

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ
ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ



ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ: ΠΑΥΛΙΔΟΥ ΣΟΦΙΑ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Ι. Γ. ΣΠΑΝΑΚΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

- 1.1. Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....σελ 9
- 1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....σελ 10
- 1.3. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΝ ΔΙΕΘΝΗ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....σελ 12
 - 1.3.1.ΕΥΝΟΪΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....σελ 13
 - 1.3.2.ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....σελ 14
- 1.4. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....σελ 16
 - 1.4.1.ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ..σελ 18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

- 2.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....σελ 19
- 2.2. ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....σελ 20
- 2.3. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....σελ 21
- 2.4. ΥΓΡΑΣΙΑ.....σελ 28
- 2.5. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.....σελ 29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

- 3.1. ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....σελ 29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΛΑΣΤΙΚΑ.....	σελ 33
4.1.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ.....	σελ 34
4.1.2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....	σελ 34
4.2. ΤΥΠΟΙ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	σελ 34
4.2.1. ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ.....	σελ 35
4.2.1.1. ΠΟΛΥΚΑΡΒΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ (PC).....	σελ 35
4.2.1.2. ΣΚΛΗΡΟ ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΟΧΛΩΡΙΔΙΟ (PVC).....	σελ 36
4.2.1.3. ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ.....	σελ 37
4.2.1.4. ΑΚΡΥΛΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ.....	σελ 38
4.2.2. ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΑΛΑΚΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ.....	σελ 39
4.2.2.1. ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ (PE).....	σελ 39
4.2.2.1.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΛΛΩΝ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ.....	σελ 43
4.2.2.2. EVA (ΕΤΗΥΛΕΝΕ VINYL ACETATE).....	σελ 45
4.2.2.3. ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΟΧΛΩΡΙΔΙΟ (PVC).....	σελ 45
4.2.2.4. ΣΕΛΟΥΛΟΖΗ.....	σελ 46
4.2.2.5. ΦΥΛΛΑ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑ.....	σελ 46
4.2.2.6. ΦΘΟΡΙΟΥΧΑ (FLUOROCARBONS).....	σελ 47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1. ΝΕΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΛΛΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

3- ΣΤΡΩΣΕΩΝ.....	σελ 49
5.1.1. ΙΣΧΥΡΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΝΤΟΧΕΣ.....	σελ 51
5.1.2. ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	σελ 52
5.1.3. ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ.....	σελ 53
5.1.4. ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	σελ 54
5.1.5. ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΕΣ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	σελ 55

5.1.6. ΑΝΤΙΣΤΑΓΟΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....σελ 56
5.1.7. ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΤΑ ΦΩΤΟΕΚΛΕΚΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ.....σελ 57
5.1.8. ΜΕΙΩΣΗ ΕΝΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ.....σελ 58

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται διεθνώς σημαντική ανάπτυξη των θερμοκηπιακών καλλιεργειών τόσο εξαιτίας της ανάγκης να εξασφαλιστούν συνθήκες καλύτερης διαβίωσης στον πληθυσμό της γης όσο και της τάσης εντατικοποίησης αλλά και εφαρμογής νέων τεχνολογιών στην γεωργική παραγωγή.

Οι θερμοκηπιακές κατασκευές έχουν άμεση σχέση με την απόδοση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Πολλοί είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα τις αποδόσεις των καλλιεργειών και τη βιωσιμότητα των μονάδων όπως το μέγεθος των θερμοκηπίων, τα υλικά κατασκευής, η αντοχή τους και οι συνθήκες περιβάλλοντος όπως: ο εξαερισμός τους, η θέρμανση, η σκίαση κ.τ.λ.

Η συμβολή των θερμοκηπιακών καλλιεργειών στην Εθνική οικονομία είναι μεγάλη δεδομένου ότι εξασφαλίζουν πολλές ευκαιρίες απασχόλησης και αξιοποιούν πολλές εργατοώρες. Οι θερμοκηπιακές επιχειρήσεις είναι επιχειρήσεις έντασης κεφαλαίου και είναι χαρακτηριστικό ότι ενώ καταλαμβάνουν το 0,1% της γεωργικής γης αποδίδουν το 6,6% της φυτικής παραγωγής. Στα κηπευτικά προϊόντα οι θερμοκηπιακές μονάδες καταλαμβάνουν το 3% της γης που χρησιμοποιείται για κηπευτικά και αποδίδουν το 18,5% της συνολικής παραγωγής κηπευτικών. Στις μέρες μας λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας και της γρήγορης μεταφοράς της στην εφαρμογή έχουμε συνεχή βελτίωση των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων τόσο στον σκελετό όσο και στα υλικά κάλυψης αλλά και στον εξοπλισμό τους.

Με την εργασία αυτή θέλουμε να παρουσιάσουμε την υπάρχουσα κατάσταση αλλά και τις σύγχρονες μοντέρνες και τεχνολογικά νέες τεχνολογίες σχετικά με τα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων.

Ευχαριστώ όλους όσους βοήθησαν στην υλοποίηση της εργασίας αυτής και ειδικότερα θα ήθελα να απευθύνω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Επίκουρο καθηγητή Σ.Τ.Ε.Γ. / Α.Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου, τον Κ. Σπανάκη Ιωάννη για την πολύτιμη βοήθεια του.

Σοφία Α. Παυλίδου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωργική παραγωγή εξαρτάται από παράγοντες που σχετίζονται τόσο με το κληρονομικό δυναμικό του φυτού όσο και με το περιβάλλον. Οι παράγοντες του περιβάλλοντος (διοξείδιο του άνθρακα, θερμότητα, υγρασία κ.α.), είναι απαραίτητο να ρυθμιστούν σωστά όταν θέλουμε να επιτύχουμε μεγιστοποίηση και προγραμματισμό της παραγωγής αλλά και βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.

Με το θερμοκήπιο περιορίζεται το μέγεθος του ελεύθερου φυσικού χώρου και παρέχεται η δυνατότητα προγραμματισμένης και προβλέψιμης παραγωγής. Σ' ένα θερμοκήπιο είναι δυνατό να ρυθμιστούν όλοι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επιδρούν στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών όταν αυτό είναι σχεδιασμένο και εξοπλισμένο σύμφωνα με την σύγχρονη τεχνολογία.

Στα θερμοκήπια καλλιεργούνται κατά κύριο λόγο λαχανικά και φρούτα αλλά και φυτά γλάστρας και κομμένα άνθη. Ειδικής κατασκευής θερμοκήπια χρησιμοποιούνται για ερευνητικούς σκοπούς και για την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού. Σε προεκτάσεις κατοικιών ή ανεξάρτητα, κατασκευάζονται θερμοκήπια ερασιτεχνικά που στόχο έχουν την αξιοποίηση τους από τους ιδιοκτήτες τους.

Αντίθετα με ό,τι συμβαίνει στους άλλους κλάδους της γεωργίας, στα θερμοκήπια της χώρας μας εφαρμόζονται ταυτόχρονα βελτιωμένες και πατροπαράδοτες τεχνικές. Έτσι σε πρόχειρες κατασκευές θερμοκηπίων μπορεί να συναντήσει κανείς μοντέρνα συστήματα ποτίσματος και βελτιωμένους σπόρους

γεγονός που δηλώνει τις ελλείψεις που υπάρχουν στις γνώσεις των παραγωγών ή την καθυστέρηση εφαρμογής των βελτιωμένων μεθόδων. Βέβαια ο κλάδος των θερμοκηπίων στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους δυναμικότερους κλάδους της γεωργίας με ευρύτατα περιθώρια ανάπτυξης παρά το γεγονός ότι ο μεγάλος όγκος των θερμοκηπίων γενικά βρίσκεται σε χαμηλό επίπεδο.

Κεφάλαιο 1^ο

Περί θερμοκηπίων

1.1. Η χρησιμότητα του θερμοκηπίου

Όταν αναφερόμαστε στο θερμοκήπιο εννοούμε μια κατασκευή η οποία καλύπτεται με διαφανές υλικό για να είναι δυνατή η είσοδος όσο το δυνατόν περισσότερου φωτισμού που σκοπό έχει την ανάπτυξη των φυτών. Το ύψος τους είναι τέτοιο που επιτρέπει την είσοδο των ανθρώπων μέσα σε αυτά για εργασία αλλά και την προστασία τους όταν οι καιρικές συνθήκες είναι αντίξοες. Γενικότερα με το θερμοκήπιο αποφεύγονται οι ζημιές από τις άσχημες καιρικές συνθήκες, υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος των φυτών και περιορίζεται η ανάπτυξη ασθενειών στα φυτά. Επιπλέον είναι εφικτός ο χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής έτσι ώστε να προμηθεύεται η αγορά με προϊόντα την απαιτούμενη χρονική στιγμή, ενώ είναι δυνατή η αύξηση της παραγωγής και η βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων εφόσον οι συνθήκες του περιβάλλοντος είναι οι καλύτερες δυνατές. Μια σωστή κατασκευή σε συνδυασμό με τον κατάλληλο εξοπλισμό και τις ικανότητες του καλλιεργητή καλύπτει όλες τις προϋποθέσεις για ένα επιτυχημένο θερμοκήπιο.

1.2. Ιστορική ανασκόπηση

Οι πρώτες προσπάθειες καλλιέργειας φυτών εκτός του φυσικού τους περιβάλλοντος πραγματοποιήθηκαν από τους Κινέζους πολλές χιλιετηρίδες προ Χριστού. Τόσο στην Αίγυπτο όσο και στην Περσία, πολλούς αιώνες προ Χριστού, καλλιεργούσαν λουλούδια σε δοχεία με στόχο των στολισμό των αιθουσών κατά την διάρκεια των εορτών. Γενικότερα η ανάγκη του ανθρώπου για την ευκολότερη εξασφάλιση της τροφής του, τον οδήγησε στο μάζεμα και την καλλιέργεια φυτών.

Από τους Έλληνες συγγραφείς του 5^{ου} π.χ. αιώνα και πιο συγκεκριμένα από τον Πλάτωνα, γνωρίζουμε ότι σε ειδικές λατρευτικές περιπτώσεις που αναφέρονται ως «Κήποι του Άδωνη», αναπτύσσονταν φυτά σε ειδικούς χώρους με ταχύτατους ρυθμούς και αναφέρει ότι αναπτύσσονταν φυτά που προστατευόταν από το κρύο. Επίσης τον 5^ο π.χ. αιώνα ο Θεόφραστος αναφέρεται ως ο πρώτος που μελέτησε την επίδραση που ασκούν το έδαφος, η θερμότητα και ο άνεμος στις καλλιέργειες. Επίσης το 372-287 π.χ. αναφέρει ότι για την καλλιέργεια φυτών εκτός εποχής χρησιμοποιούνταν δοχεία που στην βάση τους είχαν μισοχωνεμένη κοπριά που αύξανε την θερμοκρασία της ρίζας και του υποστρώματος με την ζύμωση. Τα δοχεία αυτά βρισκόταν σε καρότσι και μεταφέρονταν σε ειδικούς χώρους για προστασία από το κρύο.

