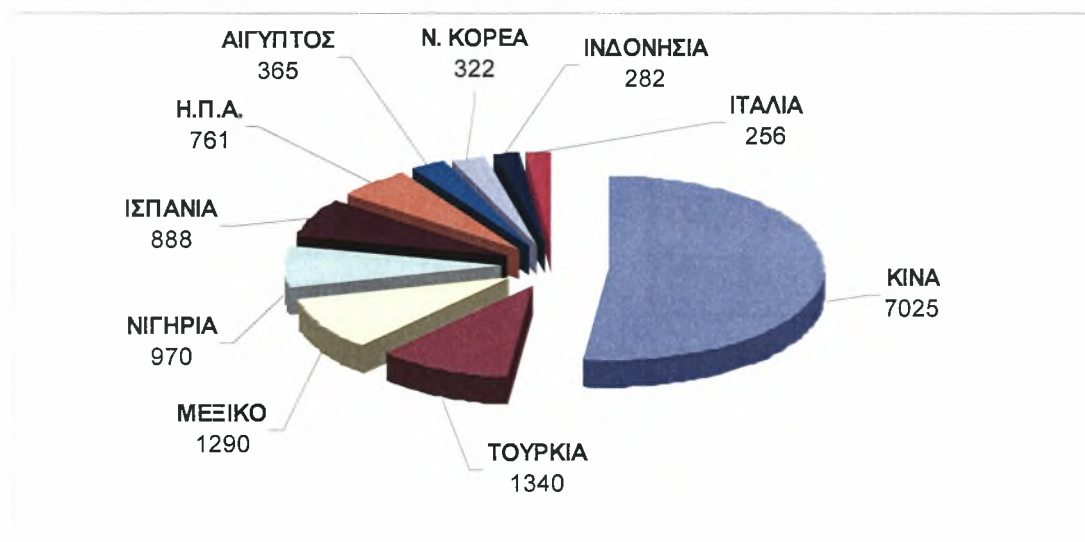
Όσον αφορά τις υπό κάλυψη εκτάσεις στην Ευρώπη αναφέρεται ότι η Ολλανδία καλλιεργεί κυρίως σε υαλόφρακτα θερμοκήπια 5.000 στρέμματα το χρόνο, που παράγουν περίπου 23.000 τόνους προϊόντος με μέση απόδοση 4,6τον/στρ. Στην Ιταλία, η καλλιέργεια της πιπεριάς υπό κάλυψη (υαλόφρακτα θερμοκήπια, πλαστικά τούνελ, χαμηλά τούνελ) καταλαμβάνει 25.000 στρέμματα με μέση απόδοση 3,5τον/στρ. Στην Αγγλία, Γαλλία, Ισπανία και Πορτογαλία, τα τελευταία χρόνια, παρουσιάζεται μεγάλη αύξηση της καλλιέργειας της πιπεριάς σε υψηλά θερμοκήπια με κάλυψη από πλαστικό.



Εικόνα 3.11: Εξάπλωση* πιπεριάς κατά ηπείρους σε 10³ στρ.



Εικόνα 3.12: Παραγωγή* πιπεριάς κατά ηπείρους σε 10³ στρ.



Εικόνα 3.13: : Κυριότερες χώρες παραγωγής* πιπεριάς σε 10³ στρ.

* περιλαμβάνει την έκταση και παραγωγή τόσο της υπαίθριας καλλιέργειας όσο και της καλλιέργειας υπό κάλυψη.

ΠΗΓΗ: FAO, Production Yearbook (2003).

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κάθε χρόνο γύρω στα 35.557 στρ. πιπεριάς σε ανοιχτές καλλιέργειες με παραγωγή γύρω στους 92.863 τον. (1997). Για παραγωγή εκτός εποχής σε θερμοκήπια και άλλες κατασκευές, το 1997 καλλιεργήθηκαν γύρω στα 3.600 στρ., με παραγωγή περίπου 22.500 τον. Η μέση παραγωγή στα θερμοκήπια είναι γύρω στους 6 τον/στρ.

Σύμφωνα με τα νέα στοιχεία του 2003, η θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς κατέλαβε έκταση 6.392 στρ. και είχε μέση στρεμματική απόδοση 7.786 κιλά/στρ. Την ίδια χρονιά, οι υπαίθριες καλλιέργειες πιπεριάς κατέλαβαν έκταση 32.239 στρ. και είχαν μέση απόδοση 1.894 κιλά/στρ.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ
Λασιίθι	2.650
Ημαθία	1.516
Τριφυλία	700
Ηράκλειο	340
Θεσσαλονίκη	314
ΣΥΝΟΛΟ	5.520

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ
Ηλεία	6.000
Θεσσαλονίκη	1.300
Εύβοια	1.500
Ξάνθη	3.400
Τρίκαλα	3.000
Καβάλα	1.400
Ημαθία	1.350
Θεσσαλονίκη	1.300
ΣΥΝΟΛΟ	19.250

Πίνακας 3.6: Σημαντικότερες περιοχές υπαίθριας καλλιέργειας πιπεριάς σε στρ. στην Ελλάδα.

Πίνακας 3.5: Κύριες περιοχές θερμοκηπιακής καλλιέργειας σε στρ. στην Ελλάδα.

ΠΗΓΗ: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων.

3.4.3 Καλλιεργητικές απαιτήσεις πιπεριάς

■ **Κλίμα:** Η πιπεριά είναι φυτό θερμών περιοχών και η ανάπτυξη και παραγωγή της ευνοείται από μεγάλο μήκος ημέρας και υψηλές θερμοκρασίες. Είναι φυτό ευαίσθητο στην παγωνιά και σε παρατεταμένες περιόδους θερμοκρασιών κάτω των 10°C υφίσταται σοβαρές διαταραχές. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής της, η αύξηση της θερμοκρασίας συμβάλλει σε πρωιμότερη διαφοροποίηση των οφθαλμών και άνθηση. Άνοδος της θερμοκρασίας, όμως, πάνω από ένα όριο (35°C), έχει αρνητικές επιπτώσεις στον αριθμό των σχηματιζόμενων ανθέων ενώ παράλληλα παρατηρείται και αύξηση της ανθόρροιας. Οι γλυκές πιπεριές είναι προσαρμοσμένες σε μέση θερμοκρασία ανάπτυξης 18-29°C με καλύτερη θερμοκρασία γονιμοποίησης 15,5-25°C ενώ οι περισσότερες καυτερές ποικιλίες έχουν ανάγκη από μέση θερμοκρασία γύρω στους 24°C. Οι γλυκές πιπεριές γενικά καλλιεργούνται από άνοιξη έως φθινόπωρο ενώ οι καυτερές το καλοκαίρι. Έτσι θερμοκρασίες νύχτας πάνω από 21°C θεωρούνται σημαντικές για την επιτυχημένη παραγωγή ορισμένων τύπων καυτερής πιπεριάς όπως οι τύποι Καγιέν και Ταμπάσκο και υψηλές θερμοκρασίες (32°C) αυξάνουν την καρπόδεση, ενώ αντιθέτως τέτοιες θερμοκρασίες συντελούν σε πτώση ανθέων στους γλυκούς τύπους. Η καρπόδεση, τόσο στους γλυκούς τύπους όσο και στους καυτερούς, παρεμποδίζεται σε θερμοκρασίες κάτω των 15,5°C.

■ **Υγρασία:** Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας στην καλλιέργεια της πιπεριάς είναι η εδαφική υγρασία. Η πιπεριά, συγκριτικά με άλλες σολανώδεις καλλιέργειες, είναι περισσότερο ευαίσθητη στην έλλειψη επαρκούς εδαφικής υγρασίας με κρίσιμα στάδια τη μεταφύτευση και την άνθηση-καρπόδεση. Η ελλιπής εδαφική υγρασία σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι αιτίες ανθόρροιας και καρπόπτωσης. Οι τρυφεροί βλαστοί και το επιφανειακό ριζικό σύστημα του φυτού, αποτελούν επίσης ένα αδύνατο σημείο και χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή. Ένα βαρύ φορτίο καρπού, ένας δυνατός άνεμος ή υψηλή εδαφική υγρασία, μπορεί να προκαλέσουν σπάσιμο βλαστών ή διακλαδώσεων ή ακόμα και ξερίζωμα της καλλιέργειας κοντά στην ωρίμανση. Επιπλέον, η συγκομιδή πρέπει να γίνεται με προσοχή για να αποφευχθούν ζημιές στην καλλιέργεια. Σε περιοχές με

ισχυρούς ανέμους, συνιστάται η χρησιμοποίηση επιβραδυντικών της ανάπτυξης ουσιών (όπως το chlormequat chloride) με σκοπό τον περιορισμό της ζωηρής βλάστησης και την ισχυροποίηση του βλαστού των φυτών.

■ **Έδαφος:** Η καλλιέργεια της πιπεριάς ευνοείται σε εδάφη ελαφρά, βαθιά, ζεστά, που συγκρατούν αρκετή εδαφική υγρασία αλλά είναι καλά αποστραγγιζόμενα, αμμοπηλώδη, πλούσια σε οργανική ύλη, με $pH=5,5-7,0$. η ανθεκτικότητά της στην αλατότητα του εδάφους είναι μέτρια και θεωρείται ότι είναι πολύ πιο ευαίσθητη στα άλατα από την τομάτα.

■ **Αμειψισπορά:** Η καλλιέργεια της πιπεριάς καλό είναι να μην συνεχίζεται για δεύτερη χρονιά στο ίδιο χωράφι, αλλά να εναλλάσσεται με καλλιέργειες αγρωστωδών ή ψυχανθών ώστε να περιορίζεται η ανάπτυξη εδαφογενών ασθενειών στο ριζικό σύστημα των οποίων τα παθογόνα παραμένουν στο έδαφος και διατηρούν τη μολυσματικότητά τους επί χρόνια (Γεωργία-Κτηνοτροφία 9, 2005).



III. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. Τοποθεσία του πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Βελεστίνου, 18 χιλιόμετρα από το Βόλο και νοτιοδυτικά του νομού Μαγνησίας, όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις του Αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

2. Περιγραφή των θερμοκηπίων

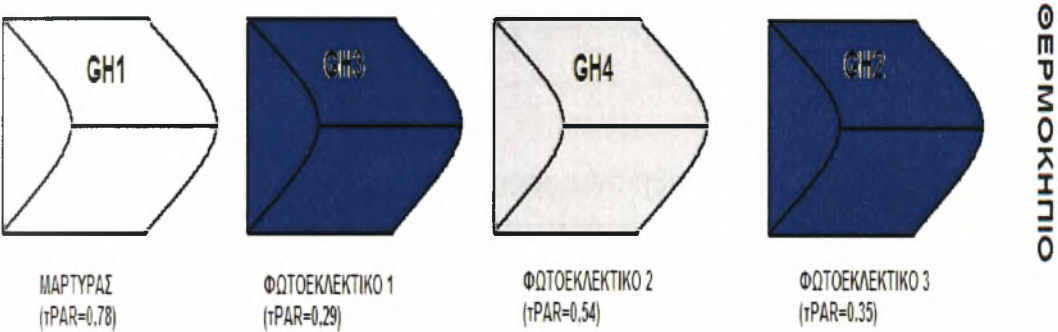
Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε 4 πανομοιότυπα τοξωτά θερμοκήπια, επιφάνειας $6,75\text{m}^2$ (4,5m μήκος και 1,5m πλάτος). Ο σκελετός των θερμοκηπίων ήταν κατασκευασμένος από βέργες σιδήρου και το έδαφος ήταν πλήρως καλυμμένο με αδιαφανές πλαστικό.



