



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ**



**ΨΥΛΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ
ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ
ΣΠΑΝΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ 3
2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	σελ 5
3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	σελ 7
ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ.....	σελ 7
ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....	σελ 10
ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	σελ 25
ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ.....	σελ 33
4. ΦΟΡΤΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....	σελ 43
5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ	
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ – ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	σελ 45
ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	σελ 49
ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ.....	σελ 54
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ.....	σελ 55
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ.....	σελ 60
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	σελ 61
6. Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	σελ 63
6.1 Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ.....	σελ 69
6.2 Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ.....	σελ 70
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	σελ 91

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την αρχή της ύπαρξης του ο άνθρωπος προσπαθεί να ανακαλύψει διάφορους τρόπους για να καταφέρει να επιβιώσει και να διαιωνίσει το είδος του. Οι ανάγκες του ανθρώπου για τροφή γινόταν ολοένα και πιο επιτακτικές, καθώς ο πληθυσμός της γης αυξανόταν με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Ο προϊστορικός άνθρωπος χαρακτηρίστηκε ότι ήταν κυνηγός και συλλέκτης άγριων ζώων και καρπών είδη που αποτελούσαν τη τροφή του. Κατά τη διάρκεια της προϊστορικής περιόδου η δομή της κοινωνίας απαρτιζόταν από διασκορπισμένες κοινότητες, που η πυκνότητα τους ήταν μικρότερη του ενός κατοίκου ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Η χρήση της γης εντατικοποιήθηκε τη χρονική περίοδο, που ο άνθρωπος άρχισε να προσανατολίζεται προς τη καλλιέργεια διάφορων φυτών και την εξημέρωση των ζώων. Με την συνεχόμενη ανάπτυξη της γεωργίας και την εξημέρωση των ζώων τέθηκαν οι κατάλληλες βάσεις για την εξισορρόπηση των αποθεμάτων των τροφών, αφού σαν βασική, για το σύνολο των βιοτικών αναγκών των κοινοτήτων χρησιμοποιούνταν οι αποθηκευμένοι σπόροι.

Αρχικά, απασχολούταν με καλλιέργειες φυτών, που είχαν την δυνατότητα να ευδοκιμούν συγκεκριμένη εποχή μέσα στη διάρκεια του χρόνου. Ο άνθρωπος της εποχής δεν είχε κατορθώσει να αναπτύξει τους κατάλληλους τρόπους ούτε είχε τα απαραίτητα τεχνολογικά μέσα, ώστε να είχε την δυνατότητα να φυτέψει και να διατηρήσει αυτές τις καλλιέργειες οποιαδήποτε στιγμή του χρόνου, όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν, δεν ήταν ευνοϊκές για την ανάπτυξή τους. Ο άνθρωπος προσπαθεί να εξελίξει τις καλλιέργειες του για να μπορεί να τις εκμεταλλευτεί οποιαδήποτε εποχή του χρόνου παρά τις αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, που μπορεί να επικρατούσαν. Έτσι, οι πρώτες προσπάθειες καλλιέργειας φυτών που να μην επηρεάζονται εξωτερικό τους φυσικό περιβάλλον εμφανίζονται χρονολογικά πριν τη γέννηση του Χριστού στην Κίνα το έτος 1611 όπου και κατασκευάστηκε το πρώτο γυάλινο με τη σημερινή μορφή θερμοκήπιο. (Soloman de Caus of Heidelberg σύμφωνα με τον συγγραφέα London (Γραφιαδέλλη Δρος)).

Το θερμοκήπιο, το οποίο επίσης έχει και την ονομασία σέρα, είναι μια κατασκευή «κλειστού τύπου» με ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος όπου η στέγη και οι πλευρές του καλύπτονται από διαφανές υλικό για την διευκόλυνση της εισόδου της ηλιακής θερμότητας και του φυσικού φωτός. Στο εσωτερικό του θερμοκηπίου

μπορούν να καλλιεργηθούν λαχανικά, φρούτα ή καλλωπιστικά φυτά και ανάλογα με τη ρύθμιση του εσωτερικού περιβάλλοντος, δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη και τη προστασία τους από τα αντίξοα καιρικά φαινόμενα. Με τη ρύθμιση του εσωτερικού περιβάλλοντος ενός θερμοκηπίου επιτυγχάνεται:

- ❖ Η αύξηση της παραγωγής, που είναι αποτέλεσμα της βελτίωσης των συνθηκών του περιβάλλοντος και
- ❖ Ο προγραμματισμός της παραγωγής, δηλαδή ποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο θα είναι έτοιμη να σταθεί στην αγορά.
- ❖ Η ποιοτική βελτίωση της παραγωγής

Το θερμοκήπιο ως γεωργικό επίτευγμα, προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα για τη καλλιέργεια κηπευτικών και καλλωπιστικών φυτών όταν συγκρίνεται με την υπαίθρια καλλιέργεια:

- ✓ Αποφεύγονται οι καταστροφές των φυτών από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες (αέρας, χαλάζι, βροχές)
- ✓ Οι εχθροί και οι ασθένειες των φυτών περιορίζονται σημαντικά και
- ✓ Υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης των αναγκών του φυτού ως προς την υγρασία και τη θερμοκρασία που πρέπει να επικρατούν και ως προς τη θρέψη του φυτού ώστε να αναπτυχθεί σωστά.

Τα θερμοκήπια διαφέρουν από τα χαμηλά σκέπαστρα, τα σπορεία και τα θερμοσπορεία ως προς το ύψος, την ευρυχωρία που διαθέτουν και στο ότι ο άνθρωπος μπορεί να εισέλθει και να εργαστεί μέσα σ' αυτά.

2.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Οι πρώτες αναφορές καλλιέργειας φυτών σε κλειστό χώρο ανάγονται στην ελληνική μυθολογία. Σύμφωνα λοιπόν με αυτήν είναι γνωστό ότι οι γυναίκες την χρονική περίοδο του έτους την οποία θρηνούσαν το χαμό του Άδωνη στόλιζαν τα σπίτια τους με ένα κενοτάφιο που αποτελούνταν από σπάνια άνθη και σιτάρι, τα οποία τα καλλιεργούσαν σε κλειστούς χώρους όλη τη διάρκεια του έτους. Πέρα από την αναφορά καλλιέργειας φυτών σε κλειστό χώρο στην ελληνική μυθολογία στην περίπτωση του θρήνου για των Άδωνη, υπάρχουν και άλλες αναφορές από Έλληνες συγγραφείς του 5^{ου} αιώνα π.Χ. και πιο συγκεκριμένα από τον Πλάτωνα. Σύμφωνα λοιπόν με τα κείμενα του Πλάτωνα αναφέρετε το γεγονός ότι διάφορα φυτά αναπτυσσόταν σε ειδικά μέρη τα οποία τα προστάτευαν από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Ο Θεόφραστος ήταν ο πρώτος που μελέτησε την επίδραση που ασκεί η θερμότητα, ο άνεμος και το έδαφος στην ανάπτυξη των καλλιεργειών. Επίσης ο Θεόφραστος αναφέρθηκε στην καλλιέργεια φυτών εκτός εποχής χρησιμοποιώντας διάφορα δοχεία, που η βάση τους ήταν καλυμμένη μέχρι τη μέση με κοπριά και ήταν τοποθετημένα σε ένα καρότσι. Τη νύχτα μετέφεραν το καρότσι στο οποίο ήταν τοποθετημένα τα δοχεία με τα φυτά στο περιστύλιο για να τα προστατέψουν από το κρύο και επίσης ο σκοπός της ύπαρξης της κοπριάς που είχαν τοποθετήσει στη βάση των δοχείων ήταν για να αυξηθεί η θερμοκρασία της ρίζας του φυτού. (Μαυρογιαννόπουλος Γ. Ν., Θερμοκήπια).

Ακλουθώντας την ιστορική αναδρομή στην αναφορές για καλλιέργεια φυτών σε κλειστό και ελεγχόμενο χώρο φτάνουμε στον 1^ο αιώνα μ.Χ.. Την χρονική περίοδο του 1^ο αιώνα μ.Χ. δηλαδή, κατά την ρωμαϊκή εποχή έγιναν οι πρώτες συστηματικές προσπάθειες για την πρωίμιση των λαχανικών και των ανθέων. Ο αυτοκράτορας Νέρων το 42 μ.Χ. διέταξε να κατασκευαστεί ένας θερμαινόμενος χώρος από υλικά τάλκη και μίκα με σκοπό το χειμώνα να χρησιμοποιούν τον συγκεκριμένο χώρο για την ανάπτυξη των αγγουριών που δεν μπορούσαν να ευδοκιμήσουν την συγκεκριμένη εποχή του χρόνου λόγω του κρύου. Ο συγγραφέας Columelle γράφει ότι ο αυτοκράτορας Τιβέριος είχε την συνήθεια το κάθε γεύμα του να συνοδεύεται από μια σαλάτα αγγουριού. Ο κηπουρός του για να του προσφέρει την καθημερινή

σαλάτα του, χρησιμοποιούσε μεγάλα δοχεία που σκεπάζονταν από το ορυκτό μίκα, με αποτέλεσμα να διατηρείται η ζέστη που προερχόταν από τη ζύμωση της κοπριάς και επέτρεπε τη διέλευση του φωτός στον εσωτερικό χώρο.