Πιο συστηματικές προσπάθειες πρωϊμησης λαχανικών και ανθέων έγιναν στην Ρωμαϊκή εποχή. Το 42 π.χ. ο αυτοκράτορας Νέρων διέταξε να κατασκευαστεί με την επίβλεψη ενός ιατρού θερμαινόμενος χώρος με υλικά τάλκη και μίκα με σκοπό να χρησιμοποιηθεί τον χειμώνα για ανάπτυξη αγγουριών (Haman et

al., 1978). Οι Ρωμαίοι καλλιεργούσαν τον 1^ο αιώνα φρούτα και κηπευτικά σε θερμοσπορεία. Ο κηπουρός του Τιβέριου Καίσαρα για να προσφέρει στον Καίσαρα όλο τον χρόνο σαλάτα αγγουριού που αποτελούσε μέρος της δίαιτάς του, χρησιμοποιούσε μεγάλα δοχεία που σκεπάζονταν με διαφανείς επιφάνειες του ορυκτού μίκα. Έτσι διατηρούνταν η θερμότητα η προερχόμενη από την ζύμωση της κοπριάς και επιπλέον ήταν επιτρεπτή η είσοδος του φωτός στον χώρο του φυτού.

Η πρωίμηση κηπευτικών που άρχισε με τους Ρωμαίους ξεχάστηκε για πολλούς αιώνες εξαιτίας των κακών καταστάσεων που επικράτησαν στον χώρο. Τον 16^ο μ.Χ. αιώνα οι έμποροι και οι εξερευνητές αρχίζουν να μεταφέρουν εξωτικά φυτά που δεν μπορούσαν να επιζήσουν στο κλίμα της Β. Ευρώπης. Δημιουργήθηκαν λοιπόν ειδικοί Βοτανικοί κήποι αρχικά στην Ιταλία και μετά στην Ολλανδία και την Αγγλία με σκοπό την παρατήρηση των εξωτικών φυτών.

Τον 17^ο αιώνα τα εξωτικά φυτά εκτός από το βοτανικό και φαρμακευτικό ενδιαφέρον που παρουσίαζαν άρχισαν να χρησιμοποιούνται και ως φυτά διακόσμησης και παραγωγής από την αριστοκρατία της Βόρειας Ευρώπης. Πολύ δημοφιλή ήταν τα εσπεριδοειδή των οποίων η καλλιέργεια ήταν σχετικά εύκολη.

Τον 18^ο αιώνα κατασκευάζονταν πλέον θερμοκήπια με ξύλινο σκελετό και υαλοπίνακες. Οι Ολλανδοί ήταν από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν στέγη με κεκλιμένες επιφάνειες από γυαλί. Με το τέλος του 18^{ου} μ.Χ. αιώνα η τέχνη της ανάπτυξης των φυτών έγινε πλέον επιστήμη.

Τον 19^ο αιώνα υπήρχε μεγάλη εξέλιξη στα θερμοκήπια και για πρώτη φορά προτάθηκαν ο σίδηρος και το γυαλί για την κατασκευή των θερμοκηπίων.

Τον 20^ο αιώνα τα θερμοκήπια εξελίσσονται ραγδαία από πλευράς υλικών κατασκευής. Το γυαλί αντικαθιστούν τα εύκαμπτα και τα σκληρά φύλλα πλαστικού ενώ κατασκευάζονται σκελετοί θερμοκηπίων τόσο από ξύλο, όσο από αλουμίνιο και γαλβανισμένο σίδηρο. Τον αιώνα αυτό η εξέλιξη της ηλεκτρονικής σε συνδυασμό με την αύξηση του επιπέδου των γνώσεων σχετικά με τις ανάγκες για αύξηση και ανάπτυξη των φυτών επέτρεψαν την εξέλιξη των θερμοκηπίων σε μεγάλο βαθμό.

1.3. Σημερινή κατάσταση στον διεθνή χώρο και την Ελλάδα

Σύμφωνα με τα στοιχεία του 2001 υπάρχουν παγκοσμίως 2.500.000 στρέμματα θερμοκηπίων εκτός από την Κίνα, εκ των οποίων τα 650.000 στρ. είναι υαλόφρακτα και τα 1.850.000 στρ. είναι καλυμμένα με φύλλα πλαστικού. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν 1.200.000 στρ. θερμοκηπίων εκ των οποίων τα 300.000 στρ. είναι υαλόφρακτα και τα πλαστικής κάλυψης είναι 900.000 στρ. Συγκριτικά με τον συνολικό αριθμό θερμοκηπίων παγκόσμια, τα θερμοκήπια της Ε. Ε καταλαμβάνουν το 48%. Στα θερμοκήπια που είναι καλυμμένα με πλαστικό η Ισπανία κατέχει την πρώτη θέση. Ακολουθεί η Ιταλία, η Γαλλία και έπειτα η Ελλάδα.

Στην χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Από το 1961 και μετά σημειώνεται σημαντική εξάπλωση των θερμοκηπίων με την χρήση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης. Το υλικό αυτό ήταν αρκετά οικονομικό και ευπροσάρμοστο όσον αφορά στα διάφορα σχήματα των σκελετών

και έτσι πολλοί καλλιεργητές κατασκεύαζαν μόνοι τους θερμοκήπια χωρίς την απαίτηση σημαντικών κεφαλαίων. Η δημιουργία διαφόρων βιοτεχνιών κατασκευής με την πάροδο των χρόνων, βελτίωσαν πολύ την ποιότητα κατασκευής των θερμοκηπίων με αποτέλεσμα την σημαντική τους εξάπλωση, τα οποία έφτασαν στα 43.564 στρέμματα το 1999.

Την εικοσαετία 1961-1981 παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των εκτάσεων των θερμοκηπίων η οποία συνεχίστηκε και την δεκαετία 1983-1992 με ελαφρώς βραδύτερους ρυθμούς.

1.3.1. Ευνοϊκοί παράγοντες για την αύξηση των θερμοκηπίων στην Ελλάδα

Οι σημαντικότεροι παράγοντες για την αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα μπορούν να αναφερθούν οι παρακάτω:

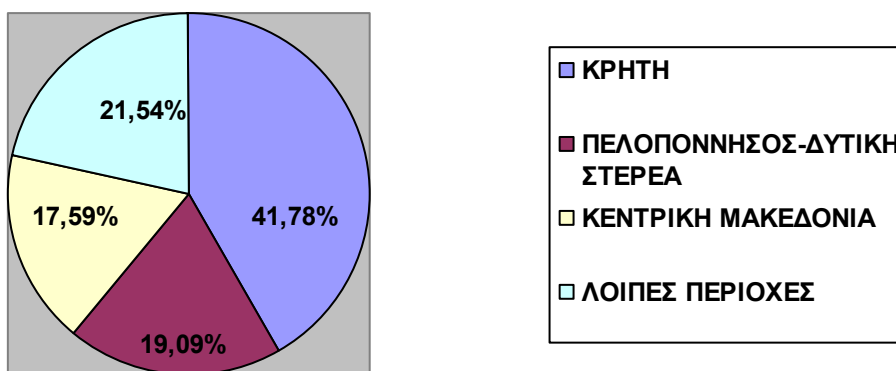
- ➔ Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της Ελλάδος
- ➔ Η αύξηση της ζήτησης των θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά
- ➔ Η τάση για εντατικοποίηση των καλλιεργειών που μπορούσαν να εξασφαλίσουν υψηλότερα εισοδήματα από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος και τέλος,
- ➔ Η κρατική πολιτική που με την θέσπιση οικονομικών κινήτρων, ενθάρρυνε τόσο την προώθηση διαφόρων έργων υποδομής, όσο και τις καλλιέργειες.

1.3.2. Χωροταξική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα

Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες πολλών περιοχών της χώρας μας σύμφωνα με ερευνητικά δεδομένα και με απόψεις ειδικών, θεωρούνται ιδανικές για την παραγωγή θερμοκηπιακών προϊόντων. Έτσι, τα περισσότερα θερμοκήπια συγκεντρώνονται σε περιοχές με άφθονη ηλιακή ενέργεια και με ήπιο χωρίς παγετούς χειμώνα, όπου οι ανάγκες για θέρμανση είναι σαφώς περιορισμένες και κατά συνέπεια μειώνεται αφενός το κόστος παραγωγής, αφετέρου ο κίνδυνος να υποστεί ζημιές η καλλιέργεια. Πιο συγκεκριμένα, τα θερμοκήπια κηπευτικών απαντώνται κατά σειρά στην Κρήτη, στην Πελοπόννησο, στη Δυτική και κεντρική Μακεδονία, στη Θεσσαλία και τέλος στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, ενώ τα θερμοκήπια ανθοκομικών βρίσκονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στην Αττική και ακολουθούν η Κρήτη, η Πελοπόννησος, η Δυτική – Κεντρική Μακεδονία, η Θεσσαλία, η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη και τέλος η Ήπειρος. Η Κρήτη, η Πελοπόννησος και τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου είναι οι περιοχές που συγκεντρώνεται το 65% των θερμοκηπίων της χώρας. Οι μέσες θερμοκρασίες Ιανουαρίου στις περιοχές αυτές κυμαίνονται από 10-13 °C και οι μέσες ελάχιστες από 6,4 έως 9,5 °C . Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά η % κατανομή των θερμοκηπίων στον Ελλαδικό χώρο.

Πίνακας 1. Γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων και των κηπευτικών καλλιεργειών στην χώρα μας

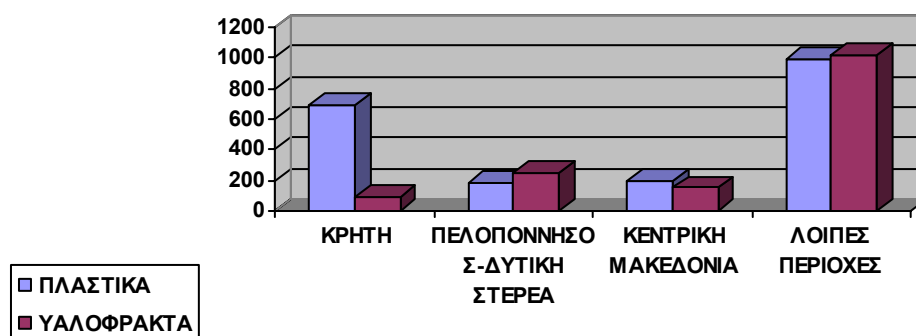
Περιοχές	Κηπευτικά		
	πλαστικά	υαλόφρακτα	Ποσοστό (%)
Κρήτη	16589	121	41,78
Πελοπόννησος- Δυτική Στερεά	7608	27	19,09
Κεντρική Μακεδονία	7034	0	17,59
Λοιπές Περιοχές	8452	165	21,54
Σύνολο Χώρας	39683	313	100,00
Ποσοστό (%)	99,2	0,8	



ΓΡΑΦΗΜΑ 1: ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Πίνακας 2. Γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων και των ανθοκομικών καλλιεργειών στην Χώρα μας

Περιοχές	Ανθοκομικά		
	πλαστικά	υαλόφρακτα	Ποσοστό (%)
Κρήτη	696	94	22,14
Πελοπόννησος- Δυτική Στερεά	186	244	12,05
Κεντρική Μακεδονία	191	150	9,56
Λοιπές Περιοχές	995	1012	56,25
Σύνολο Χώρας	2068	1500	100,00
Ποσοστό	57,9	42,1	



ΓΡΑΦΗΜΑ 2: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΑΛΟΦΡΑΚΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΜΕ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΑ ΣΤΗΝ ΧΩΡΑ ΜΑΣ

1.4. Ποιότητα και προέλευση κατασκευής θερμοκηπίων

Όσον αφορά την ποιότητα κατασκευής των θερμοκηπίων, τα θερμοκήπια που εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην Ελλάδα (1955-1960) για την παραγωγή ανθοκομικών προϊόντων ήταν κατασκευασμένα από μεταλλικό σκελετό και είχαν κάλυψη από γυαλί. Τα θερμοκήπια αυτά όμως δεν είχαν πάντα θετικό οικονομικό αποτέλεσμα τόσο εξαιτίας του υψηλού κόστους κατασκευής τους όσο εξαιτίας των ελλιπών καλλιεργητικών τεχνικών και του χαμηλού επιπέδου μόρφωσης των παραγωγών. Σε απλούστερες κατασκευές και οικονομικότερες λύσεις στράφηκαν οι παραγωγοί από το 1961 με την είσοδο στην Ελληνική αγορά του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικό κάλυψης το οποίο χρησιμοποιείται μέχρι και τις μέρες μας.