Εικόνα 2.1: Τα πειραματικά θερμοκήπια.

Ο προσανατολισμός των θερμοκηπίων ήταν νότος-βοράς και τα κοντινότερα εμπόδια ήταν προς τα δυτικά όπου υπήρχε ένας οπωρώνας, προς τα ανατολικά υπήρχε ένα θερμοκήπιο ύψους 4m και μήκους 20m, παράλληλο προς τα 4 θερμοκήπια, προς το βορά ένα άλλο θερμοκήπιο, πλάτους 8m και προς το νότο κάποιες καλαμιές οι οποίες ωστόσο βρίσκονταν σε αρκετά μακρινή απόσταση. Καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις, δεν είχε σαν αποτέλεσμα τη σκίαση των 4 θερμοκηπίων. Επίσης, ο προσανατολισμός των θερμοκηπίων ήταν τέτοιος ώστε να μην προκαλεί σκίαση το ένα στο άλλο.

ΟΠΩΡΩΝΑΣ



ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Εικόνα 2.2: Η διάταξη των θερμοκηπίων.

3. Τα υλικά κάλυψης

Η διαφορά μεταξύ των 4 καλυμμάτων ήταν ότι στα 3 από αυτά είχαν πρόσθετα, τα οποία τροποποιούν διάφορους λόγους ακτινοβολίας. Με τέτοια υλικά ήταν καλυμμένα το GH3, GH4 και GH2 από τα οποία το GH3 και GH2 ήταν χρώματος μπλε και το GH4 ήταν χρώματος ασημί (Εικόνα 3). Το GH1 ήταν καλυμμένο με απλό πολυαιθυλένιο και αποτελούσε το μάρτυρα. Στην πρώτη επανάληψη, αντικαταστάθηκαν τα καλύμματα των GH4, GH3 και GH2

με καινούρια και έγινε άσπρισμα του GH2 για να έχει παρόμοια διαπερατότητα με τα άλλα 2 μπλε φωτοεκλεκτικά. Στη δεύτερη επανάληψη, τα καλύμματα ήταν τα ίδια με αυτά της πρώτης επανάληψης. Τα υλικά κάλυψης είχαν πάχος 0,18mm και κατασκευάστηκαν από τη βιομηχανία «Πλαστικά Κρήτης».

4. Αερισμός

Στα θερμοκήπια υπήρχαν ανοίγματα πλαϊνά, κατά μήκος των δυο μικρών πλευρών, διαστάσεων 1,5x0,5m, τα οποία ήταν μόνιμα ανοιχτά, ανεξάρτητα από την εξωτερική θερμοκρασία.

5. Υπόστρωμα καλλιέργειας

Οι σπόροι των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία (γλαστράκια) διαμέτρου περίπου 10cm και ύψους 8cm. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύρφη και περλίτης σε αναλογία 2:1, το οποίο τοποθετήθηκε στα



γλαστράκια έως 2cm χαμηλότερα από το χείλος τους και μετά την τοποθέτηση του σπόρου προστέθηκε άλλο 0,5cm περίπου του μείγματος τύρφης και περλίτη. Στο κάτω μέρος των γλαστρών υπήρχαν 3-4 μικρές οπές, οι οποίες βοηθούν στη στράγγιση.

6. Άρδευση

Η άρδευση των φυτών γινόταν κάθε 2 ή 3 ημέρες χρησιμοποιώντας λάστιχο ποτίσματος και αρδεύοντας τα ένα-ένα ξεχωριστά, μέχρι την πλήρωση του δοχείου. Στις επαναλήψεις που έγιναν τους καλοκαιρινούς μήνες η άρδευση γινόταν συχνότερα. Κατά τη διάρκεια της άρδευσης, τα θερμοκήπια μετακινούνταν και τα φυτά έμεναν ακάλυπτα για περίπου 15-20min κάθε φορά.



7. Οι καλλιέργειες

7.1 Ποικιλίες-Εγκατάσταση των καλλιεργειών

Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι τομάτας ποικιλίας Ben Hur F1, αγγουριάς ποικιλίας Tiffany F1, μελιτζάνας ποικιλίας Kyme F1 και πιπεριάς ποικιλίας Quadro Jumbo Giallo F1.

Οι σπόροι τοποθετήθηκαν για 24h σε χλιαρό νερό και επιλέχθηκαν εκείνοι οι οποίοι είχαν βλαστήσει περισσότερο. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν 115 σπόροι συνολικά σε κάθε θερμοκήπιο (30 σπόροι τομάτας, 30 αγγουριάς, 30 μελιτζάνας και 25 πιπεριάς). Στην πρώτη επανάληψη, τοποθετήθηκαν 100 σπόροι συνολικά σε κάθε θερμοκήπιο (25 σπόροι για κάθε καλλιέργεια). Ίσος αριθμός σπόρων και σε ίση αναλογία, με την πρώτη επανάληψη, χρησιμοποιήθηκε και στη δεύτερη.

7.2 Διάταξη των φυτών

Τα γλαστράκια εγκαταστάθηκαν τυχαία μέσα στα 4 θερμοκήπια και σε τυχαίες αποστάσεις μεταξύ τους.



GH1



GH3



GH4



GH2

8. Στάδια πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια:

- I. Το πρώτο στάδιο άρχισε στις 8/4/2005 με τη σπορά και ολοκληρώθηκε στις 14/5/2005.
- II. Το δεύτερο στάδιο άρχισε στις 18/5/2005 με τη σπορά και ολοκληρώθηκε στις 2/7/2005.
- III. Το τρίτο στάδιο άρχισε στις 3/5/2006 με τη σπορά και ολοκληρώθηκε στις 7/6/2006.

9. Μετρήσεις

9.1 Οπτικές ιδιότητες των υλικών κάλυψης

Η μέτρηση των οπτικών χαρακτηριστικών των υλικών κάλυψης έγινε με φασματοραδιόμετρο LI-1800, με το οποίο μετρήθηκε η διαπερατότητα των υλικών στα διάφορα μήκη κύματος του φωτός.

9.2 Κλιματικές παράμετροι

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων γινόταν καταγραφή, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό των θερμοκηπίων, των παρακάτω παραμέτρων:

- ✓ Της θερμοκρασίας (T_o , $^{\circ}\text{C}$) και της σχετικής υγρασίας του αέρα, με αεριζόμενο ψυχρόμετρο τύπου Assam (τύπος VP1, Delta-T Devices, Cambridge, UK).
- ✓ Της ηλιακής ακτινοβολίας (G_o , W m^{-2}), με πυρανόμετρο (τύπος CM-6B, Kipp and Zonen, Delf, the Netherlands).

9.3 Παράμετροι ανάπτυξης των φυτών

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων λαμβάνονταν τιμές του συνολικού ύψους (cm) όλων των φυτών, με τη χρήση απλού μέτρου, κάθε 2-3 ημέρες, και η ακρίβεια της μέτρησης ήταν της τάξεως του 0,5cm. Ως ύψος του φυτού ορίστηκε το μήκος του κεντρικού βλαστού από το λαιμό του φυτού μέχρι το σημείο εμφάνισης του φύλλου στην κορυφή του.

Στο τέλος των πειραμάτων καταγράφονταν:

1. Ο συνολικός αριθμός των φυτών (σε περιπτώσεις ενδεχόμενων απωλειών).
2. Το συνολικό ύψος των φυτών (cm).
3. Ο αριθμός των μεσογονατίων διαστημάτων.
4. Το μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων (cm).
5. Το νωπό βάρος των φύλλων και των βλαστών (g) με χρήση ζυγού ακριβείας.
6. Το ξηρό βάρος των φύλλων και των βλαστών (g) με χρήση ζυγού ακριβείας και ύστερα από την αποξήρανση τους σε ξηραντήριο για 24h στους 85°C.
7. Η φυλλική επιφάνεια (cm²) με τη βοήθεια σαρωτή (scanner) και ειδικού προγράμματος στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

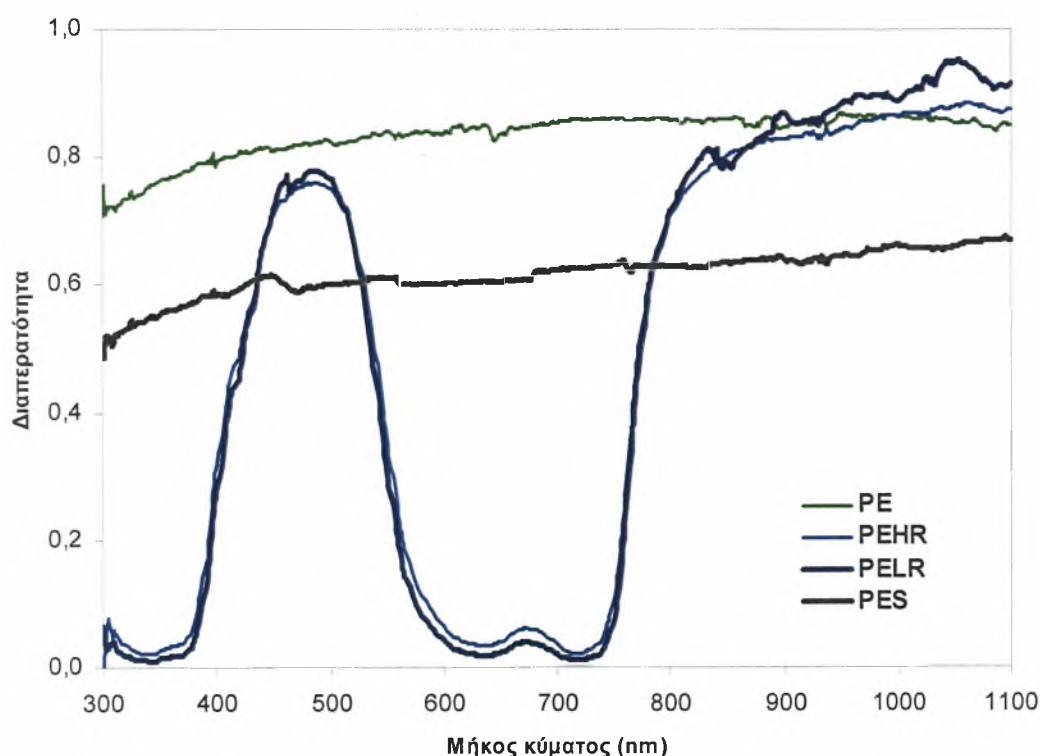
10. Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων

Για τη στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 11.0 for Windows. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με τη μέθοδο ανάλυσης παραλλακτικότητας (One Way Anova). Σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των μεταχειρίσεων καθορίστηκαν με το κριτήριο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0,05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

A. Οπτικές ιδιότητες των υλικών κάλυψης

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η διαπερατότητα των τεσσάρων υλικών κάλυψης, του απλού φύλλου πολυαιθυλενίου (PE), του φωτοεκλεκτικού με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), του φωτοεκλεκτικού με μικρό λόγο R/FR (PELR) και του υλικού με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).