Οι έμποροι και οι εξερευνητές τον 16^ο αιώνα μετέφεραν εξωτικά φυτά τα οποία δε μπορούσαν να αναπτυχθούν στο κλίμα της βόρειας Ευρώπης. Για την ανάπτυξη αλλά και για την παρατήρησή τους δημιουργήθηκαν οι Βοτανικοί Κήποι αρχικά στην Ιταλία και αργότερα στην Ολλανδία και στην Αγγλία.

Τον 17^ο αιώνα η αριστοκρατία της βόρειας Ευρώπης χρησιμοποίησε τα εξωτικά αυτά φυτά σαν φυτά διακόσμησης και παραγωγής. Τα πιο δημοφιλή καρποφόρα ήταν τα εσπεριδοειδή, των οποίων η καλλιέργεια ήταν εύκολη γιατί δεν απαιτούσαν θέρμανση το μόνο που χρειάζονταν ήταν προστασία από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες.

Τον 18^ο αιώνα επιβεβαιώθηκε ότι για την σωστή ανάπτυξη των φυτών σημαντικός παράγοντας είναι ο φωτισμός. Γι' αυτό το λόγο στις κατασκευές των θερμοκηπίων που γινόταν με ξύλινο σκελετό και υαλοπίνακες άρχισε να υπολογίζεται η γωνία κλίσης των υαλοπινάκων ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερος φωτισμός μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου.

Σύμφωνα με συγγραφείς όπως ο London και ο Lemon έχουμε αναφορές για τη χρήση γυαλιού στην καλλιέργεια, αντίστοιχα το 1611 με τον σχεδιασμό και την κατασκευή του πρώτου γυάλινου θερμοκηπίου από το Soloman de Caus of Heidelberg με στόχο την προστασία των πορτοκαλιών από το κρύο και το 1385 στην Γαλλία τη χρήση του γυαλιού για την προστασία των φυτών. Αυτή τη χρήση του γυαλιού ακολουθεί τον 19^ο αιώνα στην Ευρώπη η διάδοση των εμπορικών γυάλινων θερμοκηπίων και το 1806 κατασκευή του πρώτου θερμοκηπίου με διπλές πλάκες γυαλιού.

Από τον 19^ο αιώνα μέχρι σήμερα η κατασκευή του θερμοκηπίου έχει εξελιχθεί σημαντικά, από τα υλικά κατασκευής μέχρι τις γνώσεις του ανθρώπου οι οποίες έχουν αυξηθεί με τη πάροδο του χρόνου. Στις μέρες μας οι σκελετοί των θερμοκηπίων πλέον κατασκευάζονται από ξύλο, γαλβανισμένο σίδηρο και αλουμίνιο, ενώ σαν υλικά κάλυψης χρησιμοποιούνται πέρα από το γυαλί, εύκαμπτα φύλλα πλαστικού και σκληρά φύλλα πλαστικού. Στο εσωτερικό των σημερινών θερμοκηπίων συναντάμε αερόθερμα, συστήματα μείωσης της θερμοκρασίας με εξάτμιση νερού, τεχνητό φωτισμό και θαλάμους με υδρονέφωση.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