Τα θερμοκήπια που έχουν εισαχθεί μέχρι σήμερα στην χώρα μας παρουσιάζουν μεγάλο εύρος διακύμανσης όσον αφορά στις προδιαγραφές τους και στην αντοχή των υλικών κάλυψης. Η προέλευση τους είναι κυρίως από την Ολλανδία, την Ιταλία και την Γαλλία αλλά και από το Βέλγιο και την Μ. Βρετανία.

Στην χώρα μας υπάρχουν κάποιες βιοτεχνίες κατασκευής θερμοκηπίων οι οποίες βρίσκονται στην Κρήτη, στην Στερεά Ελλάδα, στην Πελοπόννησο, στην Θεσσαλονίκη, στην Θεσσαλία και στην Ήπειρο. Σε αυτές τις βιοτεχνίες κατασκευάζονται κυρίως το αμφικλινές θερμοκήπιο την Ιεράπετρας και το μεταλλικό αμφικλινές, το μεταλλικό τοξωτό και το τροποποιημένο τοξωτό θερμοκήπιο. Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι οι κατασκευές αυτές δεν είναι άριστες και έχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης. Μια συγχώνευση των μικρών Ελληνικών βιομηχανιών θα αποτελούσε

πολύ καλή λύση για την εξέλιξη και αναβάθμιση τους, ώστε να αποκτήσει η χώρα μας ένα αξιόλογο δυναμικό κατασκευής θερμοκηπίων.

1.4.1. Προβλήματα θερμοκηπιακών κατασκευών

Οι θερμοκηπιακές κατασκευές στην χώρα μας αλλά και σε πολλές Μεσογειακές χώρες αντιμετωπίζουν αρκετά προβλήματα τα κυριότερα από τα οποία είναι τα εξής:

- Η μηχανική αντοχή των θερμοκηπίων σε φορτία από τον άνεμο, το χιόνι και τα φυτά είναι συνήθως ανεπαρκής
- Οι διαστάσεις και τα μεγέθη των θερμοκηπίων είναι ακατάλληλα και πολλές φορές δεν είναι δυνατή η είσοδος μηχανημάτων ή είναι δύσκολη η μετακίνηση τους για την εκτέλεση διαφόρων εργασιών
- Η κλίση της οροφής σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πολύ μικρή με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η απομάκρυνση των σταγόνων νερού και η κίνηση του αέρα. Η κλίση πρέπει να είναι τουλάχιστον 28° ενώ σχετικά με το σχήμα της οροφής, οι τοξωτές οροφές επιτρέπουν την διέλευση περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας από τις αμφίρρικτες.
- Ο φωτισμός στα μεσογειακά θερμοκήπια είναι γενικά μικρός τόσο εξαιτίας των οροφών που έχουν μικρές κλίσεις, όσο και εξαιτίας της συσσωρευμένης σκόνης στα υλικά κάλυψης και στην ύπαρξη υγρασίας.

- Ο αερισμός των θερμοκηπίων είναι συνήθως ανεπαρκής λόγω έλλειψης των απαιτούμενων ανοιγμάτων αερισμού.
- Η ποιότητα των φύλλων πλαστικού που χρησιμοποιούνται πολλές φορές αλλά και ο τρόπος τοποθέτησής τους, δεν είναι ικανοποιητικοί.
- Το αρδευτικό νερό στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ακατάλληλο γι' αυτό σημαντική είναι η συγκέντρωση του από τις υδροροές του θερμοκηπίου.

Κεφάλαιο 2^ο

Το περιβάλλον του θερμοκηπίου

2.1. Θερμοκρασία

Ο παράγοντας που επηρεάζει περισσότερο την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών είναι η θερμοκρασία γιατί επηρεάζει σχεδόν όλες τις λειτουργίες των φυτών. Η φωτοσύνθεση, η αναπνοή, η διαπνοή και άλλες λειτουργίες των φυτών επηρεάζονται άμεσα από τα επίπεδα της θερμοκρασίας. Κάθε φυτό ανάλογα με το είδος του έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε θερμοκρασία όμως σε όλα τα φυτά οι θερμοκρασιακές απαιτήσεις κυμαίνονται από 0 έως και 46°C. Γενικά τα φυτά έχουν απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για διακοπή του λήθαργου, καρποφορία και διαφοροποίηση των οφθαλμών, απαιτήσεις σε εδαφική θερμοκρασία για την βλάστηση

και το φύτευμα των σπόρων αλλά και απαιτήσεις σε θερμοκρασία αέρα και εδάφους για την βλαστική και αναπαραγωγική φάση.

Στα θερμοκήπια που καλύπτονται με φύλλα πλαστικού η θερμοκρασία του αέρα τους θερμούς μήνες παίρνει μέγιστες τιμές υψηλότερες από τις άριστες ενώ τους χειμερινούς μήνες οι τιμές πέφτουν σε πολύ χαμηλά επίπεδα κάτω από τις απαιτούμενες τιμές για τα φυτά.

2.2. Θέρμανση

Σε αρκετές περιπτώσεις θερμοκηπίων, κυρίως αυτών που καλύπτονται με πολυαιθυλένιο, οι θερμοκρασίες τους χειμερινούς μήνες πέφτουν κάτω από τους 13°C ενώ σε μερικές περιπτώσεις ακόμη και κάτω από τους 0°C . Παρατηρήθηκε ότι η θέρμανση τους επέφερε θετικά αποτελέσματα αλλά το κόστος ήταν μεγάλο και ασύμφορο με κοινά καύσιμα. Έτσι οι ερευνητές άρχισαν να χρησιμοποιούν κάποιες μεθόδους όπως οι θερμοκουρτίνες, η χρήση ειδικών υλικών κάλυψης, η μόνωση του βόρειου τοίχου κ.τ.λ. οι οποίες όμως δεν επέφεραν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν αύξαναν την θερμοκρασία κατά $1-2^{\circ}\text{C}$ αλλά το συνολικό αποτέλεσμα ήταν κάτω από τους 3°C . Ο ψεκασμός νερού στην στέγη των θερμοκηπίων και η χρήση του παθητικού ηλιακού συστήματος με πλαστικούς σωλήνες γεμάτους νερό, ήταν ακόμη πιο αποτελεσματικές μέθοδοι διότι αύξαναν την ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα του θερμοκηπίου κατά $3-6^{\circ}\text{C}$ και έτσι εφαρμόστηκαν αρκετά. Όσον αφορά στις εφαρμογές αυτές, τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσαν ο συνδυασμός διπλής κάλυψης ή θερμοκουρτινών με το παθητικό

ηλιακό σύστημα που αύξαναν την θερμοκρασία κατά 5-7 °C αλλά καμία τεχνική δεν επέφερε αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας κατά 12-13 °C που είναι το άριστο. Η εφαρμογή ενός απλού ή και πιο πολύπλοκου συστήματος θέρμανσης είναι ο τρόπος για την σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος της θερμοκρασίας μέσα στα θερμοκήπια.

2.3. Αερισμός των θερμοκηπίων

Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα θερμοκήπια τους καλοκαιρινούς μήνες είναι η υπερβολική άνοδος της θερμοκρασίας του αέρα των θερμοκηπίων. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού η θερμοκρασία στα θερμοκήπια συχνά ανεβαίνει ακόμη και πάνω από τους 40 °C τόσο εξαιτίας της υψηλής έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, όσο και εξαιτίας του ανεπαρκούς αερισμού σε συνδυασμό με τις κλιματικές συνθήκες των μεσογειακών χωρών. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος υπάρχουν τα παρακάτω μέσα επίλυσης:

- A. Αερισμός
- B. δροσισμός με εξάτμιση νερού
- C. σκίαση

A. Ο αερισμός των θερμοκηπίων διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- a) Τον φυσικό ή στατικό αερισμό
- b) Τον δυναμικό αερισμό

a) Φυσικός αερισμός

Στον φυσικό αερισμό η κίνηση του αέρα οφείλεται στις διαφορές πίεσης που δημιουργούνται λόγω στιγμιαίων φυσικών συνθηκών και πραγματοποιείται με ανοίγματα στα πλάγια και στην οροφή των θερμοκηπίων.

Ο πλάγιος φυσικός αερισμός χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια χαμηλής τεχνολογίας με χειροκίνητο σύστημα, με δύο τρόπους. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι αυτός με τον οποίο τυλίγεται το πλαστικό στον σωλήνα στήριξής του. Ο άξονας κίνησης σταθεροποιείται με ιμάντες ή πλαστικό σχοινί. Ο δεύτερος τρόπος είναι αυτός στον οποίο ο άξονας κίνησης στηρίζεται σε έδρανα στο πιο ψηλό σημείο της πλευράς του θερμοκηπίου. Το πλαστικό στην περίπτωση αυτή δεν τυλίγεται αλλά διπλώνεται. Ο πλάγιος φυσικός αερισμός είναι ο ευκολότερος από όλους όσον αφορά στην κατασκευή του αλλά δεν είναι ο καταλληλότερος τρόπος αερισμού μια και λειτουργεί καλά μόνο σε χαμηλής ταχύτητας ανέμους.

Ο φυσικός αερισμός οροφής γίνεται με παράθυρα οροφής ή συνεχή ανοίγματα οροφής. Η πιο συνηθισμένη χρήση των παραθύρων οροφής είναι στα γυάλινα θερμοκήπια και στα πλαστικά τοξωτά θερμοκήπια. Τα ανοίγματα οροφής είναι ο καλύτερος τρόπος για τον φυσικό αερισμό των θερμοκηπίων. Πλεονέκτημα του είναι η μικρή δαπάνη λειτουργίας του όμως σημαντικό μειονέκτημα του είναι η αναποτελεσματικότητα του τους καλοκαιρινούς μήνες σε αρκετές περιοχές της χώρας μας και το υψηλό κόστος κατασκευής του.

b) Δυναμικός αερισμός

Στον δυναμικό αερισμό η κίνηση του αέρα οφείλεται στις διαφορές πίεσης από ειδικές τεχνητές συνθήκες. Η τεχνητή διαφορά πίεσης επιτυγχάνεται μέσω ηλεκτροκίνητων ανεμιστήρων ή εξαεριστήρων. Η είσοδος του αέρα γίνεται από πλάγια παράθυρα και όσο περισσότερα είναι τα σημεία εισόδου τόσο πιο ομοιογενής είναι ο αερισμός. Ο δυναμικός αερισμός είναι καλύτερος από τον φυσικό αλλά δαπανηρότερος στην λειτουργία του. Σε συνδυασμό με τον δροσισμό αποτελούν τον καλύτερο τρόπο αερισμού σε περιοχές που πλήττονται από ανέμους.