Διάγραμμα A.1: Η διαπερατότητα των υλικών, του απλού φύλλου πολυαιθυλενίου (PE), του φωτοεκλεκτικού με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), του φωτοεκλεκτικού με μικρό λόγο R/FR (PELR) και του υλικού με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, τα δυο μπλε φωτοεκλεκτικά υλικά απορροφούν έντονα στα μήκη κύματος 300-400nm και 600-750nm. Με τη βοήθεια των παραπάνω μετρήσεων υπολογίστηκαν οι λόγοι $\zeta(655-665/725-735)$ και $R/FR(600-700/700-800)$, των οποίων οι τιμές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

	ζ (655-665)/(725-735)	R/FR (600-700)/(700-800)
PE	1,18	1,21
PEHR	2,13	0,24
PELR	2,48	0,16
PES	1,19	1,21

Πίνακας Α.1: Οι τιμές των λόγων ζ και R/FR για τα τέσσερα υλικά κάλυψης.

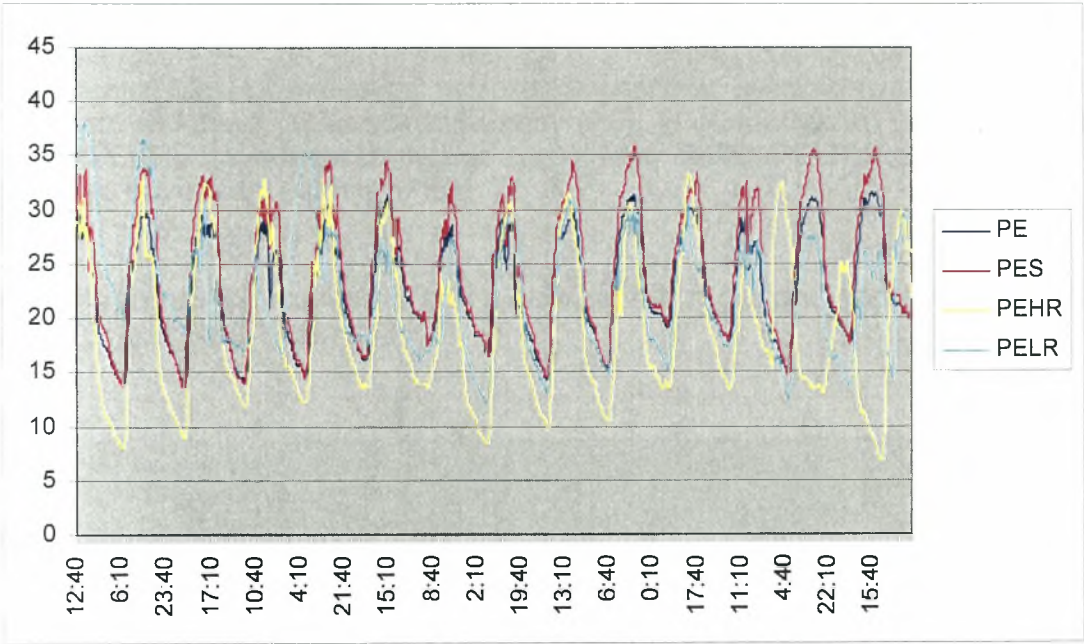
Όπως γίνεται αντιληπτό από τον παραπάνω πίνακα, τα δύο μπλε φωτοεκλεκτικά υλικά έχουν σχεδόν διπλάσιο λόγο ζ από τα υπόλοιπα δυο, γεγονός που δείχνει ότι απορροφούν δυο φορές περισσότερο στο ερυθρό.

B. Πειράματα

1. 1^ο Πείραμα (08.04-14.05.2005)

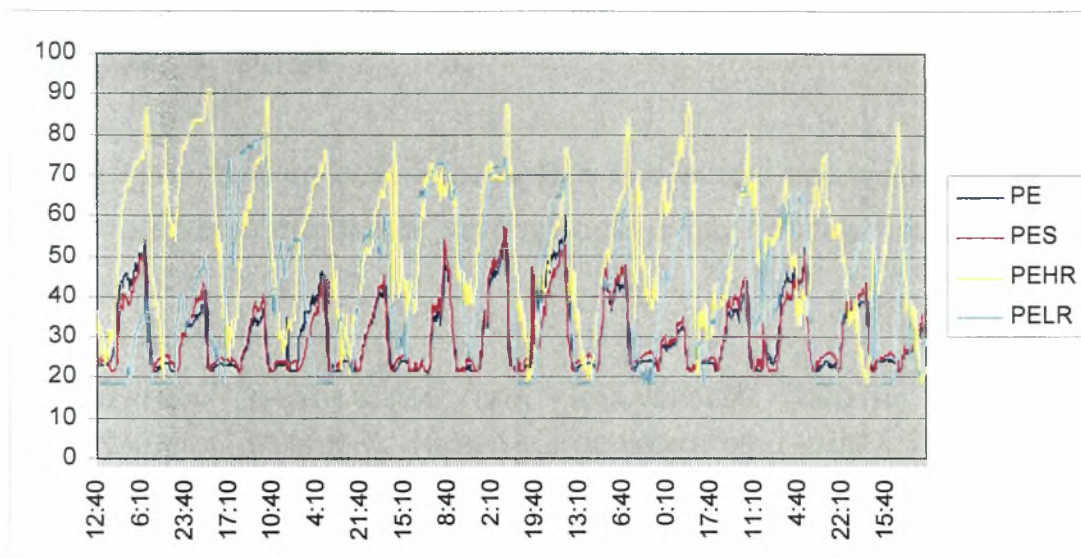
ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας T (° C) κάτω από τα τέσσερα υλικά κάλυψης.



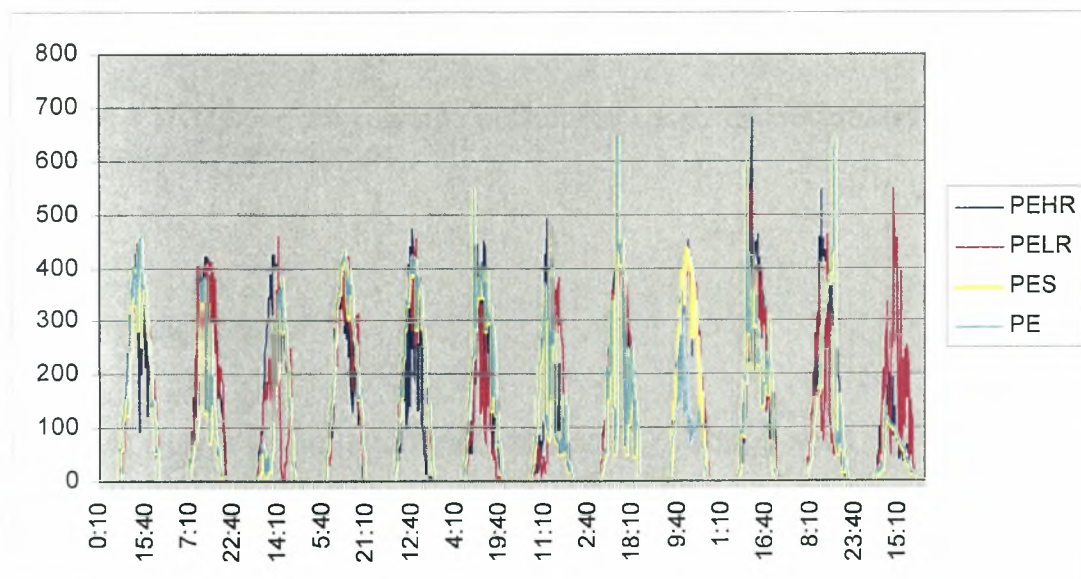
Διάγραμμα 4.1: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας T (° C) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

Στο διάγραμμα 4.2 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας HR (%).



Διάγραμμα 4.2: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας HR (%) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

Στο διάγραμμα 4.3 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας SRD (wat/m^2).



Διάγραμμα 4.3: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας SRD (wat/m^2) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

1.1 Αριθμός φυτών

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τον αριθμό των φυτών που συλλέχθηκαν στο τέλος του πρώτου πειράματος, από τον αριθμό των σπόρων που φυτεύτηκαν στην αρχή.

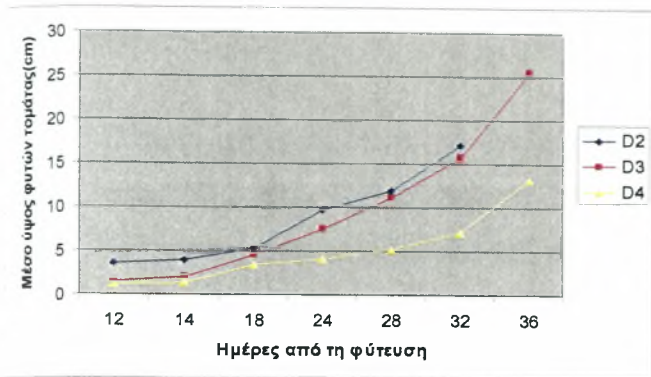
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΠΡΩΤΗ ΗΜΕΡΑ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΗΜΕΡΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΠΡΩΤΗ ΗΜΕΡΑ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΗΜΕΡΑ
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	30	0	PE	30	0
PEHR	30	9	PEHR	30	26
PELR	30	18	PELR	30	21
PES	30	13	PES	30	24
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	30	0	PE	25	0
PEHR	30	18	PEHR	25	17
PELR	30	23	PELR	25	20
PES	30	0	PES	25	16

Πίνακας 4.1: Αριθμός σπόρων που φυτεύτηκαν και φυτών που συλλέχθηκαν στο τέλος του πρώτου πειράματος.

1.2 Ύψος φυτών

Το ύψος των φυτών μετρήθηκε συνολικά 7 φορές κατά τη διάρκεια του πρώτου πειράματος.