3.1 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Το θερμοκήπιο είναι μια μεγάλη και μακροχρόνια επένδυση, που θα επηρεάσει τη παραγωγικότητα πολλών καλλιεργειών. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει σωστή επιλογή της θέσης όπου θα τοποθετηθεί το θερμοκήπιο και επίσης σωστή επιλογή στον τρόπο κατασκευής του. Η εγκατάσταση των θερμοκηπίων ευνοείται σε περιοχές ηλιόλουστες, με πολλές ώρες ηλιοφάνειας, που δεν σκιάζονται από βουνά ή από άλλα εμπόδια και η τοποθέτησή τους γίνεται σε απόσταση 20m από τις εθνικές οδούς. Η τοποθεσία που θα επιλεγεί πρέπει να είναι προφυλαγμένη, όσο αυτό είναι εφικτό, από τους ισχυρούς ανέμους. Οι ισχυροί άνεμοι είναι επικίνδυνοι για την κατασκευή του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες, όπου συμβάλλουν σε μεγάλες απώλειες από τα θερμαινόμενα θερμοκήπια. Αντίθετα το καλοκαίρι όμως, μέτριας έντασης άνεμοι είναι επιθυμητοί γιατί βοηθάνε στο καλύτερο εξαερισμό του θερμοκηπίου. Γενικότερα μπορούμε να πούμε ότι, αποφεύγονται περιοχές οι οποίες πλήττονται από δυνατούς ανέμους και από χαλάζι όπως και επίσης οι περιοχές με ψυχρό και υγρό κλίμα. Ως προτεινόμενος καλύτερος προσανατολισμός για ένα θερμοκήπιο είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά, γιατί έτσι εξασφαλίζεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερος φωτισμός με λιγότερες σκιάσεις. Εξετάζοντας την Ελλάδα παρατηρούμε ότι τα περισσότερα θερμοκήπια βρίσκονται στις νότιες περιοχές της χώρας. Πέρα από όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω για το σχεδιασμό και τη κατασκευή ενός θερμοκηπίου πρέπει ληφθούν υπόψη και κάποιοι άλλοι σημαντικοί παράγοντες. Αυτοί είναι:

1. Η αντοχή στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας ($60^{\circ}\text{C} \leq \Theta \leq -10^{\circ}\text{C}$) του μέρους του θερμοκηπίου που βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους
2. Καλή μηχανική αντοχή, πρέπει να φέρει όλα τα φορτία συμπεριλαμβανομένου και του βάρους του

3. Η δυνατότητα να έχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη φωτεινότητα και οι απώλειες της θερμότητας να είναι μειωμένες κατά την χειμερινή περίοδο
4. Η δυνατότητα παροχής καλού εξαερισμού κατά την θερινή περίοδο
5. Η ύπαρξη καλής ποιότητας αρδευτικού νερού
6. Η ύπαρξη κατάλληλου οδικού δικτύου, η γειτνίαση με κέντρα εμπορίας καθώς και η διαθεσιμότητα εργατικού δυναμικού στη περιοχή.
7. Να ευνοείται η διαδικασία της εκμηχάνισης. Η εκμηχάνιση γίνεται όταν το ελεύθερο ύψος είναι μεγαλύτερο των 2,6m και το πλάτος της κατασκευαστικής μονάδας μεγαλύτερο των 5m.
8. Τα φυτά που πρόκειται να καλλιεργηθούν. Μπορεί να είναι γλαστρικά φυτά που πωλούνται ανθισμένα, κηπευτικά ή καλλωπιστικά που καλλιεργούνται για το άνθος τους. Για κάθε μία κατηγορία φυτών αντιστοιχεί και ένα διαφορετικό θερμοκήπιο γιατί έχουν διαφορετικές απαιτήσεις ως προς τις συνθήκες του περιβάλλοντος που πρέπει να επικρατούν.
9. Οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες της περιοχής

Όλοι οι προαναφερθέντες παράγοντες είναι πολλοί σημαντικοί για να γίνει σωστά η κατασκευή μια θερμοκηπιακής εγκατάστασης αλλά θα πρέπει να ληφθεί υπόψη εκτός από αυτούς τους παράγοντες και ο παράγοντας του εδάφους, όπου θα εγκατασταθεί. Η σωστή θεμελίωση των θερμοκηπίων γίνεται σε σταθερό αδιατάραχτο φυσικό έδαφος, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος καθίζησης κάποιου τμήματος ή ολόκληρου του θερμοκηπίου. Τα εδάφη που προτιμούνται για την εγκατάσταση θερμοκηπιακής κατασκευής είναι τα βαθιά και τα γόνιμα, εκτός των περιπτώσεων που πρόκειται για υδροπονική καλλιέργεια ή χρήση άλλων τεχνητών υποστρωμάτων π.χ. σε γλάστρες. Επίσης η επιφάνεια του εδάφους στο οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί το θερμοκήπιο πρέπει να είναι επίπεδη και να υπάρχει καλή στράγγιση του εδάφους. Το απαραίτητο βάθος για τη σωστή θεμελίωσης της θερμοκηπιακής εγκατάστασης πρέπει να είναι τουλάχιστον 80 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Τα θεμέλια θα πρέπει να είναι αρκετά ισχυρά ώστε να έχουν την δυνατότητα να στηρίζουν τα διάφορα φορτία, όπως είναι το βάρος της ίδιας της κατασκευής του θερμοκηπίου, το βάρος του χιονιού σε περιπτώσεις χιονόπτωσης στην περιοχή που έχει εγκατασταθεί το θερμοκήπιο και την πίεση του ανέμου.