Εικόνα 1 : Στα θερμοκήπια με δυναμικό εξαερισμό η ανανέωση του αέρα στο εσωτερικό είναι ικανοποιητική ακόμα και σε περιπτώσεις άπνοιας

B. Δροσισμός

Όταν αναφερόμαστε στον δροσισμό των θερμοκηπίων εννοούμε την μείωση της θερμοκρασίας των χώρων τους με εξάτμιση νερού. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό είναι τα εξής:

- ✚ ποτίσματα
- ✚ εκτόξευση νερού σε μορφή λεπτών σταγόνων
- ✚ διαβροχή φυτών
- ✚ διαβροχή εδάφους
- ✚ βίαιη ροή αέρα μέσα από υγρά διαπερατά πετάσματα

Τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει το σύστημα της βίαιης ροής αέρα μέσα από υγρά διαπερατά πετάσματα, όπως τα συνθετικά νήματα, τα ρινίσματα λευκού ξύλου, η πλαστική κυψέλη, τα φύκια, η διογκωμένη άργιλος κ.α. Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος παρουσιάζεται παρακάτω:

Στο θερμοκήπιο δημιουργείται υποπίεση με την βοήθεια εξαεριστήρων και ο θερμός και ξηρός αέρας εξατμίζει το νερό όντας αναγκασμένος να περάσει μέσα από το υγρό πέτασμα και με μειωμένη θερμοκρασία διαχέεται στο θερμοκήπιο. Κατά την διάρκεια λειτουργίας του συστήματος όλα τα παράθυρα του θερμοκηπίου πρέπει να είναι κλειστά ώστε ο εξωτερικός αέρας να αναγκάζεται να περάσει μέσα από τα πετάσματα. Ο ψυχρός αέρας κινείται και πάνω από τα φυτά οπότε τοποθετούνται μέχρι το ύψος των φυτών πλαστικά διαφανή διαφράγματα ώστε ο αέρας να κατευθύνεται προς τα κάτω.

Με το σύστημα του δροσισμού ανανεώνεται ο αέρας και εξασφαλίζεται η μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας μέχρι 12 °C

και αύξηση της υγρασίας στο 70-90% που είναι και η επιθυμητή. Επιπλέον φιλτράρεται ο αέρας και απαλλάσσεται από έντομα, σκόνη κ.τ.λ. ενώ το όλο σύστημα γενικά έχει χαμηλό κόστος λειτουργίας.



Εικόνα 2 : Πάνελ Δροσισμού



Εικόνα 3 : Οι πολύ λεπτές σταγόνες που δημιουργεί το σύστημα ομίχλης μειώνουν την θερμοκρασία κατά 5 – 14°C

C. Σκίαση

Η σκίαση των θερμοκηπίων πραγματοποιείται συνήθως με χρωματισμό του καλύμματος και με διάφορα σκίαστρα που τοποθετούνται είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά του θερμοκηπίου ή αποτελούν το υλικό κάλυψης. Ο χρωματισμός των θερμοκηπίων γίνεται με διάλυμα γύψου με ασβέστη σε αναλογία 1,5-2 Kgr/10 Kgr νερού. Η χρήση του όμως δεν συνίσταται διότι φθείρει το αλουμίνιο και τα λάστιχα που συγκρατούν τα τζάμια. Πιο συχνά χρησιμοποιείται βαφή από στόκο με νερό και μικρή ποσότητα λινελαίου αλλά και αραιωμένα πλαστικά χρώματα. Τον χειμώνα τα

καλύμματα πλένονται μια και οι βαφές πρέπει να απομακρύνονται εφόσον δεν χρειάζεται η σκίαση. Σαν σκίαστρα χρησιμοποιούνται έγχρωμα πλαστικά αλλά και διάτρητα ή μεταλλικά υλικά. Η διάμετρος των οπών των διαφόρων υλικών καθορίζει το ποσοστό της σκίασης.

Ο καλύτερος τρόπος για την μείωση της έντασης του φωτισμού είναι οι κουρτίνες αραιής ύφανσης που ανοίγουν ή κλείνουν ανάλογα με την ένταση του φωτισμού. Με την μέθοδο αυτή η θερμοκρασία των σκιασμένων φυτών είναι 5°C χαμηλότερη από τα φυτά που δεν είναι υπό τη σκιά. Υπάρχουν επίσης κουρτίνες κατασκευασμένες από ειδικά υλικά οι οποίες την ημέρα χρησιμοποιούνται για σκίαση και την νύχτα σαν θερμοκουρτίνες για την συγκράτηση της θερμότητας τις κρύες νύχτες.

Ένα σύγχρονο και ασφαλές σύστημα σκίασης στις μέρες μας είναι το push-pull. Το ύφασμα σκίασης τύπου αλουμινίου ULS , ανήκει στην νεότερη γενιά υφασμάτων και δίνει περίπου σκίαση 70%. Η λειτουργία του γίνεται μέσω αυτοματισμών κατόπιν κατάλληλης εντολής από τον υπολογιστή.

Το σύστημα αυτό έχει αντοχή στον αέρα, μεγάλη προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία και αντοχή στην γήρανση.



Εικόνα 4 : Τα συνήθη υλικά σκίασης περιορίζουν την υπέρυθρη αλλά και την ορατή ακτινοβολία

2.4. Υγρασία

Η υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες της σύστασης του περιβάλλοντος των φυτών. Όταν αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία, αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα οπότε μειώνεται η υγρασία. Οι ανταλλαγές θερμότητας μέσα στο θερμοκήπιο είναι συνδυασμένες με την μεταφορά θερμότητας με την εξάτμιση νερού και την συμπύκνωση νερού, παίρνοντας και δίνοντας θερμότητα υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας.

Όπως γνωρίζουμε η εξατμισοδιαπνοή των φυτών είναι μεγαλύτερη την ημέρα από ότι την νύχτα και έτσι η πυκνότητα των υδρατμών στον χώρο του θερμοκηπίου είναι μεγαλύτερη κατά την διάρκεια της ημέρας. Σε κατάσταση ισορροπίας, η απόλυτη υγρασία στον χώρο του θερμοκηπίου είναι ομοιόμορφη σε όλο τον χώρο. Αυτή που ποικίλει είναι η θερμοκρασία με αποτέλεσμα να υπάρχουν σημαντικές διαφορές σε σχετική υγρασία στα διάφορα σημεία του θερμοκηπίου. Έτσι δημιουργείται διαφορετική συχνότητα συμπύκνωσης υδρατμών πάνω στα φυτά, που ευνοεί την βλάστηση σπορίων των μυκήτων και την ανάπτυξη των βακτηρίων. Για την αποφυγή της επιφανειακής συμπύκνωσης συμβάλλει η μείωση της ποσότητας των υδρατμών του αέρα και η αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του. Για την αύξηση της θερμοκρασίας των φυτών χρησιμοποιούνται αερόθερμα ή σωλήνες θέρμανσης ψηλά. Όσον αφορά στην συμπύκνωση υδρατμών σημαντικό ρόλο έχουν τα χαρακτηριστικά θερμοπερατότητας των υλικών κατασκευής. Ελάττωση της θερμοπερατότητας των υλικών κατασκευής σημαίνει αύξηση της θερμοκρασίας της εσωτερικής πλευράς του υλικού κάλυψης.

2.5. Διοξείδιο του άνθρακα

Όπως γνωρίζουμε η φωτοσύνθεση επηρεάζεται άμεσα από την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα του αέρα εφόσον αυτό αποτελεί την πρώτη ύλη της φωτοσύνθεσης. Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα επηρεάζει τόσο την φωτοσυνθετική λειτουργία όσο και την μορφογένεση των φυτών.

Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα σε κανονικές συνθήκες στον αέρα είναι 0,035%. Στα φυτά του θερμοκηπίου η ανάπτυξη τους σταματά σε ελάχιστη ποσότητα CO₂ γύρω στο 0,0125%.

Κεφάλαιο 3^ο

Τύποι θερμοκηπίων

3.1. Διάκριση θερμοκηπίων

- 1) με το σχήμα και τις διαστάσεις της βασικής τους κατασκευαστικής μονάδας
- 2) τα υλικά σκελετού και κάλυψης αλλά και
- 3) με το σύστημα εξαερισμού που διαθέτουν.

1) Τα βασικά σχήματα των θερμοκηπίων από τα οποία προκύπτουν και τα υπόλοιπα σχήματα είναι δύο: Το τοξωτό και το αμφικλινές.

Στα τοξωτά θερμοκήπια χρησιμοποιούνται επαναλαμβανόμενα τόξα γι' αυτό και είναι εύκολη η κατασκευή τους. Επιπλέον το κόστος τους είναι χαμηλό εξαιτίας του ελαφρού τους σκελετού. Σημαντικά μειονεκτήματα τους είναι η δυσκολία κατασκευής παθητικού εξαερισμού οροφής, η δυσκολία της ανθρώπινης εργασίας στις άκρες του τόξου αλλά και η καθόλου εύκολη κατασκευή υαλόφρακτων θερμοκηπίων αυτού του τύπου.

Στα αμφικλινή θερμοκήπια παρατηρείται ομοιομορφία στα σκελετικά τους στοιχεία με αποτέλεσμα να είναι εύκολη η τυποποίησή τους. Είναι εύκολη η κατασκευή τους με υαλοπίνακες, ενώ είναι ευρύχωρα και παρέχουν την δυνατότητα παθητικού εξαερισμού οροφής.

Όσον αφορά στις διαστάσεις τους, τα θερμοκήπια διακρίνονται σε:

- χαμηλά (το ύψος της χαμηλής πλευράς είναι 1.8-2.6m)
- υψηλά (η χαμηλά πλευρά τους έχει ύψος 2,6m ή και περισσότερο). Τα αμφικλινή υψηλά μπορούν να διακριθούν επίσης σε υψηλής οροφής (τύπου Wide Span) και χαμηλής οροφής (τύπου Venlo)
- θερμοκήπια με κατασκευαστική μονάδα πλάτους πάνω από 5m
- θερμοκήπια με κατασκευαστική μονάδα μικρού πλάτους κάτω από 5m.

2) Ως προς την διάκριση των θερμοκηπίων σε σχέση με τα χρησιμοποιούμενα υλικά σκελετού, αυτά διακρίνονται σε:

- Ξύλινα θερμοκήπια
- Μεταλλικά θερμοκήπια από γαλβανισμένο χάλυβα
- Θερμοκήπια από αλουμίνιο

Ως προς την διάκριση των θερμοκηπίων σε σχέση με τα χρησιμοποιούμενα υλικά κάλυψης, τα θερμοκήπια διακρίνονται σε:

- Υαλόφρακτα θερμοκήπια
- Θερμοκήπια με διαφανές κάλυμμα από εύκαμπτο πλαστικό φύλλο
- Θερμοκήπια με διαφανές κάλυμμα από σκληρό πλαστικό

Τα θερμοκήπια επίσης μπορεί να είναι απλής γραμμής κατασκευασμένα από μια σειρά βασικών κατασκευαστικών μονάδων τοποθετημένων κατά μήκος, αλλά και πολλαπλής γραμμής, τα οποία προέρχονται από τα απλής γραμμής συνδεδεμένα μεταξύ τους στην πλευρά.