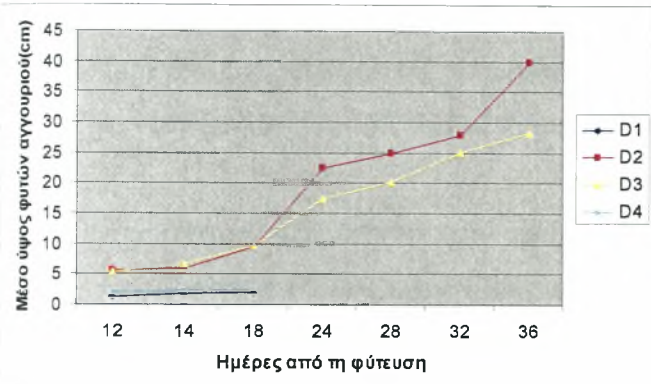
Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζεται η εξέλιξη στο ύψος των φυτών στα 4 θερμοκήπια και για τις 4 καλλιέργειες. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών στα 4 θερμοκήπια φαίνονται στους παρακάτω πίνακες όπου D1,D2,D3,D4 είναι τα αντίστοιχα θερμοκήπια PE, PEHR, PELR, PES.



Σχήμα & πίνακας 4.2: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών τομάτας.

	12	14	18	24	28	32	36
D2-D3	*	*	*	*			*
D2-D4	*	*	*	*	*	*	*
D3-D4		*	*	*	*	*	*

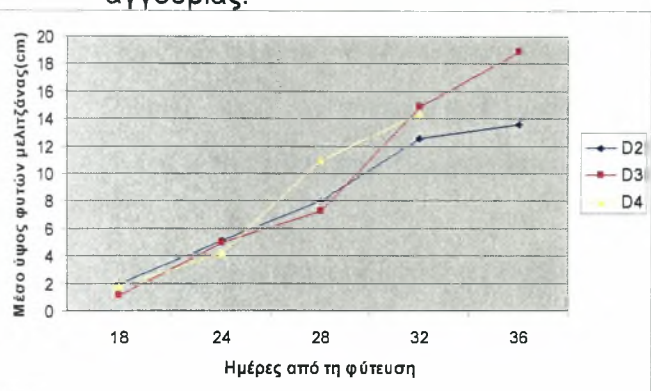
(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.3: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών αγγουριάς.

	12	14	18	24	28	32	36
D1-D2	*	*	*	-	-	-	-
D1-D3	*	*	*	-	-	-	-
D1-D4	*	*		-	-	-	-
D2-D3		*		-	-	-	-
D2-D4	*	*	*	-	-	-	-
D4-D3	*	*	*	-	-	-	-

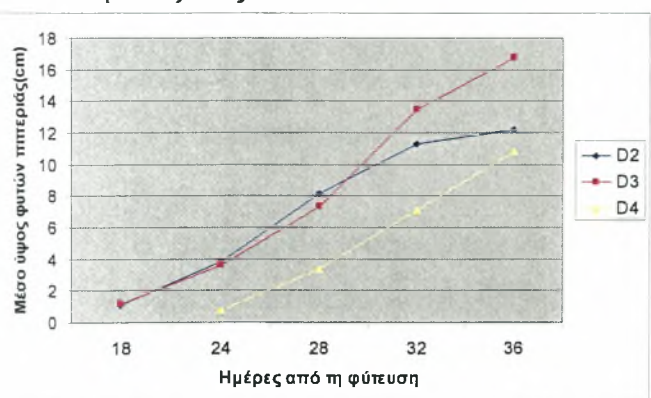
(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.4: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών μελιτζάνας.

	12	14	18	24	28	32	36
D2-D3				*	-	-	-
D2-D4	*	*	*		-	-	-
D3-D4	*	*	*	*	-	-	-

(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.5: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών πιπεριάς.

	12	14	18	24	28	32	36
D2-D3		*	*	*	-	-	-
D2-D4	*	*	*		-	-	-
D3-D4	*	*	*	*	-	-	-

(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 4.2, το ύψος φυτών τομάτας αυξάνεται σταδιακά στα 3 θερμοκήπια PEHR, PELR και PES, αφού δεν υπήρχαν μετρήσεις από το μάρτυρα PE καθώς τα φυτά που είχαν τοποθετηθεί σ' αυτόν καταστράφηκαν. Από την 12^η μέχρι την 36^η ημέρα από τη σπορά, το μέσο ύψος των φυτών τομάτας στο PEHR κυμάνθηκε από 3,7cm έως 17,2cm, στο PELR από 1,5cm έως 25,6cm και στο PES από 1,1cm έως 13,2cm. Έτσι προκύπτει ότι τα φυτά τομάτας ήταν ψηλότερα στο PELR. Ο πίνακας 4.2 δείχνει ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα 3 θερμοκήπια εντοπίζονται την 14^η, 18^η, 24^η και 36^η ημέρα από τη σπορά.

Το σχήμα 4.3 δείχνει την αύξηση του ύψους των φυτών αγγουριάς στα θερμοκήπια PEHR και PELR, καθώς δεν υπήρχαν μετρήσεις από τα PE και PES μετά από την 18^η ημέρα από την σπορά. Το μέσο ύψος φυτών στο PEHR κυμάνθηκε από 5,7cm μέχρι 39,9cm, στο PELR από 5,4cm μέχρι 28,4cm, ενώ στο PE έφτασε στα 2,1cm την 14^η ημέρα και στο PES τα 2,6cm την 14^η ημέρα. Έτσι προκύπτει ότι τα φυτά αγγουριάς ήταν ψηλότερα στο PEHR. Από τον πίνακα 4.3 γίνεται φανερό ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των θερμοκηπίων παρατηρήθηκαν τη 14^η ημέρα.

Όπως είναι φανερό από το σχήμα 4.4, παρατηρείται η αύξηση του ύψους των φυτών μελιτζάνας στα θερμοκήπια PEHR, PELR και PES αφού δεν πάρθηκαν ούτε φυτά μελιτζάνας από το PE. Το μέσο ύψος τους στο PEHR κυμάνθηκε από 2cm έως 13,6cm, στο PELR από 1,1cm έως 18,9cm και στο PES από 1,8cm έως 14,4cm. Άρα τα φυτά μελιτζάνας ήταν ψηλότερα στο PELR. Στον πίνακα 4.4 φαίνεται ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 θερμοκηπίων.

Στο σχήμα 4.4 παρουσιάζεται η σταδιακή αύξηση του ύψους των φυτών πιπεριάς στα θερμοκήπια PEHR, PELR και PES. Το μέσο ύψος των φυτών κυμάνθηκε από 1,1cm μέχρι 12,2cm στο PEHR, από 1,2cm μέχρι 16,7cm στο PELR και από 0,8cm μέχρι 10,8cm στο PES. Έτσι, τα φυτά πιπεριάς ήταν ψηλότερα στο PELR. Ο πίνακας 4.5 δείχνει ότι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα 3 θερμοκήπια τη 14^η και 18^η ημέρα.

1.3 Αριθμός και μήκος μεσογονατίων διαστημάτων

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το μέσο αριθμό των μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες, που μετρήθηκαν στο τέλος του πειράματος.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	-
PEHR	4,9	PEHR	4,8
PELR	4,6	PELR	4,8
PES	4,7	PES	4,5
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	-	PE	-
PEHR	4,3	PEHR	3,4
PELR	4,7	PELR	3,8
PES	-	PES	4

Πίνακας 4.6: Μέσος αριθμός μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες.

Στον πίνακα 4.7 παρουσιάζεται το μέσο μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες, που μετρήθηκαν στο τέλος του πειράματος.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ (cm)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ (cm)
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	-
PEHR	3,8	PEHR	3,1
PELR	4,4	PELR	2,2
PES	2,9	PES	1,9
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	-	PE	-
PEHR	8,1	PEHR	3,4
PELR	9,6	PELR	2,3
PES	-	PES	2,4

Πίνακας 4.7: Μέσο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες.

1.4 Νωπό και ξηρό βάρος

Μετά τη λήξη του πειράματος (36 ημέρες από τη φύτευση) μετρήθηκαν το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων και των βλαστών όλων των φυτών και από τα 4 θερμοκήπια ξεχωριστά. Στους παρακάτω πίνακες, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών σε μορφή μέσων όρων.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	-	-	PE	-	-
PEHR	26,8	21,3	PEHR	109,6	36,1
PELR	75,1	53,6	PELR	79,2	25,3
PES	33,4	18,3	PES	115,7	22,6
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	-	-	PE	-	-
PEHR	166	199,3	PEHR	15,2	10,2
PELR	98,5	118,2	PELR	33,4	19,4
PES	-	-	PES	26,7	10,3

Πίνακας 4.8: Νωπό βάρος φύλλων και βλαστών των φυτών στα 4 θερμοκήπια.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩ N (g)
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	-	-	PE	-	-
PEHR	3	1,8	PEHR	9,5	3,4
PELR	8,5	4,6	PELR	6,9	2,5
PES	5,1	2,2	PES	14,1	3,2
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	-	-	PE	-	-
PEHR	11,2	8,8	PEHR	1,4	0,7
PELR	26,9	14,6	PELR	3,2	1,2
PES	-	-	PES	3,3	1

Πίνακας 4.9: Ξηρό βάρος φύλλων και βλαστών των φυτών στα 4 θερμοκήπια.

1.5 Φυλλική επιφάνεια

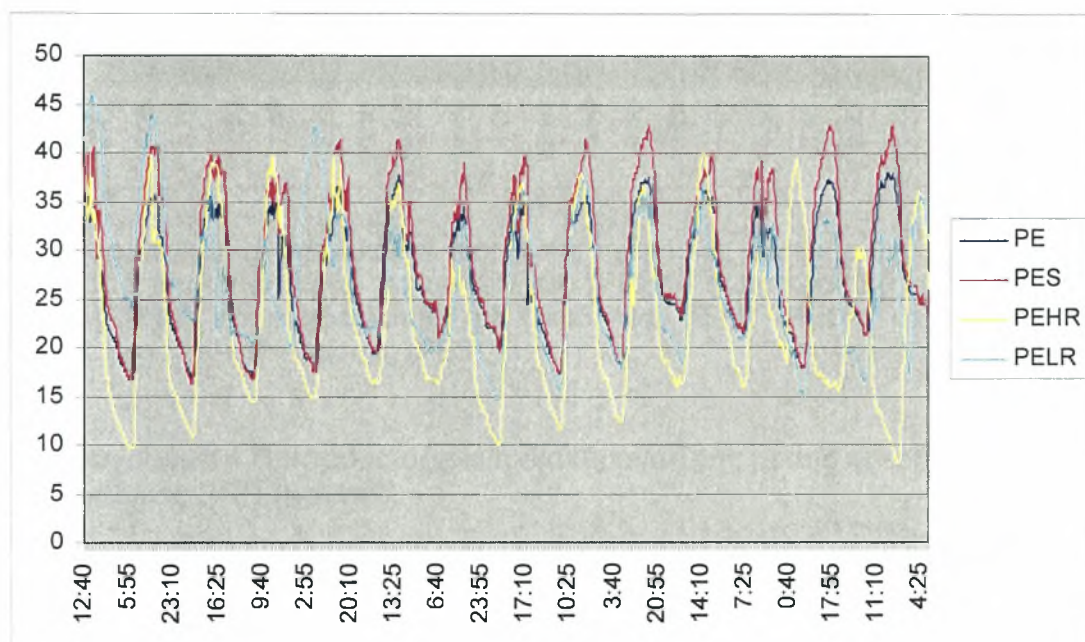
Οι μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας έγιναν με τη βοήθεια scanner και μετρήθηκαν όλα τα φύλλα κάθε φυτού. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τη φυλλική επιφάνεια των τεσσάρων καλλιεργειών στα τέσσερα θερμοκήπια.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (mm ²)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (mm ²)
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	-
PEHR	73.489	PEHR	281.474
PELR	146.388	PELR	252.859
PES	77.664	PES	347.790
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	-	PE	-
PEHR	205.287	PEHR	78.393
PELR	174.976	PELR	140.617
PES	-	PES	51.290