Επομένως σύμφωνα με όσα έχουν προαναφερθεί καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για τον άρτιο σχεδιασμό ή τη σωστή επιλογή του κατάλληλου θερμοκηπίου απαιτείται μεγάλη προσοχή και γνώση, για το λόγο ότι αυτή η ενέργεια θα καθορίσει την επιτυχία ή την αποτυχία της επιχείρησης.

Η κατασκευή ενός θερμοκηπίου περιλαμβάνει την :

- Επιλογή του κατάλληλου τύπου θερμοκηπίου
- Κατασκευή του σκελετού
- Επιλογή και την τοποθέτηση των υλικών κάλυψης
- Την επιλογή και τη τοποθέτηση του εξοπλισμού.

3.2 ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Δεν υπάρχει ένα και μόνο είδος θερμοκηπίου αλλά αντίθετα παρατηρούμε ότι τα θερμοκήπια διαφέρουν μεταξύ τους από κατασκευαστικής πλευράς, στο σχήμα και στις διαστάσεις της βασικής τους μονάδας, καθώς και στα χρησιμοποιούμενα υλικά σκελετού και κάλυψης. Η βασική κατασκευαστική μονάδα ενός θερμοκηπίου είναι το μικρότερο πλήρες τμήμα του, το οποίο επαναλαμβάνομε κατά μήκος και κατά πλάτος σχηματίζει το σύνολο.

3.2.1 Διάκριση των θερμοκηπίων με βάση το σχήμα της βασικής κατασκευαστικής μονάδας

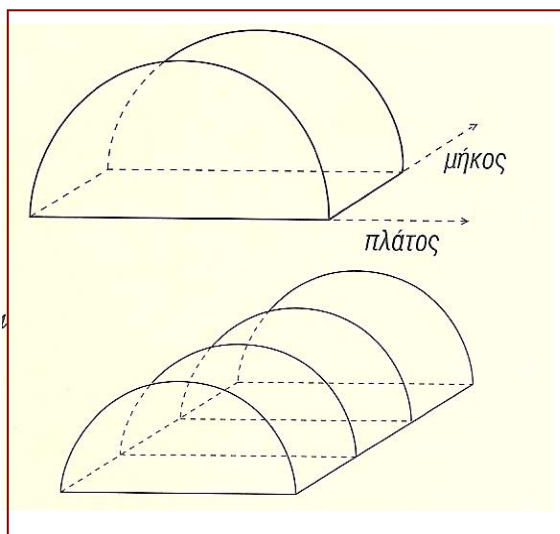
1. Θερμοκήπια τοξωτά.

Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα επαναλαμβάνεται από δύο συνεχόμενα πλαστικά ή μεταλλικά τόξα είναι εύκολο στη κατασκευή του και διαθέτει ελαφρύ σκελετό και τέλος το κόστος για την κατασκευή τους είναι χαμηλό. Στο συγκεκριμένο τύπο θερμοκηπίου το άνοιγμα των τόξων κυμαίνεται από 5 ως 10m, το μέγιστο ύψος είναι 3m και η απόσταση μεταξύ των τόξων είναι 0,8 ως 2m.