Ο διαχωρισμός των θερμοκηπίων με βάση το διαθέσιμο σύστημα εξαερισμού γίνεται ως εξής:

- ✚ Θερμοκήπια με φυσικό εξαερισμό
- ✚ Θερμοκήπια με δυναμικό εξαερισμό



Εικόνα 5 : Γυάλινο θερμοκήπιο τύπου Venlo με οροφή από προφίλ αλουμινίου

Κεφάλαιο 4^ο

Υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων

Το διαφανές υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποσότητα και την ποιότητα του φωτός που περνάει στον χώρο φυτών. Σημαντικό είναι να διέρχεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα φωτισμού και να ευνοείται η διάχυση του ώστε να υπάρχει ομοιομορφία στον χώρο. Τα υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων είναι οι υαλοπίνακες και τα πλαστικά φύλλα. Το γυαλί είναι αδιαπέραστο σε αέρια και υδρατμούς, διατηρεί τις ιδιότητες του αναλλοίωτες στον χρόνο και επιτρέπει την μικρού κύματος ακτινοβολία να εισέλθει στο εσωτερικό του θερμοκηπίου όμως έχει υψηλό κόστος

αγοράς και είναι εύθραυστο. Τα πλαστικά υλικά αντικατέστησαν πολύ γρήγορα το γυαλί στην κάλυψη των θερμοκηπίων εξαιτίας των πολλαπλών τους πλεονεκτημάτων.

4.1. Γενικά για τα πλαστικά

Όταν αναφερόμαστε στα πλαστικά, εννοούμε οργανικά υλικά που έχουν ως βασικό συστατικό τους τον άνθρακα. Εκτός από τον άνθρακα τα περισσότερα πλαστικά περιέχουν υδρογόνο αλλά και οξυγόνο. Ορισμένα μπορεί να περιέχουν και άζωτο, χλώριο και φθόριο.

Τα πλαστικά είναι συνθετικά πολυμερή υλικά που στην σύνθεση των μορίων τους συμμετέχουν χιλιάδες άτομα. Οι σπουδαιότερες ομάδες φυσικών πολυμερών είναι οι πολυσακχαρίτες, τα νουκλειικά οξέα και οι πρωτεΐνες. Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των πλαστικών είναι οι εξής:

- ☀ Προϊόντα φυτικής και ζωικής προέλευσης όπως είναι η καζείνη και η κυτταρίνη
- ☀ Υποπροϊόντα του πετρελαίου
- ☀ Υποπροϊόντα του γαιάνθρακα

4.1.1. Γενικές ιδιότητες πλαστικών

- ☀️ Ανθεκτικά στην ατμοσφαιρική διάβρωση και στην διάβρωση πολλών χημικών αντιδραστηρίων
- ☀️ Αντέχουν στην έλξη σε σχέση με το βάρος τους
- ☀️ Μαλακώνουν σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες
- ☀️ Έχουν χαμηλή σχετική πυκνότητα
- ☀️ Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή διαφανών επιφανειών ή φύλλων αλλά τα περισσότερα έχουν την δυνατότητα να χρωματισθούν

4.1.2. Στοιχεία καταλληλότητας των πλαστικών υλικών κάλυψης των θερμοκηπίων

Τα πλαστικά υλικά κάλυψης των θερμοκηπίων για να είναι κατάλληλα θα πρέπει να έχουν κάποιες ιδιότητες:

- ▶ Να είναι διαπερατά στην ηλιακή ακτινοβολία μήκους κύματος 0,3-2,0 μ και αδιαπέραστα στην θερμική ακτινοβολία μήκους κύματος 6-15 μ
- ▶ Να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής
- ▶ Να είναι εύκαμπτα και ανθεκτικά
- ▶ Να είναι οικονομικά
- ▶ Να διαμορφώνονται σε φύλλα μεγάλου πλάτους

4.2. Τύποι πλαστικών υλικών

Τα διάφορα πλαστικά υλικά των θερμοκηπίων διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες: α) τις επιφάνειες σκληρού πλαστικού και β) τα εύκαμπτα πλαστικά φύλλα

4.2.1. Επιφάνειες σκληρού πλαστικού

Οι επιφάνειες σκληρού πλαστικού είναι μεγαλύτερου πάχους από τα πλαστικά φύλλα και λιγότερο εύκαμπτες από αυτά. Σ' αυτές ανήκουν οι πολυκαρβονικές επιφάνειες (PC), ο ενισχυμένος πολυεστέρας, το σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και οι ακρυλικές επιφάνειες.

4.2.1.1. Πολυκαρβονικές επιφάνειες (PC)

Οι πολυκαρβονικές επιφάνειες (Polycarbonates) είναι θερμοπλαστικοί πολυεστέρες που χρησιμοποιούνται εκτός από την κατασκευή επιφανειών κάλυψης και για την κατασκευή λαμπτήρων, πλαστικών ποτηριών του καφέ κ.λ.π. Έχουν υψηλή αντοχή στα χτυπήματα και στις υψηλές θερμοκρασίες ενώ η διάρκεια ζωής τους είναι αρκετά μεγάλη (περίπου 10 χρόνια).

Στο εμπόριο κυκλοφορούν υπό μορφή αυλακωτών επιφανειών και υπό μορφή διπλών τοιχωμάτων. Οι επιφάνειες με διπλά τοιχώματα στόχο έχουν την μείωση των απωλειών θερμότητας ενώ οι απλές επιφάνειες έχουν περατότητα στο φως της τάξης του 87% όταν είναι καινούργιες. Στην περίπτωση των

διπλών επιφανειών συχνά συμβαίνει να συμπυκνώνεται υγρασία μεταξύ των δύο επιφανειών και να μειώνεται ακόμα περισσότερο η περατότητα στο φως. Μειονέκτημα τους αποτελεί το γεγονός ότι έχουν μειωμένη περατότητα στο φως σε σχέση με τις απλές επιφάνειες λόγω της σκόνης αλλά και της υγρασίας και υψηλό κόστος. Το βάψιμο με ακρυλικό διαφανές υλικό μειώνει τον βαθμό υποβάθμισης του υλικού ως προς την περατότητα.



Εικόνα 6 : Τροποποιημένο τοξωτό θερμοκήπιο ισπανικής κατασκευής καλυμμένο με σκληρό πλαστικό (Polycarbonate)

4.2.1.2. Σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Επιφάνειες από σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο χρησιμοποιήθηκαν στην αρχή αρκετά εξαιτίας του χαμηλού τους κόστους. Οι ιδιότητες τους ως προς την περατότητα και την αντοχή ήταν μικρές οπότε με την πάροδο των χρόνων μειωνόταν η χρήση τους όλο και περισσότερο. Πρόκειται για ένα υλικό το οποίο

αποδομείται γρήγορα από την υπεριώδη ακτινοβολία οπότε με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η περατότητα του φωτός και γίνεται πιο εύθραυστο. Έρευνες έχουν αποδείξει ότι η περατότητα του στο φως έχει άμεση σχέση τόσο με την μέθοδο κατασκευής του όσο και με την σύνθεσή του.

4.2.1.3. Ενισχυμένος πολυεστέρας

Οι ενισχυμένες πολυεστερικές επιφάνειες είναι επιφάνειες ειδικού πολυεστέρα με την προσθήκη ινών γυαλιού για την αύξηση της αντοχής του υλικού. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και ίνες πολυαμιδίου (nylon) αντί των ινών γυαλιού. Οι ίνες γυαλιού είναι προστιθέμενες κατά ένα ποσοστό 20-34% και προσδίδουν καλύτερη διάχυση του φωτός στο θερμοκήπιο και αυξημένη μηχανική αντοχή. Στο εμπόριο τα προϊόντα αυτά κυκλοφορούν με το όνομα “fiberglass”.

Ο ενισχυμένος πολυεστέρας έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, είναι ελαφρύτερο υλικό από το γυαλί, επιτρέπει ισχυρή διάχυση του ηλιακού φωτός και είναι ανθεκτικός στις χαλαζοπτώσεις. Στην κάλυψη της οροφής του χρησιμοποιούνται αυλακωτές επιφάνειες για μεγαλύτερη αντοχή και αποφυγή κυρτώσεων, ενώ στα πλευρικά τοιχώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και επίπεδες. Με τον χρόνο στην εξωτερική του επιφάνεια διαβρώνεται εξαιτίας των σωματιδίων άμμου που επικάθονται επάνω του λόγω αέρα αλλά και εξαιτίας της χημικής μόλυνσης. Έτσι απαιτείται συντήρηση με ακρυλική βαφή. Γενικά η περατότητα του στο φως είναι μικρότερη αυτής του υαλοπίνακα, της τάξης του 78%. Στο εμπόριο κυκλοφορεί σε διάφορα χρώματα όμως για την κάλυψη

των θερμοκηπίων κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται ο διαφανής πολυεστέρας. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις φυτών εσωτερικού χώρου που απαιτείται μικρής έντασης φωτισμός αλλά και σε θερμοκήπια-εκθέσεις φυτών, προτιμώνται οι χρωματιστοί πολυεστέρες.

4.2.1.4. Ακρυλικές επιφάνειες

Τα ακρυλικά είναι μια ομάδα βινυλοπλαστικών με σημαντικότερο το poly(methyl methacrylate). Παράγεται με πολυμερισμό του methyl methacrylate. Είναι γνωστό με τα εμπορικά ονόματα Plexiglas, Perspex, Vedril και Mouch.

Κύριο χαρακτηριστικό των ακρυλικών επιφανειών είναι η υψηλή τους διαφάνεια. Επιπλέον ως υλικό κάλυψης έχει υψηλές μηχανικές αντοχές, μεγάλη διάρκεια ζωής και αδιαπερατότητα στην θερμική ακτινοβολία. Λόγω της μεγάλης του διαφάνειας και της σκληρότητας του, χρησιμοποιείται για την δημιουργία διαφανών τμημάτων στις οικιστικές συσκευές, στην κατασκευή φακών εστίασης αλλά και στα αεροπλάνα.

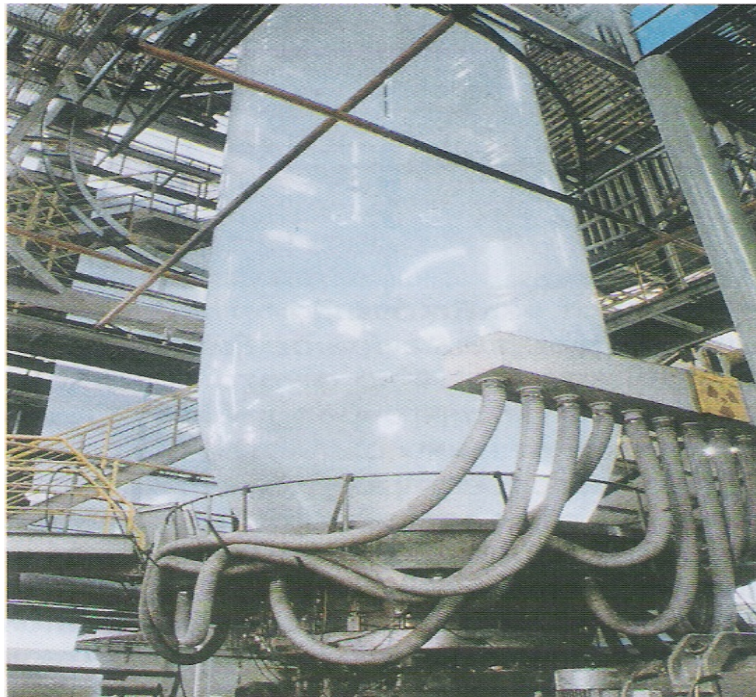
Στα θερμοκήπια χρησιμοποιείται αρκετά για την κάλυψη τους εξαιτίας της μεγάλης περατότητας του φωτός. Στο εμπόριο κυκλοφορεί σε σκληρές, επίπεδες ή κυματοειδείς επιφάνειες πάχους 2-4 mm. και σε επιφάνειες διπλών τοιχωμάτων. Η αντοχή του στο χαλάζι είναι ίδια με αυτή των υαλοπινάκων. Έχει υψηλό συντελεστή συστολής-διαστολής και απαιτείται ειδικός τρόπος για την στερέωση του ενώ έχει υψηλότερο κόστος από αυτό του υαλοπίνακα.