2. 2^ο Πείραμα (18.05-02.07.2005)

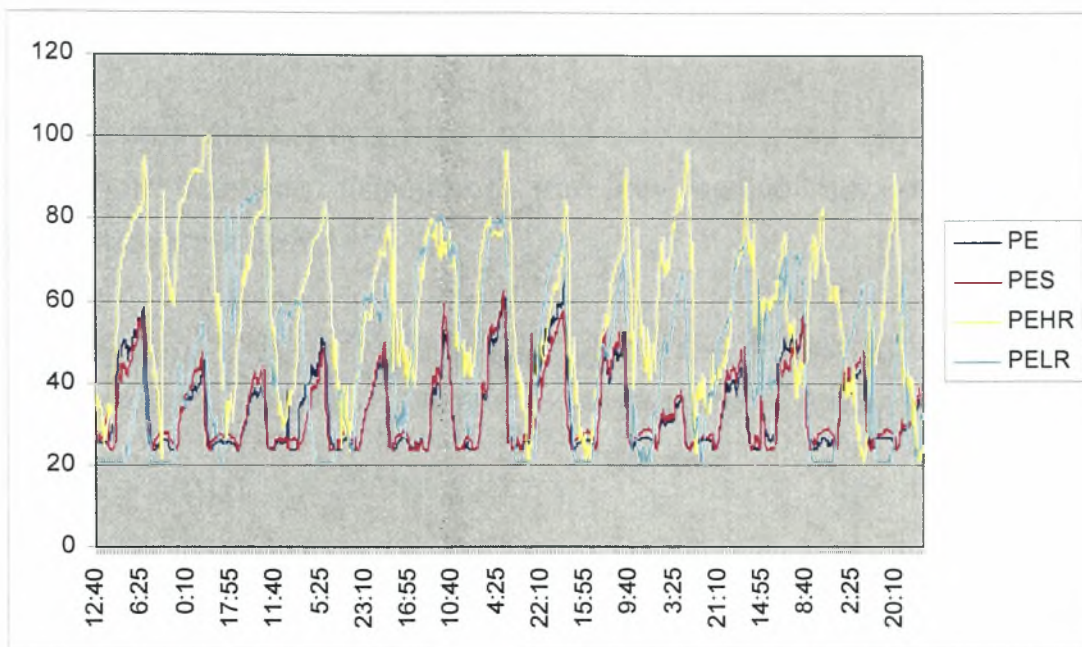
ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας T ($^{\circ}\text{C}$) κάτω από τα τέσσερα υλικά κάλυψης.



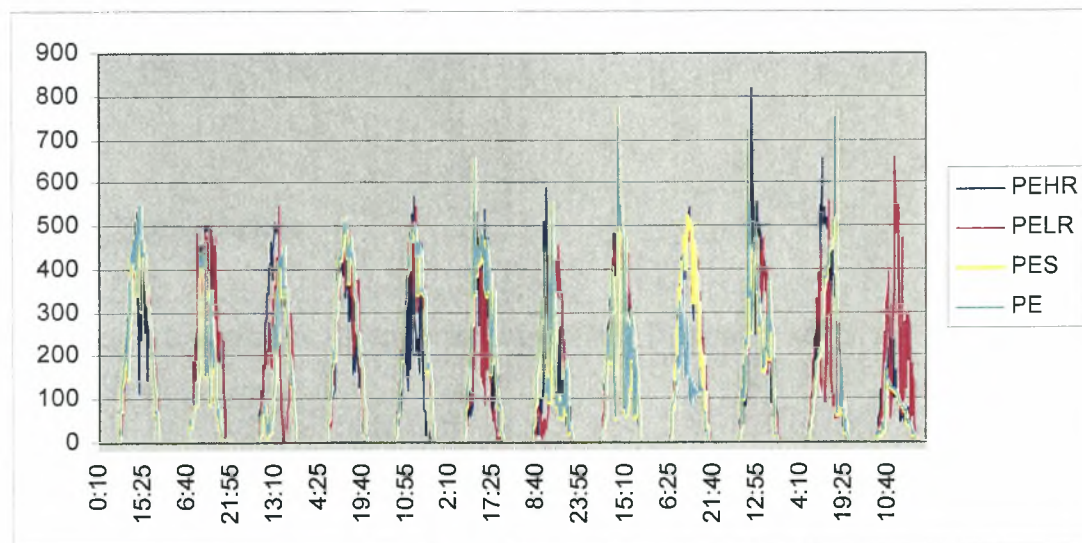
Διάγραμμα 4.4: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας T ($^{\circ}\text{C}$) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

Στο διάγραμμα 4.5 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας HR (%).



Διάγραμμα 4.5: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας HR (%) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

Στο διάγραμμα 4.6 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας SRD (wat/m^2).



Διάγραμμα 4.6: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας SRD (wat/m^2) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

2.1 Αριθμός φυτών

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τον αριθμό των φυτών που συλλέχθηκαν στο τέλος του δεύτερου πειράματος, από τον αριθμό των σπόρων που φυτεύτηκαν στην αρχή.

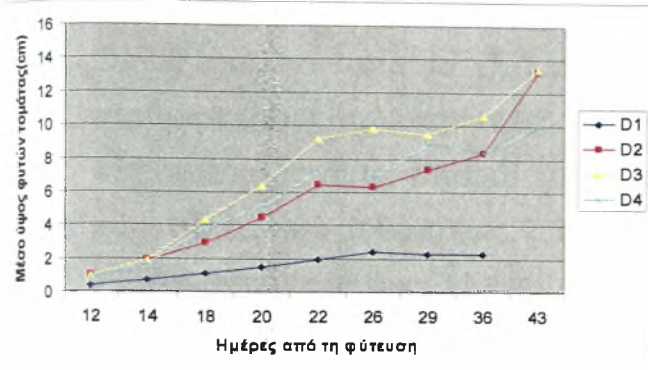
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΠΡΩΤΗ ΗΜΕΡΑ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΗΜΕΡΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΠΡΩΤΗ ΗΜΕΡΑ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΗΜΕΡΑ
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	25	0	PE	25	0
PEHR	25	16	PEHR	25	21
PELR	25	18	PELR	25	23
PES	25	14	PES	25	20
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	25	0	PE	25	0
PEHR	25	19	PEHR	25	17
PELR	25	19	PELR	25	17
PES	25	8	PES	25	6

Πίνακας 4.10: Αριθμός σπόρων που φυτεύτηκαν και φυτών που συλλέχθηκαν στο τέλος του δεύτερου πειράματος.

2.2 Ύψος φυτών

Το ύψος των φυτών μετρήθηκε συνολικά 9 φορές κατά τη διάρκεια του δεύτερου πειράματος.

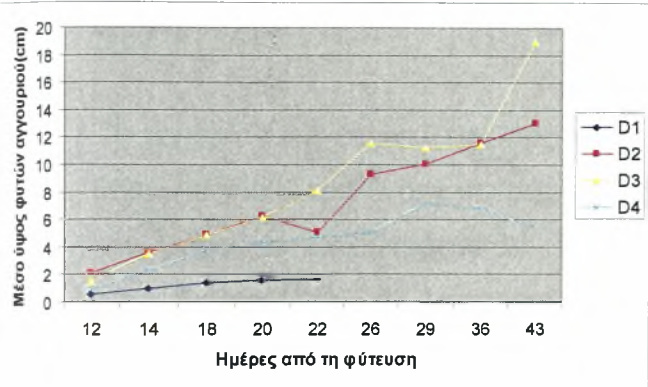
Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζεται η εξέλιξη στο ύψος των φυτών στα 4 θερμοκήπια και για τις 4 καλλιέργειες. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών στα 4 θερμοκήπια φαίνονται στους παρακάτω πίνακες όπου D1,D2,D3,D4 είναι τα αντίστοιχα θερμοκήπια PE, PEHR, PELR, PES.



Σχήμα & πίνακας 4.11: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών τομάτας.

	12	14	18	20	22	26	29	36	43
D1-D2	*	*	*	*	-	-	-	-	-
D1-D3	*	*	*	*	-	-	-	-	-
D1-D4	*	*	*	*	-	-	-	-	-
D2-D3	*	*	*	*	-	-	-	-	-
D2-D4	*				-	-	-	-	-
D4-D3		*	*	*	-	-	-	-	-

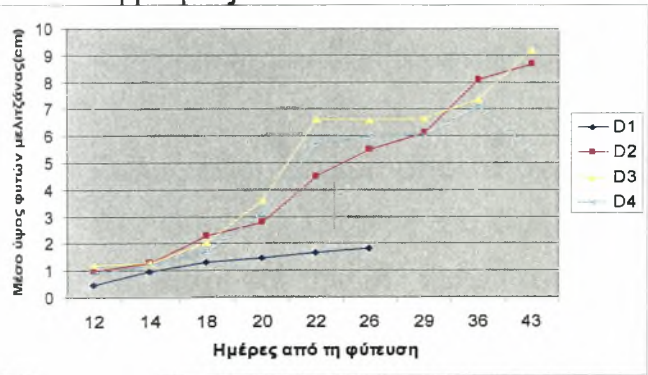
(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.12: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών αγγουριάς.

	12	14	18	20	22	26	29	36	43
D1-D2	*	*	*	*	*	-	-	-	-
D1-D3	*	*	*	*	*	-	-	-	-
D1-D4		*	*	*	*	-	-	-	-
D2-D3	*				*	-	-	-	-
D2-D4	*	*	*	*		-	-	-	-
D4-D3	*	*	*	*	*	-	-	-	-

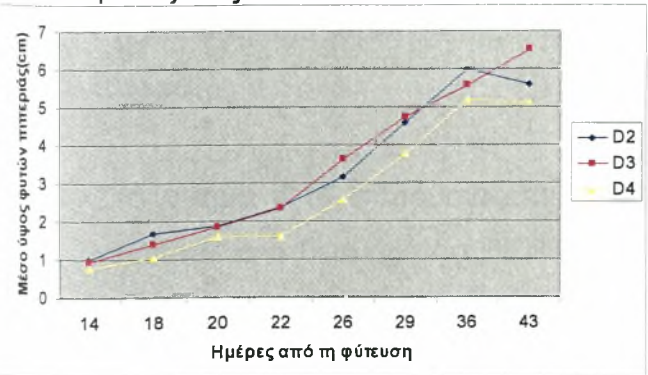
(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.13: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών μελιτζάνας.