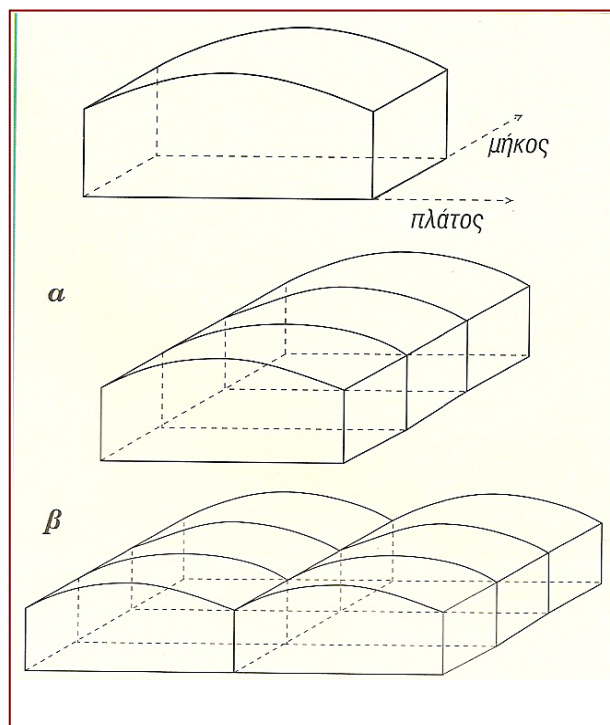
- ❖ Απλό τοξωτό: το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας (Εικόνα 3.1).
- ❖ Τροποποιημένο τοξωτό απλό (Εικόνα 3.2)
- ❖ Τροποποιημένο τοξωτό πολλαπλό: το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την κατά μήκος και πλάτος επανάληψη της κατασκευαστικής του μονάδας (Εικόνα 3.2).

Εκτός όμως από τα πλεονεκτήματα παρουσιάζουν και μερικά μειονεκτήματα:

- Δεν εύκολη η κατασκευή παθητικού εξαερισμού οροφής
- Δεν ευνοείται η κάλυψή τους με γυαλί
- Στις δύο άκρες του τόξου λόγω του χαμηλού του ύψους οι εργασίες του παραγωγού δεν είναι εύκολες



Εικόνα 3.1. Απλό τοξωτό θερμοκήπιο



Εικόνα 3.2. α. Τροποποιημένο τοξωτό θερμοκήπιο

β. Πολλαπλό τροποποιημένο τοξωτό θερμοκήπιο

2. Θερμοκήπιο αμφίρρικτο ή αμφικλινή.

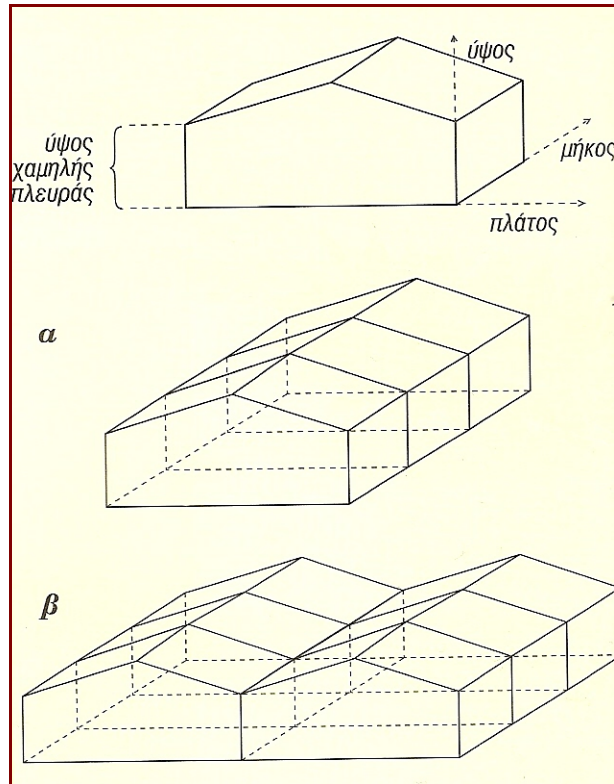
- ❖ Αμφίρρικτο απλό: το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας
- ❖ Αμφίρρικτο πολλαπλό: το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με τη κατά μήκος και πλάτος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας

Τα θερμοκήπια αυτά στα οποία αναφερόμαστε μπορεί να είναι χωρικού τύπου ή τυποποιημένα. Οι διαστάσεις για την κατασκευή αυτού του τύπου του θερμοκηπίου παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί:

Τύπος θερμοκηπίου	Διαστάσεις (m)		
	Ύψος	Πλάτος	Απόσταση στύλων
Χωρικού τύπου	2,20	5	2
Τυποποιημένα	2,60	5	3

Τα αμφικλινή θερμοκήπια πλεονεκτούν στα εξής:

- Τα στοιχεία του σκελετού τους είναι ομοιόμορφα και γι' αυτό είναι εύκολη η τυποποίησή τους
- Παρέχουν τη δυνατότητα κατασκευής καλού παθητικού εξαερισμού οροφής και πλευρικού
- Υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης υαλοπινάκων για τη κάλυψη του θερμοκηπίου, λόγω του ότι η επιφάνειά τους αποτελείται από επίπεδα.