4.2.2. Επιφάνειες μαλακών πλαστικών

Στα εύκαμπτα πλαστικά φύλλα περιλαμβάνονται τα φύλλα πολυαιθυλενίου (PE), τα φύλλα EVA, τα φύλλα πολυβινυλοχλωριδίου (PVC), τα φύλλα πολυβινυλοφθοριδίου (PVF) και η σελουλόζη.

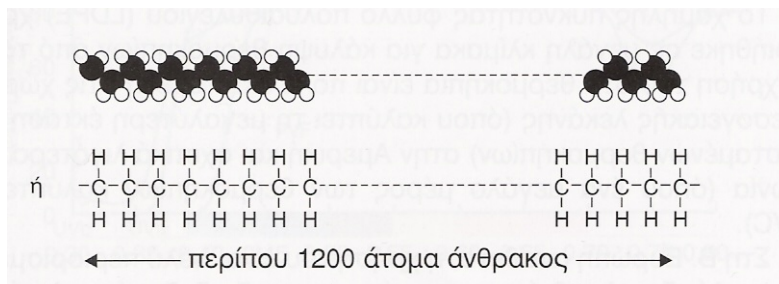
Τα πλεονεκτήματά τους είναι πολλά με σημαντικότερα το χαμηλό τους κόστος, το μικρό τους βάρος και της προσαρμοστικότητας τους σε διάφορα σχήματα.

4.2.2.1. Πολυαιθυλένιο (PE)



Εικόνα 7 : Παραγωγή φύλλου Πολυαιθυλενίου στο εργοστάσιο

Παράγεται με πολυμερισμό του αερίου πολυαιθυλενίου.



Εικόνα 8 : Το μόριο του Πολυαιθυλενίου

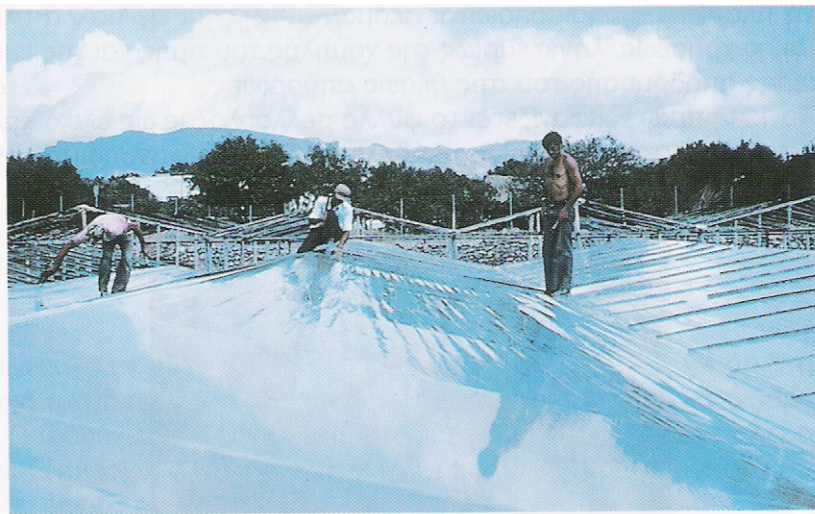
Έχει άριστη αντοχή στην διάβρωση, παραμένει αναλλοίωτο από τις δράσεις των στοιχείων των τροφίμων, είναι ρευστό, ελαφρύ και εύκαμπτο. Υπάρχουν τρεις τύποι πολυαιθυλενίου:

- Το πολυαιθυλένιο χαμηλής ποιότητας
 - Το πολυαιθυλένιο υψηλής ποιότητας
 - Το πολυαιθυλένιο υψηλού μοριακού βάρους
- Στο πολυαιθυλένιο χαμηλής ποιότητας το 50% του υλικού έχει κρυσταλλική μορφή. Για την βελτίωση της αντοχής του στην υπεριώδη ακτινοβολία προστίθενται σταθεροποιητές όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη θερμοκηπίων. Χρησιμοποιείται ευρέως στα θερμοκήπια της Μεσογειακής λεκάνης αλλά και στην Αμερική σε αντίθεση με την Β. Ευρώπη που κυρίαρχη θέση καταλαμβάνουν οι υαλοπίνακες. Χρησιμοποιείται επίσης για την παρασκευή σακουλών, είναι οικονομικό και έχει δυνατότητα παραγωγής σε μεγάλα πλάτη.
- Το πολυαιθυλένιο υψηλής ποιότητας είναι σκληρότερο αλλά και ισχυρότερο υλικό διότι αποτελείται από γραμμικά μη διακλαδιζόμενα μόρια σε αντίθεση με το χαμηλής ποιότητας που αποτελείται από μόρια με πολλές πλευρικές διακλαδώσεις.

Χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή μπουκαλιών αλλά και άλλων δοχείων που απαιτούν σκληρότητα και υψηλή αντοχή.

- Το πολυαιθυλένιο υψηλού μοριακού βάρους περιέχει πολύ μεγάλα μόρια με διπλάσια μάζα από αυτή των δυο προηγούμενων. Κύρια χαρακτηριστικά του η μεγάλη του αντοχή και αντίσταση στην διάβρωση.

Στο πολυαιθυλένιο που προορίζεται για τα θερμοκήπια, προστίθενται αντιοξειδωτικές ουσίες, ενώσεις για την απορρόφηση των υπεριωδών ακτινών αλλά και ελαστικές ενώσεις που καθιστούν το πλαστικό πιο εύκαμπτο. Στις μέρες μας είναι αδιανόητο να χρησιμοποιούνται φύλλα πολυαιθυλενίου χωρίς πρόσθετους παράγοντες που να τα καθιστούν ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία του ηλίου, διότι ο ήλιος καθιστά εύθραυστο το πλαστικό, το κάνει σκουρότερο και το καταστρέφει.



Εικόνα 9 : Τοποθέτηση Πολυαιθυλενίου σε ξύλινο θερμοκήπιο

Πίνακας 3. Μέση διάρκεια του φύλλου Πολυαιθυλενίου στο θερμοκήπιο

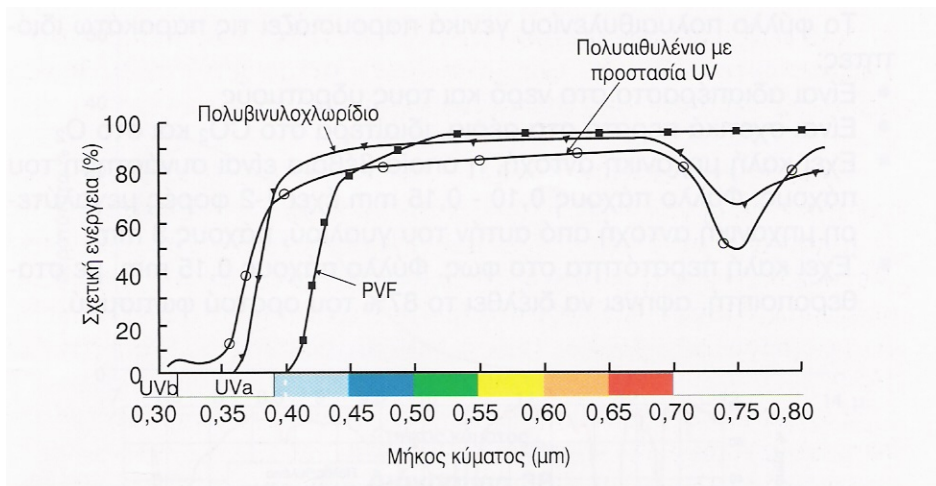
ΜΕΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ		
Πάχος φύλλου	Κανονικό Πολυαιθυλένιο	Πολυαιθυλένιο με πρόσθετα, ανθεκτικό στην UV
0.1mm	6-9 μήνες	12-22 μήνες
0.15mm	10-11 μήνες	18-28 μήνες
0.20mm	12-18 μήνες	20-32 μήνες



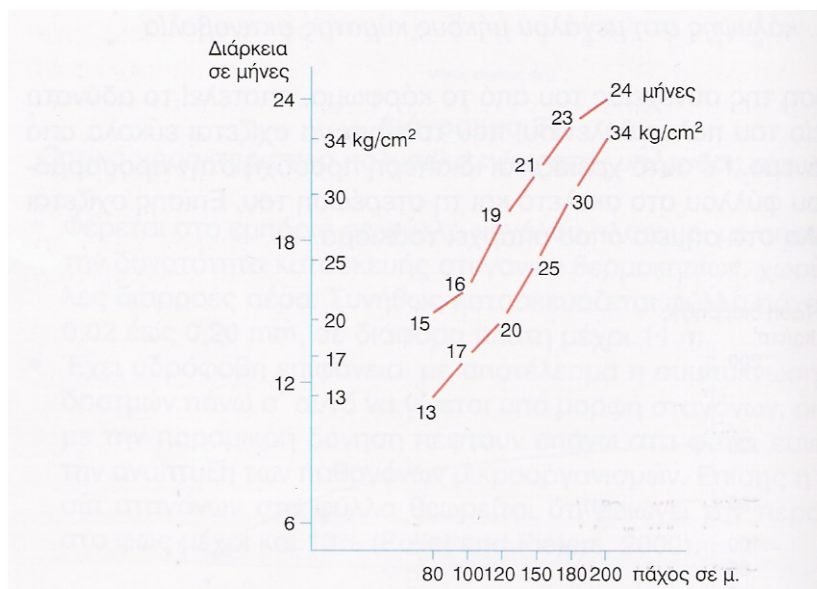
Εικόνα 10 : Τοποθέτηση πολυαιθυλενίου σε ξύλινο θερμοκήπιο στην περιοχή της Ιεράπετρας Κρήτης

4.2.2.1.1. Γενικές ιδιότητες φύλλων πολυαιθυλενίου

- Αδιαπέραστο στο νερό και στους υδρατμούς αλλά διαπερατό στα αέρια (κυρίως στο CO₂ και στο O₂)
- Καλή περατότητα στο φως και καλή μηχανική αντοχή (είναι συνάρτηση του πάχους)
- Διατίθεται σε μεγάλες επιφάνειες με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η κατασκευή στεγανών θερμοκηπίων
- Διατηρεί τις ιδιότητες του σε χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες (-40 έως 70°C)
- Έχει υδρόφοβη επιφάνεια κι έτσι η συμπύκνωση των υδρατμών πάνω του γίνονται με την μορφή σταγόνων. Μια ελαφρά δόνηση οδηγεί τους υδρατμούς πάνω στα φυτά δημιουργώντας ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη μικροοργανισμών
- Σχίζεται εύκολα από τον άνεμο στα σημεία που έχει καρφωθεί αλλά και εκεί όπου έχουν δημιουργηθεί τσακίσματα
- Η συγκόλληση φύλλων πολυαιθυλενίου πραγματοποιείται μόνο με θερμοσυραπτικούς μηχανισμούς
- Έχει μικρή διάρκεια ωφέλιμης χρήσης λόγω καταστροφής του από τις ακτινοβολίες



Γράφημα 3 : Περαιτότητα της ακτινοβολίας σε διάφορα πλαστικά υλικά κάλυψης θερμοκηπίων



Γράφημα 4 : Αντοχή και διάρκεια φύλλου Πολυαιθυλενίου σε σχέση με το πάχος του

4.2.2.2. EVA (Ethylene vinyl acetate)

Πρόκειται για έναν συνδυασμό αιθυλενίου και vinyl acetate στον οποίο το vinyl acetate συμμετέχει σε αναλογίες μεταξύ 3-15%. Το EVA χρησιμοποιείται ως υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων αλλά και ως μεμβράνη συσκευασίας για την παραγωγή των εύκαμπτων σωλήνων άρδευσης και άλλων συσκευών, αποτελώντας τη βάση για έναν μεγάλο αριθμό προϊόντων θερμοκόλλας.