	12	14	18	20	22	26	29	36	43
D1-D2			*	*	*	*	-	-	-
D1-D3	*			*	*	*	-	-	-
D1-D4				*	*	*	-	-	-
D2-D3	*			*	*	*	-	-	-
D2-D4	*		*		*		-	-	-
(D4-D3	*				*		-	-	-

(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.14: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών πιπεριάς.

	12	14	18	20	22	26	29	36	43
D2-D3	-								
D2-D4	-		*		*				*
D4-D3	-				*	*			*

(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 4.11, το ύψος φυτών τομάτας αυξάνεται σταδιακά στα 4 θερμοκήπια PE, PEHR, PELR και PES. Από την 12^η μέχρι την 43^η ημέρα από τη σπορά, το μέσο ύψος των φυτών τομάτας στο PE κυμάνθηκε από 0,4cm έως 2,3cm, στο PEHR από 1cm έως 13,3cm, στο PELR από 1cm έως 13,4cm και στο PES από 0,9cm έως 10cm. Έτσι προκύπτει ότι τα φυτά τομάτας ήταν ψηλότερα στο PEHR και PELR, στα οποία τα φυτά είχαν ίσο περίπου μέσο ύψος. Ο πίνακας 4.11 δείχνει ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν εντοπίζονται μεταξύ και των 4 θερμοκηπίων.

Το σχήμα 4.12 δείχνει την αύξηση του ύψους των φυτών αγγουριάς στα 4 θερμοκήπια. Στο PE δεν υπήρχαν μετρήσεις μετά την 22^η ημέρα, διότι τα φυτά του μάρτυρα καταστράφηκαν. Το μέσο ύψος φυτών στο PEHR κυμάνθηκε από 2,1cm μέχρι 13,1cm, στο PELR από 1,5cm μέχρι 19,1cm, στο PES κυμάνθηκε από 0,9cm έως 5,5, ενώ στο PE έφτασε στα 1,7cm την 22^η ημέρα. Έτσι προκύπτει ότι τα φυτά αγγουριάς ήταν ψηλότερα στο PELR. Από τον πίνακα 4.12 γίνεται φανερό ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ και των 4 θερμοκηπίων δεν παρατηρήθηκαν.

Όπως είναι φανερό από το σχήμα 4.13, παρατηρείται η αύξηση του ύψους των φυτών μελιτζάνας στα θερμοκήπια PEHR, PELR και PES καθώς και του PE μέχρι και την 26^η ημέρα από τη σπορά. Το μέσο ύψος τους στο PEHR κυμάνθηκε από 1cm έως 8,7cm, στο PELR από 1,2cm έως 9,2cm, στο PES από 1,1cm έως 5,5cm και στο PE έφτασε τα 1,8cm. Άρα τα φυτά μελιτζάνας ήταν ψηλότερα στο PELR. Στον πίνακα 4.13 φαίνεται ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 4 θερμοκηπίων την 26^η ημέρα από τη σπορά.

Στο σχήμα 4.14 παρουσιάζεται η σταδιακή αύξηση του ύψους των φυτών πιπεριάς στα θερμοκήπια PEHR, PELR και PES. Το μέσο ύψος των φυτών κυμάνθηκε από 1cm μέχρι 5,6cm στο PEHR, από 1cm μέχρι 6,5cm στο PELR και από 0,8cm μέχρι 3,2cm στο PES. Έτσι, τα φυτά πιπεριάς ήταν ψηλότερα στο PELR. Ο πίνακας 4.14 δείχνει ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα 3 θερμοκήπια.

2.3 Αριθμός και μήκος μεσογονατίων διαστημάτων

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το μέσο αριθμό των μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες, που μετρήθηκαν στο τέλος του πειράματος.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	-
PEHR	5,5	PEHR	4,8
PELR	5,1	PELR	4,4
PES	5,2	PES	3,9
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	-	PE	-
PEHR	3,8	PEHR	4,4
PELR	4,5	PELR	2,9
PES	3,8	PES	3,8

Πίνακας 4.15: Μέσος αριθμός μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες.

Στον πίνακα 4.16 παρουσιάζεται το μέσο μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες, που μετρήθηκαν στο τέλος του πειράματος.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ (cm)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ (cm)
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	-
PEHR	3,1	PEHR	1,9
PELR	3,7	PELR	2,2
PES	2,5	PES	1,2
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	-	PE	-
PEHR	5,2	PEHR	2,2
PELR	5,4	PELR	2,6
PES	1,5	PES	1,3

Πίνακας 4.16: Μέσο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες.

2.4 Νωπό και ξηρό βάρος

Μετά τη λήξη του πειράματος (43 ημέρες από τη σπορά) μετρήθηκαν το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων και των βλαστών όλων των φυτών και από τα 4 θερμοκήπια ξεχωριστά. Στους παρακάτω πίνακες, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών σε μορφή μέσων όρων.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	-	-	PE	-	-
PEHR	45,5	33,5	PEHR	56,4	17,9
PELR	45,2	31,5	PELR	51,5	16,5
PES	36	20,7	PES	51	10,4
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	-	-	PE	-	-
PEHR	54,9	54	PEHR	17,1	7,1
PELR	50,8	69,7	PELR	16,5	7,1
PES	16,7	10,2	PES	7,2	2,6

Πίνακας 4.17: Νωπό βάρος φύλλων και βλαστών των φυτών στα 4 θερμοκήπια.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	-	-	PE	-	-
PEHR	6,6	4,6	PEHR	10,7	3,8
PELR	6,4	4	PELR	11,7	3,5
PES	5,6	2,7	PES	9,6	2,6
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	-	-	PE	-	-
PEHR	10,5	4,8	PEHR	2,9	1,1
PELR	9,6	6,4	PELR	3,2	1,2
PES	3,1	1,1	PES	1,6	0,4

Πίνακας 4.18: Ξηρό βάρος φύλλων και βλαστών των φυτών στα 4 θερμοκήπια.

2.5 Φυλλική επιφάνεια

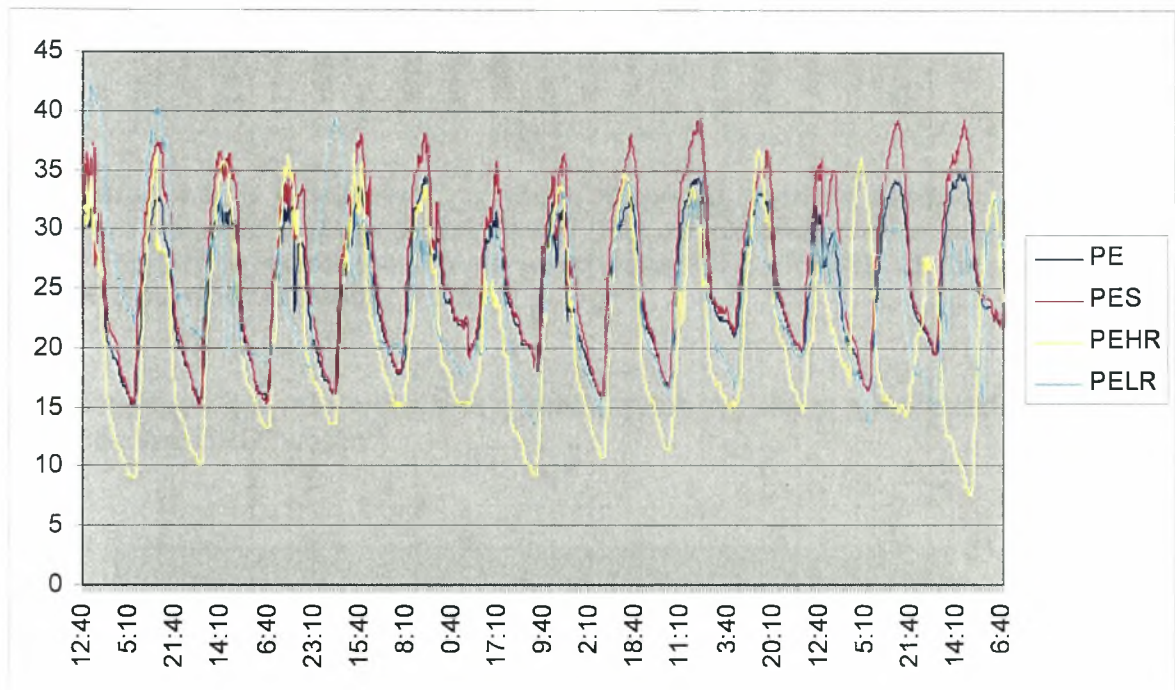
Οι μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας έγιναν με τη βοήθεια scanner και μετρήθηκαν όλα τα φύλλα κάθε φυτού. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τη φυλλική επιφάνεια των τεσσάρων καλλιεργειών στα τέσσερα θερμοκήπια.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (mm ²)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (mm ²)
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	-
PEHR	78.123	PEHR	156.766
PELR	59.654	PELR	143.221
PES	41.776	PES	129.325
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	-	PE	-
PEHR	87.996	PEHR	29.031
PELR	69.076	PELR	31.143
PES	25.088	PES	17.054

3. 3^ο Πείραμα (03.05-07.06.2006)

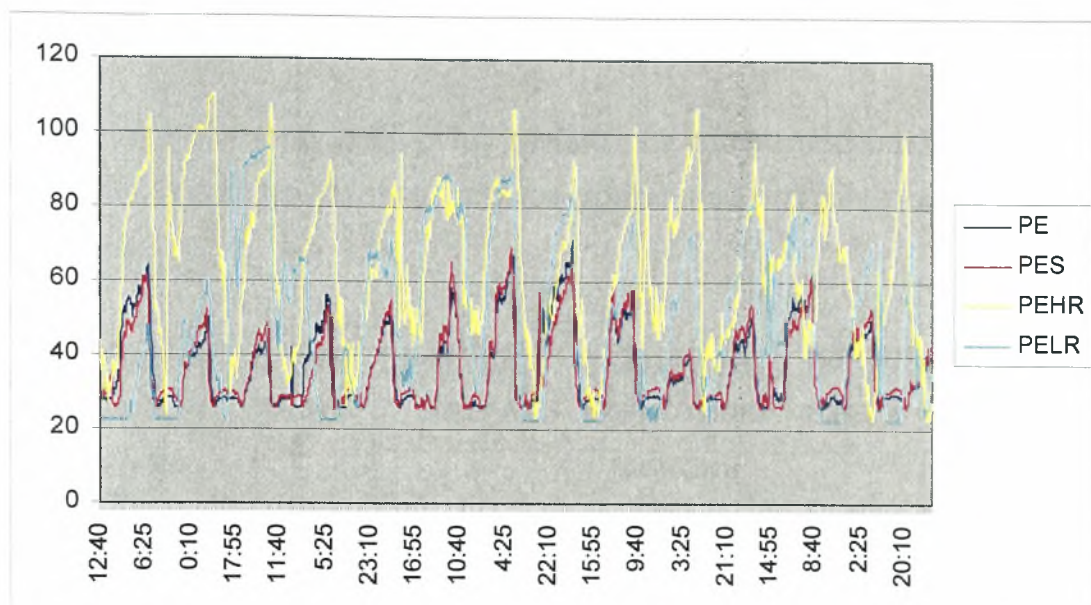
ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας T ($^{\circ}\text{C}$) κάτω από τα τέσσερα υλικά κάλυψης.



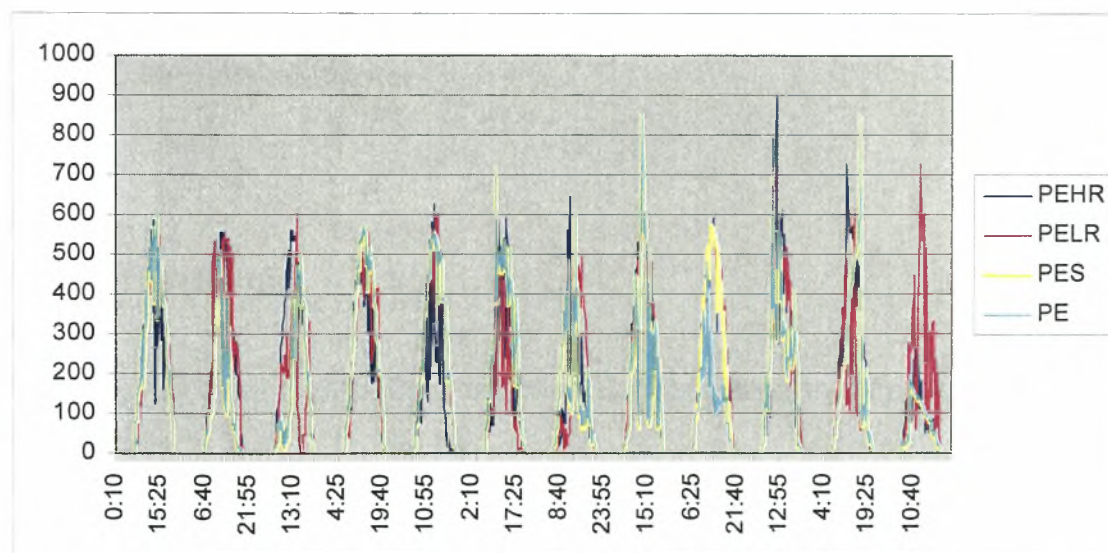
Διάγραμμα 4.7: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας T ($^{\circ}\text{C}$) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

Στο διάγραμμα 4.8 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας HR (%).



Διάγραμμα 4.8: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας σχετικής υγρασίας HR (%) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

Στο διάγραμμα 4.9 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας SRD (wat/m^2).



Διάγραμμα 4.9: Η διακύμανση της μέσης ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας SRD (wat/m^2) κάτω από του απλό φύλλο πολυαιθυλενίου (PE), το φωτοεκλεκτικό με μεγάλο λόγο R/FR (PEHR), το φωτοεκλεκτικό με μικρό λόγο R/FR (PELR) και το υλικό με αυξημένο συντελεστή σκίασης (PES).

3.1 Αριθμός φυτών

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τον αριθμό των φυτών που συλλέχθηκαν στο τέλος του τρίτου πειράματος, από τον αριθμό των σπόρων που φυτεύτηκαν στην αρχή.

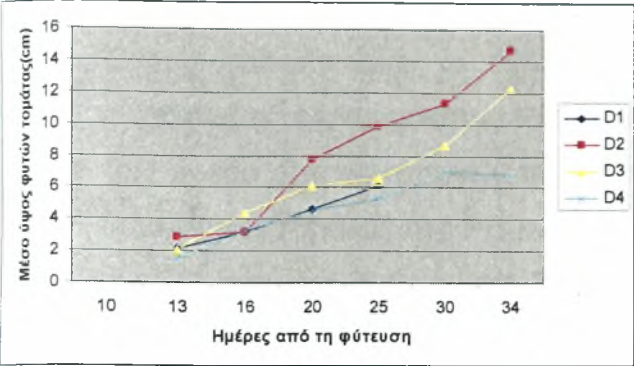
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΠΡΩΤΗ ΗΜΕΡΑ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΗΜΕΡΑ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΠΡΩΤΗ ΗΜΕΡΑ	ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΗΜΕΡΑ
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	25	0	PE	25	6
PEHR	25	6	PEHR	25	11
PELR	25	7	PELR	25	13
PES	25	4	PES	25	13
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	25	1	PE	25	9
PEHR	25	9	PEHR	25	0
PELR	25	8	PELR	25	13
PES	25	7	PES	25	11

Πίνακας 4.19: Αριθμός σπόρων που φυτεύτηκαν και φυτών που συλλέχθηκαν στο τέλος του δεύτερου πειράματος.

3.2 Ύψος φυτών

Το ύψος των φυτών μετρήθηκε συνολικά 7 φορές κατά τη διάρκεια του τρίτου πειράματος.

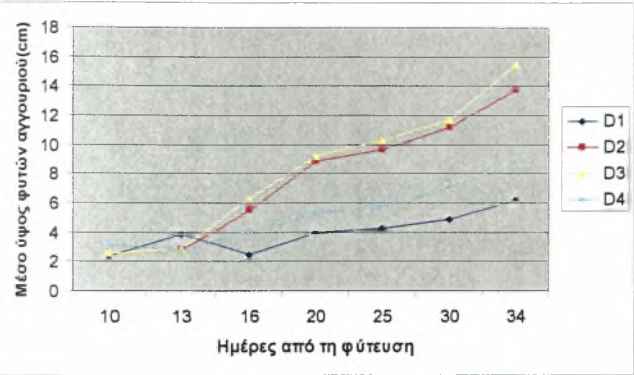
Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζεται η εξέλιξη στο ύψος των φυτών στα 4 θερμοκήπια και για τις 4 καλλιέργειες. Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών στα 4 θερμοκήπια φαίνονται στους παρακάτω πίνακες όπου D1,D2,D3,D4 είναι τα αντίστοιχα θερμοκήπια PE, PEHR, PELR, PES.



Σχήμα & πίνακας 4.20: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών τομάτας.

	10	13	16	20	25	30	34
D1-D2	-			*		-	-
D1-D3	-					-	-
D1-D4	-	*				-	-
D2-D3	-				*	-	-
D2-D4	-	*		*	*	-	-
D4-D3	-			*		-	-

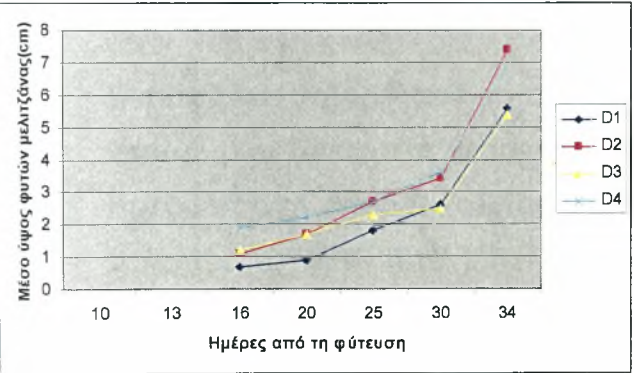
(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.21: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών αγγουριάς.

	10	13	16	20	25	30	34
D1-D2	-		*	-	-	-	-
D1-D3	-		*	-	-	-	-
D1-D4	-		*	-	-	-	-
D2-D3	-			-	-	-	-
D2-D4	-		*	-	-	-	-
D4-D3	-		*	-	-	-	-

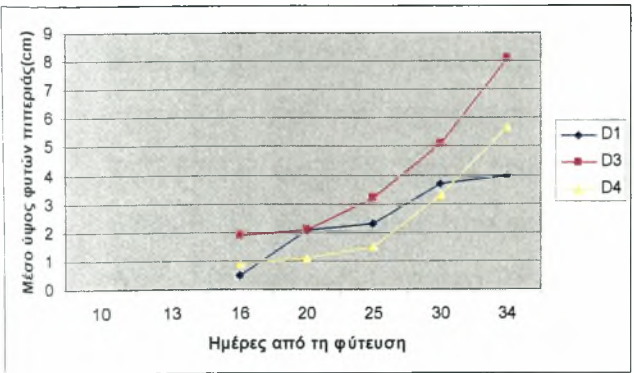
(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.22: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών μελιτζάνας.

	10	13	16	20	25	30	34
D1-D2	-	-					*
D1-D3	-	-					
D1-D4	-	-	*				
D2-D3	-	-					*
D2-D4	-	-					
D4-D3	-	-					*

(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.



Σχήμα & πίνακας 4.23: Εξέλιξη και στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος φυτών πιπεριάς.

	10	13	16	20	25	30	34
D1-D3	-	-	*		*	*	
D1-D4	-	-					
D3-D4	-	-	*	*	*	*	

(*): τα συγκρινόμενα θερμοκήπια διαφέρουν στατιστικά σημαντικά την ημέρα στην οποία πάρθηκε η μέτρηση.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 4.20, το ύψος φυτών τομάτας αυξάνεται σταδιακά στα 4 θερμοκήπια PE, PEHR, PELR και PES. Από την 13^η μέχρι την 25^η ημέρα από τη σπορά, όπου σταμάτησαν και οι μετρήσεις, το μέσο ύψος των φυτών τομάτας στο PE κυμάνθηκε από 2,3cm έως 6,2cm, και στο PEHR από 2,9cm έως 14,8cm, στο PELR από 2,1cm έως 12,4cm και στο PES από 1,5cm έως 6,9cm, από την 13^η έως την 34^η ημέρα. Έτσι προκύπτει ότι τα φυτά τομάτας ήταν ψηλότερα στο PEHR. Ο πίνακας 4.20 δείχνει ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές δεν εντοπίζονται μεταξύ και των 4 θερμοκηπίων.