Όσον αφορά στην κάλυψη των θερμοκηπίων, έχει μεγαλύτερη αντοχή στην παλαίωση και μεγαλύτερη διαφάνεια από το πολυαιθυλένιο χαμηλής ποιότητας, η οποία εξαρτάται από το ποσοστό του vinyl acetate που περιέχεται. Γενικότερα, διαμορφώνεται δυσκολότερα σε φύλλο, έχει μεγάλη ελαστικότητα, μαλακώνει σε υψηλές θερμοκρασίες και προσελκύει σκόνη στην επιφάνεια του.

4.2.2.3. Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Παράγεται μετά από πολυμερισμό του βινυλοχλωριδίου. Με θέρμανση του αερίου βινυλοχλωριδίου παίρνουμε ένα υλικό στερεό στο οποίο προσθέτοντας κάποια ποσότητα υγρού πλαστικοποιητή παράγεται ένα θερμοπλαστικό υλικό. Αυτό είναι το γνωστό PVC το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στην κάλυψη των θερμοκηπίων αλλά και σε πολλές άλλες εφαρμογές όπως είναι οι σωλήνες άρδευσης, αποχέτευσης κ.τ.λ.

Το PVC παρουσιάζει μεγάλη περατότητα στο φως, αντέχει σε ένα εύρος θερμοκρασιών από -20°C έως 60°C και είναι

ευαίσθητο στο χαλάζι ενώ προσελκύνοντας σκόνη μειώνεται η διαφάνεια του.

Συγκρίνοντας το με το πολυαιθυλένιο, το πολυβινυλοχλωρίδιο παρουσιάζει μικρότερη περατότητα στην μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία, έχει κόστος πολύ μεγαλύτερο ενώ έχει μεγαλύτερη περατότητα σε υδρατμούς και μικρότερη στα αέρια (κυρίως στο CO₂ και στο O₂). Επιπλέον, παράγεται σε μικρότερα φύλλα από το πολυαιθυλένιο και έχει μεγαλύτερη διάρκεια ωφέλιμης χρήσης.

4.2.2.4. Σελουλόζη

Προέρχεται από την κυτταρίνη και είναι ένα φυσικό πολυμερές. Χρησιμοποιήθηκε ως υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων για πρώτη φορά το 1917 όμως δεν ήταν ικανοποιητικά τα αποτελέσματα που επέφερε και εγκαταλείφθηκε. Η τιμή του είναι πολύ χαμηλή και είναι ένα υλικό εύκολης αποδόμησης οπότε βρίσκει κάποιες εφαρμογές σήμερα σε υλικά οικιακής χρήσεως κ.α.

4.2.2.5. Φύλλα Πολυεστέρα

Τα πολυεστερικά φύλλα προέρχονται από τον πολυμερισμό της αιθυλικής αλκοόλης, της προπυλικής γλυκόζης, του φουμαρικού και του μαλεϊκού οξέως. Συνηθέστερα εμπορικά ονόματα πολυεστερικών φύλλων είναι τα Mylar και Melynex. Σημαντικό τους πλεονέκτημα είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής τους.

Έχουν χαμηλό συντελεστή συστολής-διαστολής, μεγάλη περατότητα στο φως και καλές οπτικές ιδιότητες. Βέβαια δεν μπορεί να παραληφθεί το υψηλό τους κόστος το οποίο είναι και το κύριο μειονέκτημα τους. Μειονέκτημα τους είναι και το μικρό πλάτος στο οποίο παράγονται.

4.2.2.6. Φθοριούχα (Fluorocarbons)

Τα πιο σημαντικά από αυτά τα υλικά είναι το πολυβινυλοφθορίδιο (PVF) και το πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE). Το μόριο του PVF είναι ακριβώς το ίδιο με αυτό του PVC με την διαφορά ότι αντί για άτομα χλωρίου, υπάρχουν άτομα φθορίου. Το μόριο του PTFE είναι επίσης ίδιο με του πολυαιθυλενίου μόνο που σε αυτό όλα τα άτομα υδρογόνου έχουν αντικατασταθεί με άτομα φθορίου. Το κόστος τους είναι ιδιαίτερα υψηλό. Στην περίπτωση των θερμοκηπίων χρησιμοποιείται το συμπολυμερές αιθυλένιο-πολυτετραφθοροαιθυλένιο.

Κεφάλαιο 5^ο

Νέες εξελίξεις στα πλαστικά φύλλα κάλυψης των θερμοκηπίων

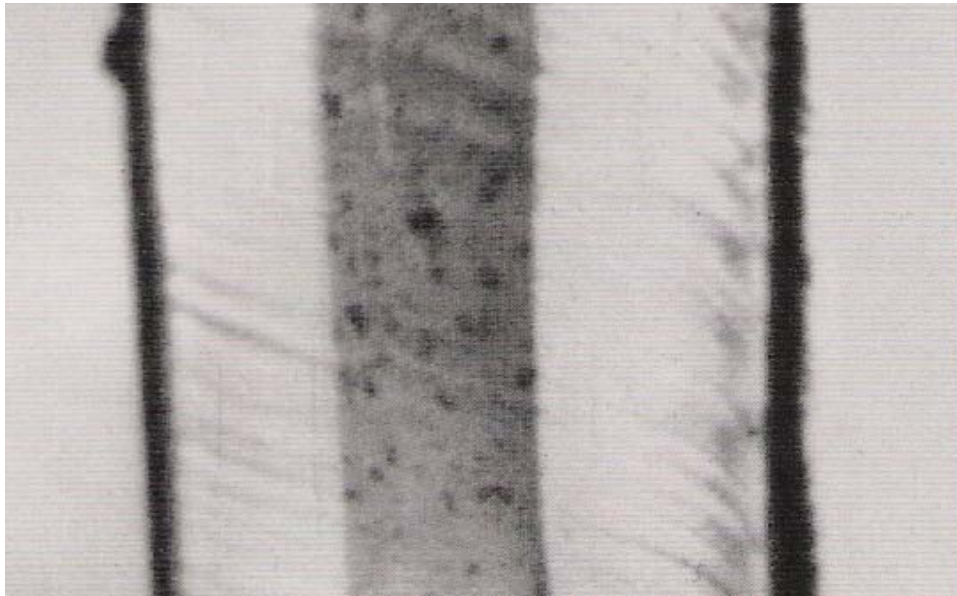
Τα τελευταία χρόνια έχουν συμβεί πολύ μεγάλες εξελίξεις στον τομέα πλαστικών φύλλων πολυαιθυλενίου για την κάλυψη των θερμοκηπίων. Στο παρελθόν το πλαστικό θεωρούνταν ένα απλό μέσο κάλυψης για την προστασία από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες ενώ στις μέρες μας έχει εξελιχθεί σε ενεργητικό

παράγοντα που συμβάλλει στην καλύτερη ανάπτυξη, προστασία και απόδοση των καλλιεργειών και θεωρείται ότι μπορεί να προσφέρει πολλαπλές ωφέλειες στις καλλιέργειες.

Το 1983 από την Ελληνική βιομηχανία «ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ» πρωτοαναπτύχθηκε η τεχνολογία παραγωγής φύλλων 3-στρώσεων. Με την τεχνολογία αυτή μπορούμε να επιτύχουμε μεγάλη ποικιλία περιτεχνων συνδυασμών τοποθετώντας διαφορετικά υλικά σε καθεμιά από τις στρώσεις του φύλλου. Με τον τρόπο αυτό κάθε στρώμα συνεισφέρει με τις χρήσιμες ιδιότητες του στην ποιότητα του φύλλου, επιτυγχάνοντας το συνδυασμό όλων των πλεονεκτημάτων τους για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Αν δεν είχε δημιουργηθεί η τεχνολογία αυτή θα παραμέναμε στην κλασσική παραγωγή φύλλων μιας στρώσης συνδυάζοντας πρόσθετα που είτε δεν είναι συμβατά μεταξύ τους, είτε αντιδρούν, αδρανοποιώντας τις επιθυμητές ιδιότητες.



Εικόνα 11 : Παραγωγή φύλλων Πολυαιθυλενίου στο εργοστάσιο «Πλαστικά Κρήτης»



Εικόνα 12 :Δομή φύλλου 3–στρώσεων στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

5.1. Νέες ιδιότητες φύλλων θερμοκηπίων 3- στρώσεων

- Ισχυρότερες μηχανικές αντοχές
- Μεγαλύτερη θερμομόνωση
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής με την χρήση βελτιωμένων συστημάτων σταθεροποίησης
- Δροσισμός των καλλιεργειών
- Βελτιωμένες οπτικές ιδιότητες
- Αντισταγονικές ιδιότητες και μάλιστα χωρίς την επιθυμητή ομίχλη
- Πρόσθετες ιδιότητες που δημιουργούν τα φωτοεκλεκτικά φύλλα
- Μείωση εντόμων και ασθενειών



Εικόνα 13 : Θερμοκήπιο καλυμμένο με ειδικά αγροτικά φύλλα 3-στρώσεων



Εικόνα 14 : Συγκρότημα θερμοκηπίων με υλικό κάλυψης τα φύλλα 3- στρώσεων

5.1.1. Ισχυρές μηχανικές αντοχές

Ιδιαίτερα υψηλές μηχανικές αντοχές επιτυγχάνονται με την προσθήκη πρώτων υλών νέας γενιάς. Η προσθήκη νέων πρώτων υλών στα φύλλα θερμοκηπίου συμβάλλει στην αύξηση της αντοχής του πλαστικού στις διάφορες καταπονήσεις που υφίσταται από τους ισχυρούς ανέμους, το χιόνι, το χαλάζι και από άλλα μηχανικά αίτια. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η αντοχή εφελκυσμού. Στο σημείο θραύσης σε σύνηθες φύλλο 150 μ από πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας είναι 21 Mega Pascal ενώ με τις νέες πρώτες ύλες είναι 37 Mega Pascal. Η επιμήκυνση στο σημείο θραύσης στο απλό πολυαιθυλένιο είναι 400% κατά μήκος και 500% κατά πλάτος, ενώ σε φύλλο με τις νέες πρώτες ύλες είναι 600% και 700% αντίστοιχα.



Εικόνα 15 : Εξελιγμένες δομές φύλλων 3- στρώσεων προσφέρουν ισχυρές μηχανικές αντοχές

5.1.2. Μεγαλύτερη θερμομόνωση

Με την προσθήκη κατάλληλων πρώτων υλών και ειδικών πρόσθετων, επιτυγχάνεται η απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας και η συγκράτηση της μέσα στο θερμοκήπιο με αποτέλεσμα να ελαττώνονται οι απώλειες θερμότητας τις κρύες νύχτες. Έτσι έχουμε ομαλότερη πτώση της θερμοκρασίας την νύχτα και υψηλότερες ελάχιστες θερμοκρασίες κατά 2-4 °C σε σχέση με ένα απλό, μη θερμικό φύλλο.

Οι ωφέλειες της θερμομόνωσης είναι οι εξής:

- Καλύτερη ανάπτυξη
- Μεγαλύτερη παραγωγή και πρωιμότητα
- Μειωμένη κατανάλωση καυσίμων



Εικόνα 16 : Τα ειδικά θερμικά φύλλα 3- στρώσεων προσφέρουν θερμομονωτικές ιδιότητες

5.1.3.Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής

Η σταθεροποίηση με διάφανα, άχρωμα φύλλα (Hals) κερδίζει συνεχώς έδαφος σε παγκόσμιο επίπεδο τόσο εξαιτίας της μεγάλης διάρκειας ζωής τους, όσο και του μεγαλύτερου φωτισμού που προσφέρει στο θερμοκήπιο αλλά και της φιλικότητας προς το περιβάλλον. Τα φύλλα με την κιτρινωπή απόχρωση με συμπλέγματα νικελίου εγκαταλείπονται όλο και περισσότερο για περιβαλλοντικούς κυρίως λόγους αλλά και εξαιτίας της μικρής τους διαπερατότητας στο φως.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί το μειονέκτημα που παρουσιάζουν τα συστήματα σταθεροποίησης με Hals και το οποίο βασικό είναι να γνωρίζουν οι παραγωγοί. Πρόκειται για την αλκαλική τους φύση που τα καθιστά επιρρεπή σε χημικές ενώσεις με όξινη συμπεριφορά. Έτσι η διάρκεια ζωής των φύλλων μειώνεται σημαντικά από την καύση του θείου (S) μέσα στα θερμοκήπια αλλά και από τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων που περιέχουν θείο ή αλογόνα όπως χλώριο, βρώμιο κ.α. Αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι για την μείωση της αρνητικής επίδρασης των φυτοφαρμάκων σε άχρωμα φύλλα χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες που αποκαλούνται «συν-σταθεροποιητές». Πρόκειται για αλκαλικές ενώσεις που αντιδρούν με τα κατάλοιπα των φυτοφαρμάκων και προστατεύουν τους σταθεροποιητές HALS ενώ ταυτόχρονα προσδίδουν στα φύλλα βελτιωμένες οπτικές ιδιότητες όπως είναι η διάχυση του φωτός.

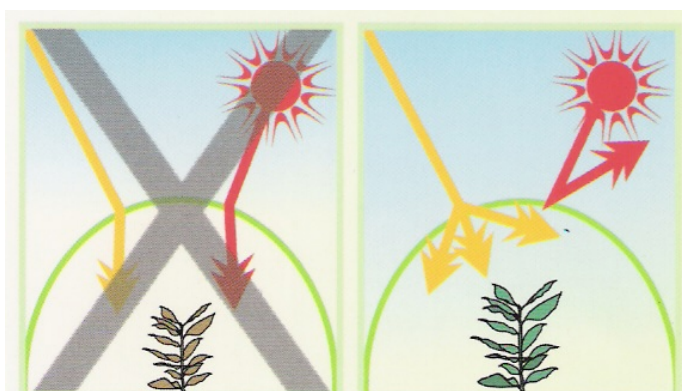
Οι «συν-σταθεροποιητές» βέβαια δεν μπορούν να λύσουν το πρόβλημα της πρόωρης παλαίωσης του πλαστικού από την χρήση του θείου αν και στο τελευταίο στάδιο δοκιμών βρίσκονται

κάποιοι νέοι συνδυασμοί άχρωμων σταθεροποιητών με θετικά αποτελέσματα στα θειάφι.

5.1.4. Δροσισμός των καλλιεργειών

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται το φαινόμενο της επιμήκυνσης της καλλιεργητικής περιόδου μέσα στα θερμοκήπια που φθάνει μέχρι και τους 10 μήνες. Για την παροχή δροσιάς στις καλλιέργειες οι παραγωγοί πολλές φορές αναγκάζονται να ασπρίσουν τα θερμοκήπια τους γεγονός που μειώνει σημαντικά το εισερχόμενο φως, το απαραίτητο για την ανάπτυξη των καλλιεργειών.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας δημιουργήθηκαν φύλλα που διατηρούν χαμηλότερες θερμοκρασίες την ημέρα από 5 έως 10°C σε σχέση με τα συμβατικά φύλλα. Το φαινόμενο επιτυγχάνεται με την αντανάκλαση και απορρόφηση της εγγύς υπέρυθρης ακτινοβολίας. Επιπλέον τα φύλλα «δροσισμού» πρέπει να είναι θερμικά ώστε να διατηρείται το πλεονέκτημα της θερμομόνωσης τις κρύες νύχτες.



Εικόνα 17 : Φύλλα που αντανακλούν την εγγύς υπέρυθρη ακτινοβολία

5.1.5. Βελτιωμένες οπτικές ιδιότητες

Η διαπερατότητα και η διάχυση του φωτός είναι οι δύο ιδιότητες που παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον. Η διαπερατότητα του φωτός είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας ανάπτυξης των καλλιεργειών διότι το ορατό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας ταυτίζεται με την «φωτοσυνθετικά ενεργό ακτινοβολία». Έρευνες απέδειξαν ότι με τα διάφανα φύλλα επιτυγχάνουμε διαπερατότητα φωτός μεγαλύτερη από 89% ενώ με τα κίτρινα φύλλα έως 86% το ανώτερο.

Η διάχυση του φωτός επιτρέπει στο φύλλο να διασπά τις ακτίνες του ήλιου σε μικρότερες. Έτσι επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή του φωτός, μείωση των εγκαυμάτων από την απευθείας πρόσπτωση των ηλιακών ακτινών, μηδενική ή ελάχιστη μείωση της «φωτοσυνθετικά ενεργούς ακτινοβολίας» και πλουσιότερος φωτισμός στα κατώτερα μέρη των φυτών που συνήθως έχουν προβλήματα σκίασης.

5.1.6. Αντισταγονικές ιδιότητες

Η συμπύκνωση των υδρατμών του περιβάλλοντος έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία σταγόνων στην οροφή του θερμοκηπίου. Η προσθήκη στο πλαστικό ειδικών ουσιών εστερικής φύσεως έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή των σταγόνων και την απορροή τους προς τους ποταμούς με τη μορφή

λεπτού στρώματος νερού. Με τα αντισταγονικά φύλλα αυξάνεται η διαπερατότητα του φωτός, μειώνονται οι ασθένειες που οφείλονται στην ύπαρξη υγρού περιβάλλοντος ενώ αποφεύγονται τα εγκαύματα από την δημιουργία σταγόνων στα φυλλώματα. Για την αποφυγή της ομίχλης που μέχρι σήμερα συνόδευε τα αντισταγονικά φαινόμενα έχουν χρησιμοποιηθεί χημικά πρόσθετα που κάνουν την αντισταγονική ιδιότητα να διαρκεί 18-24 μήνες. Βέβαια οι έρευνες συνεχίζονται συνεχώς ώστε η αντισταγονική ιδιότητα να διαρκεί όσο και το πλαστικό φύλλο.



Εικόνα 18 : Φύλλα anti-fogging για την αποτροπή της δημιουργίας σταγόνων

5.1.7. Πρόσθετες ιδιότητες που δημιουργούν τα φωτοεκλεκτικά φύλλα

Αρκετές έρευνες γίνονται τα τελευταία χρόνια για τις θετικές επιπτώσεις των μεταβολών του ηλιακού φάσματος μέσα στα θερμοκήπια. Έχουν μελετηθεί αρκετοί συνδυασμοί όπως η μεταβολή του λόγου Blue / UV, του Red / Far Red κ.α.

Με τους συνδυασμούς αυτούς είναι δυνατή η επιτάχυνση ή επιβράδυνση της ανάπτυξης, η επιμήκυνση ή ο νανισμός των φυτών, η μείωση των ασθενειών αλλά και η πλουσιότερη ή πτωχότερη έκπτυξη βλαστοφόρων ή ανθοφόρων οφθαλμών. Όπως αντιλαμβανόμαστε οι έρευνες αυτές είναι ζωτικής σημασίας διότι υπάρχει παρέμβαση σε βασικές λειτουργίες των φυτών με φυσικό τρόπο.

5.1.8. Μείωση εντόμων και ασθενειών

Με την πλήρη απορρόφηση συγκεκριμένου τμήματος ηλιακής ακτινοβολίας επιτυγχάνεται:

- ▶ Μείωση του πληθυσμού των βλαβερών εντόμων (θρίπες, αλευρώδεις, αφίδες κ.α.)
- ▶ Μείωση των ιώσεων εφόσον μειώνονται τα βλαβερά έντομα που είναι τις περισσότερες φορές ξενιστές πολλών ιών
- ▶ Μείωση του μαυρίσματος των πετάλων σε κόκκινες ποικιλίες τριαντάφυλλων
- Μείωση της σποριοποίησης και της βλαστικότητας των σπορίων πολλών μυκήτων.



Εικόνα 19 : Ειδικά φύλλα που συμβάλλουν στον έλεγχο των ασθενειών και στην μείωση του μαυρίσματος των πετάλων

Τα φύλλα αυτά όπως έχουμε δει επιφέρουν πολλά θετικά αποτελέσματα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε Προγράμματα Ολοκληρωμένης Αντιμετώπισης Εχθρών και Ασθενειών. Σε καλλιέργειες με άνθη ή καρπούς ιώδους χρώματος, σε περιπτώσεις που γίνεται χρήση βομβίνων για τη επικονίαση αλλά και χρήση ωφέλιμων εντόμων η χρήση των φύλλων πρέπει να γίνεται με επιφύλαξη κατόπιν δοκιμής διότι κάθε περίπτωση έχει κάποιες ιδιαιτερότητες που μπορεί να επιφέρουν αποτελέσματα αντίθετα από τα επιθυμούντα.

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι είναι πολύ μεγάλη η σημασία του πλαστικού φύλλου ως υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων και με

την πάροδο των χρόνων θα κληθεί να έχει ακόμη ενεργότερο ρόλο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΝΕΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΑ ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ. ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ
- ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ «ΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ»
- Γ. Ν. ΜΑΥΡΟΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ «ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ». ΕΚΔΟΣΗ Γ'.
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ – ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ «ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ»
- Α. Σ. ΕΥΣΤΑΘΙΑΔΗ: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ
- JAMES W. BOODLEY, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ «ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ», 2^Η ΕΚΔΟΣΗ
- J. C. BAKKER, G. P. A. BOT., H. CHALLA, N. J. VAN DE BRAAK. «GREENHOUSE CLIMATE CONTROL»