Το σχήμα 4.21 δείχνει την αύξηση του ύψους των φυτών αγγουριάς στα 4 θερμοκήπια. Το μέσο ύψος φυτών, από την 10^η έως την 34^η ημέρα από τη σπορά, στο PE κυμάνθηκε από 2,4cm μέχρι 6,2cm, στο PEHR από 2,8cm μέχρι 13,8cm, στο PELR κυμάνθηκε από 2,6cm έως 15,6 και στο PES από 3,2cm μέχρι 8,9cm. Έτσι προκύπτει ότι τα φυτά αγγουριάς ήταν ψηλότερα στο PELR. Από τον πίνακα 4.21 γίνεται φανερό ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ και των 4 θερμοκηπίων δεν παρατηρήθηκαν.

Όπως είναι φανερό από το σχήμα 4.22, φαίνεται η αύξηση του ύψους των φυτών μελιτζάνας στα θερμοκήπια PE, PEHR, PELR και PES από την 16^η ημέρα από τη σπορά. Το μέσο ύψος τους στο PE κυμάνθηκε από 0,7cm έως 5,7cm, στο PEHR από 1,1cm έως 7,4cm, στο PELR από 1,3cm έως 5,5cm και στο PES από 1,9 έως 7cm. Άρα τα φυτά μελιτζάνας ήταν ψηλότερα στο PEHR. Στον πίνακα 4.22 φαίνεται ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 4 θερμοκηπίων.

Στο σχήμα 4.23 παρουσιάζεται η σταδιακή αύξηση του ύψους των φυτών πιπεριάς, από την 16η μέχρι την 34η ημέρα από τη σπορά, στα θερμοκήπια PE, PELR και PES, αφού δεν πάρθηκαν μετρήσεις από τα φυτά πιπεριάς του PEHR. Το μέσο ύψος των φυτών κυμάνθηκε από 0,5cm μέχρι 4cm στο PE, από 2cm μέχρι 8,1cm στο PELR και από 1cm μέχρι 5,7cm στο PES. Έτσι, τα φυτά πιπεριάς ήταν ψηλότερα στο PELR. Ο πίνακας 4.23 δείχνει ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα 3 θερμοκήπια.

3.3 Αριθμός και μήκος μεσογονατίων διαστημάτων

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το μέσο αριθμό των μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες, που μετρήθηκαν στο τέλος του πειράματος.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	2,3
PEHR	2,8	PEHR	2,2
PELR	2,9	PELR	2
PES	2,5	PES	2,3
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	-	PE	2
PEHR	2,6	PEHR	-
PELR	2,4	PELR	2,1
PES	2,4	PES	2,1

Πίνακας 4.24: Μέσος αριθμός μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες.

Στον πίνακα 4.25 παρουσιάζεται το μέσο μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες, που μετρήθηκαν στο τέλος του πειράματος.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ (cm)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ ΜΕΣΟΓΟΝΑΤΙΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ (cm)
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	0,4
PEHR	2,1	PEHR	1
PELR	1,4	PELR	1,2
PES	0,8	PES	0,7
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	0,7	PE	0,7
PEHR	3	PEHR	-
PELR	2,4	PELR	1,5
PES	1,3	PES	0,7

Πίνακας 4.25: Μέσο μήκος μεσογονατίων διαστημάτων στα θερμοκήπια για τις 4 καλλιέργειες.

3.4 Νωπό και ξηρό βάρος

Μετά τη λήξη του πειράματος (34 ημέρες από τη σπορά) μετρήθηκαν το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων και των βλαστών όλων των φυτών και από τα 4 θερμοκήπια ξεχωριστά. Στους παρακάτω πίνακες, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών σε μορφή μέσων όρων.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	-	-	PE	3,2	0,6
PEHR	10,5	6	PEHR	7,2	1,7
PELR	6,9	5,1	PELR	2,7	0,8
PES	2	0,8	PES	10.1	2,4
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	0,9	0,8	PE	-	-
PEHR	26	23	PEHR	17,1	7,1
PELR	22,5	21,7	PELR	16,5	7,1
PES	19,9	9,6	PES	7,2	2,6

Πίνακας 4.26: Νωπό βάρος φύλλων και βλαστών των φυτών στα 4 θερμοκήπια.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ (g)	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ (g)
Τομάτα			Μελιτζάνα		
PE	-	-	PE	0,4	0,1
PEHR	1,6	0,7	PEHR	1	0,3
PELR	1	0,6	PELR	0,3	0,1
PES	0,3	0,1	PES	1,5	0,4
Αγγούρι			Πιπεριά		
PE	0,2	0.1	PE	0,2	0,1
PEHR	4,5	1,7	PEHR	-	-
PELR	3,9	1,7	PELR	0,7	0,3
PES	3,8	1	PES	0,5	0,1

Πίνακας 4.27: Ξηρό βάρος φύλλων και βλαστών των φυτών στα 4 θερμοκήπια.

3.5 Φυλλική επιφάνεια

Οι μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας έγιναν με τη βοήθεια scanner και μετρήθηκαν όλα τα φύλλα κάθε φυτού. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τη φυλλική επιφάνεια των τεσσάρων καλλιεργειών στα τέσσερα θερμοκήπια.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (mm ²)	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ/ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (mm ²)
Τομάτα		Μελιτζάνα	
PE	-	PE	3.332
PEHR	7.135	PEHR	5.655
PELR	4.385	PELR	985
PES	1.212	PES	8.133
Αγγούρι		Πιπεριά	
PE	653	PE	-
PEHR	11.813	PEHR	6.546
PELR	10.989	PELR	4.990
PES	8.453	PES	4.577

V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης των θερμοκηπίων στο μικροκλίμα και την αύξηση σποροφύτων τομάτας, αγγουριού, μελιτζάνας και πιπεριάς. Ερευνήθηκε η επιρροή τεσσάρων διαφορετικών υλικών κάλυψης θερμοκηπίου, τα οποία είναι φωτοεκλεκτικά σε διαφορετικούς λόγους το καθένα, στην καλλιέργεια των φυτών. Έτσι, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν το ύψος των φυτών, κατά τη διάρκεια του πειράματος, και στο τέλος τον αριθμό και μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων, το νωπό και ξηρό βάρος και τη φυλλική επιφάνεια.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της διαπερατότητας των τεσσάρων υλικών κάλυψης δείχνουν ότι τα δυο μπλε φωτοεκλεκτικά υλικά απορροφούν έντονα στα μήκη κύματος 300-400nm και 600-750nm. Χρησιμοποιώντας αυτές τις μετρήσεις υπολογίστηκαν οι λόγοι $\zeta(655-665/725-735)$ και $R/FR(600-700/700-800)$. Τα δύο μπλε φωτοεκλεκτικά υλικά είχαν σχεδόν διπλάσιο λόγο ζ από τα υπόλοιπα δυο, γεγονός που δείχνει ότι απορροφούν δυο φορές περισσότερο στο ερυθρό.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων κατά τη διάρκεια του πρώτου πειράματος φαίνεται ότι σε ό,τι αφορά το ύψος των φυτών που ήταν καλυμμένα με τα τέσσερα διαφορετικά υλικά κάλυψης, υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα φυτά τομάτας, την 14^η, 18^η, 24^η και 36^η ημέρα από τη σπορά, στα φυτά αγγουριού την 14^η ημέρα και στα φυτά πιπεριάς την 14^η και 18^η ημέρα από τη σπορά.

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του δεύτερου πειράματος γίνεται φανερό ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών παρατηρήθηκαν στα φυτά μελιτζάνας και μόνο την 26^η ημέρα από τη σπορά.

Κατά τη διάρκεια του τρίτου πειράματος, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις του ύψους των φυτών στα τέσσερα θερμοκήπια.

Τέλος, πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις των κλιματικών παραμέτρων των οποίων τα αποτελέσματα δεν έδειξαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των τεσσάρων θερμοκηπίων.

Βιβλιογραφία

Boodley, J., W., 1998. The Commercial Greenhouse. 2nd Edition. Delmar Publishers. USA.

Boschi, C., Di Benedetto, A., Papagianni P., Cremona C., Benedicto, D., 2000. Cover films and light quality responses in Saintpaulia ionantha. Acta Horticulturae (ISHS), 515: 135-140.

Γαλανοπούλου- Σενδουκά, Σ. 1998. Γεωργικός Πειραματισμός.

Γεωργία- Κτηνοτροφία 6. 2002. Η τομάτα.

Γεωργία- Κτηνοτροφία 9. 2005. Η καλλιέργεια της μελιτζάνας και της πιπεριάς στον Κόσμο, στην Ευρώπη και στην Ελλάδα.

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (www.statistics.gr)

Fletcher, J.M., Tatsiopoulou, A., Hadley, P., Davis, F.J. and Henbest, R.G.C., 2002. Growth, yield and development of strawberry cv. 'Elsanta' under novel photoselective film clad greenhouses. Acta Horticulturae, 633: 99-106

Franklin, K.A., Whitelam, G.C., 2003. Light signals, phytochromes and cross- talk with other environmental cues. Journal of Experim. Bot. 55 (395): 271-276.

Καράταγλης, Σ., Θεσσαλονίκη 1999. Φυσιολογία Φυτών. Τρίτη Έκδοση. Εκδόσεις Art of Text.

Khattak, A.M., Pearson, S., Johnson, C.B., 1999. The effect of spectral filters and nitrogen dose on the growth of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., cv. Snowdon). The journal of Horticultural Science and Biotechnology, 74(2): 206-212.

Κίττας, Κ., Βόλος 2000. Θερμοκήπια. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Kleeman, M., 1340-1440. S16-P80. Effect of photoselective plastics on the quality of lettuce. Symposium 16 (S16): Protected cultivation 2002: In Search of Structures, Systems and Plant Materials for Sunstainable Greenhouse Production. XXVIth International Horticultural Congress.

Λόλας, Π.Χ., 2000. Φυσιολογία Φυτού (Σημειώσεις). Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Μαυρογιαννόπουλος, Γ.Ν., 2001. Θερμοκήπια. Τρίτη Έκδοση. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Mortensen, L.M., Strømme, E., 1987. Effects of light quality on some greenhouse crops. Scientia Horticulturae, 33: 27-36.

Ντόγρας, Κ., και Σιώμος, Α., 1998. Καλλιέργεια λαχανικών σε θερμοκήπια.

Ολύμπιος, Χ., 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.

Pearson, S., Wheldon, A.E. and Hadley, P., 1995. Radiation Transmission and Fluoresence of Nine Greenhouse Cladding Materials. J.agric. Engng Res, 62: 61-70.

Phoenix, J., Henbest, R. and Hadley, P., 2000. The use of far red absorbing films as alternative to chemical. Plant growth regulators. Plasticulture 2000: Proceedings of 15th International Agricultural Plastics Congress, Pensylvania.

Rajapakse, N., Cerny, T., Li, S., Oi, R., 2001. Alteration of greenhouse light environment by photoselective covers to produce compact plants. Acta Horticulturae (ISHS), 559: 243-248.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΔΕΚΕΤΙΑΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

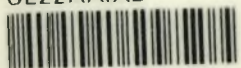
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000091039