**Εικόνα 3.3 α. Αμφίρρικτο απλό
β. Αμφίρρικτο πολλαπλό**

3.2.2 Διάκριση με βάση τον τρόπο κατασκευής τους

Ανάλογα με τον τρόπο που θα ακολουθηθεί στο να κατασκευαστεί ένα θερμοκήπιο καθορίζεται και ο τύπος του θερμοκηπίου που μπορεί να είναι ένας από τους ακόλουθους τύπους που αναφέρονται:

❖ **Χωρικού τύπου:** Χαρακτηρίζονται τα θερμοκήπια που κατασκευάζονται από τους ίδιους τους παραγωγούς. Ο σκελετός του θερμοκηπίου χωρικού τύπου είναι κατασκευασμένος από μη εμποτισμένη ξυλεία ή από σωλήνες και η κάλυψή τους γίνεται από μαλακό πλαστικό. Το μοναδικό πλεονέκτημα, που παρουσιάζουν τα θερμοκήπια του χωρικού τύπου, είναι το μικρό κόστος που έχει η κατασκευή τους.

❖ **Τυποποιημένα:** Τα θερμοκήπια που χαρακτηρίζονται ως τυποποιημένα είναι εκείνα που κατασκευάζονται από βιοτεχνίες και από βιομηχανίες σε μαζική παραγωγή. Τα τυποποιημένα θερμοκήπια χωρίζονται σε τρία είδη που είναι τα ακόλουθα:

- Θερμοκήπια με ξύλινο σκελετό και με πλαστική κάλυψη
- Θερμοκήπια με σκελετό από γαλβανισμένο χάλυβα και με πλαστική κάλυψη
- Γυάλινα θερμοκήπια.

Συγκρίνοντας τα θερμοκήπια χωρικού τύπου και τα τυποποιημένα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι βασική τους αντίθεση είναι ότι στα χωρικού τύπου δεν υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης αυτοματισμών, οι οποίοι διευκολύνουν την καλλιέργεια και τον έλεγχο του περιβάλλοντος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, όπως συμβαίνει στα τυποποιημένα .

3.2.3 Διάκριση με βάση τις διαστάσεις της βασικής κατασκευαστικής μονάδας

1. Θερμοκήπια χαμηλά

Στα θερμοκήπια που ονομάζονται χαμηλά , η κατασκευή τους έχει ως εξής: η χαμηλή πλευρά τους έχει ύψος 1,8m έως 2,6m. Τα χαμηλά θερμοκήπια πλεονεκτούν στο ότι οι απώλειες της ενέργειας είναι μηδαμινές λόγω του μικρού όγκου τους.

Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν αυτού του τύπου τα θερμοκήπια είναι:

- Δεν διαθέτουν τον καλύτερο δυνατό εξαερισμό με αποτέλεσμα να μην επικρατούν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών
- Οι καλλιεργητικές εργασίες που πραγματοποιούνται στο εσωτερικό τους γίνονται μετά δυσκολίας λόγω του χαμηλού ύψους τους.

2. Θερμοκήπια ψηλά

Στα θερμοκήπια που χαρακτηρίζονται ως ψηλά, η κατασκευή τους έχει ως εξής: η χαμηλή πλευρά τους έχει ύψος πάνω από 2,6m. Τα πλεονεκτήματα που έχουν τα ψηλά θερμοκήπια είναι τα ακόλουθα:

- Ο καλός φυσικός εξαερισμός
- Ευρύχωρα και φωτεινά
- Οι καλλιεργητικές εργασίες πραγματοποιούνται εύκολα.

3. Θερμοκήπια μεγάλου πλάτους

Στα θερμοκήπια μεγάλου πλάτους η κατασκευαστική μονάδα τους είναι πάνω από 5m. Στα θερμοκήπια αυτού του τύπου τα πλεονεκτήματα είναι τρία και αναφέρονται παρακάτω:

- Διευκολύνεται η μηχανική καλλιέργεια των φυτών
- Διευκολύνονται οι καλλιεργητικές εργασίες
- Ο χώρος είναι ευρύχωρος και υπάρχει φωτεινότητα

4. Θερμοκήπια μικρού πλάτους

Στα θερμοκήπια μικρού πλάτους η κατασκευαστική τους μονάδα είναι κάτω από 5m. Τα θερμοκήπια αυτού του τύπου πλεονεκτούν στα ακόλουθα:

- Έχουν μικρότερο κόστος συγκριτικά μετά τα θερμοκήπια μεγάλου πλάτους
- Αερίζονται εύκολα

3.2.4 Διάκριση με βάση το χρησιμοποιούμενο υλικό κατασκευής του σκελετού της κατασκευαστικής μονάδας

1. Ξύλινα θερμοκήπια

Το ξύλο χρησιμοποιείται ως υλικό κατασκευής του σκελετού ενός θερμοκηπίου υπό την προϋπόθεση ότι το πλάτος της κατασκευαστικής μονάδας δεν ξεπερνά τα 6m. Τα ξύλινα θερμοκήπια που κατασκευάζονται έχουν τα πλεονεκτήματα ότι είναι εύκολα στην κατασκευή τους και το κόστος τους είναι αρκετά μικρότερο μικρότερο σε σύγκριση με τα μεταλλικά . Από την πλευρά όταν τα συγκρίνουμε με τα μεταλλικά θερμοκήπια ανακαλύπτουμε τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Η διάρκεια ζωής των ξύλινων θερμοκηπίων είναι μικρή
- Η φωτεινότητα σε ένα θερμοκήπιο που έχει κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας ξύλο είναι περιορισμένη
- Δεν ευνοείται η εγκατάσταση αυτοματισμών στον εξαερισμό και η δημιουργία παραθύρων οροφής δεν είναι εύκολη
- Δεν υπάρχει και η όσο το δυνατόν καλύτερη στεγανότητα στην υγρασία και στον αέρα και αυτό είναι αποτέλεσμα της στρέβλωσης των ξύλων με τα οποία κατασκευάστηκε το θερμοκήπιο.

2. Αλουμινένια θερμοκήπια

Τα αλουμινένια θερμοκήπια παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Δεν παρουσιάζουν διάβρωση με το πέρασμα του χρόνου
- Ευνοούν τη φωτεινότητα του θερμοκηπιακού χώρου
- Δίνουν στον παραγωγό την δυνατότητα εγκατάστασης αυτοματισμών στο παθητικό εξαερισμό του θερμοκηπίου
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής
- Τέλος τα αλουμινένια θερμοκήπια χαρακτηρίζονται από το μεγάλο τους κόστος πράγμα που είναι και ένα μειονέκτημα για αυτά.

3.Μεταλλικά θερμοκήπια

Στα μεταλλικά θερμοκήπια η κατασκευή τους έχει ως εξής: ο σκελετός τους είναι κατασκευασμένος από γαλβανισμένο σιδηροσωλήνα. Τα μεταλλικά θερμοκήπια πλεονεκτούν σε συγκριτικά με όλους τους προαναφερόμενους τύπους θερμοκηπίων για τους ακόλουθους λόγους:

- Έχουν μεγάλη φωτεινότητα και διάρκεια ζωής πάνω από 15 χρόνια.
- Οι μηχανισμοί του παθητικού εξαερισμού κατασκευάζονται και αυτοματοποιούνται ευκολότερα
- Μεταφέρονται ευκολότερα σε περίπτωση μετεγκατάστασης της επιχείρησης.

3.2.5 Διάκριση με βάση τα χρησιμοποιούμενα υλικά κάλυψης.

1. Υαλόφρακτα θερμοκήπια

Στα υαλόφρακτα θερμοκήπια συναντάμε την ικανότητα τους να διατηρούν πολύ καλή περατότητα στο φως η οποία διαρκεί για πολλά χρόνια με αποτέλεσμα το διαφανές κάλυμμα να μη χρειάζεται να αντικατασταθεί. Αντικατάσταση του καλύμματος γίνεται μόνο σε περιπτώσεις θραυσμένων υαλοπινάκων που συνήθως έχουν προκληθεί από την πτώση χαλαζίου.

Επίσης συντελεστής θερμοπερατότητας σε αυτού του τύπου τα θερμοκήπια είναι μικρός και αυτό έχει σαν συνέπεια να καταναλώνουν μικρότερη ενέργεια για θέρμανση. Στα υαλόφρακτα θερμοκήπια ο σκελετός τους πρέπει να καλής κατασκευής και άκαμπος και οι επιφάνειες τους να είναι επίπεδες.

2. Θερμοκήπια από εύκαμπτο πλαστικό διαφανές κάλυμμα

Στα θερμοκήπια που κατασκευάζονται από εύκαμπτο διαφανές πλαστικό κάλυμμα ο σκελετός τους είναι ελαφρύς, μπορούν να έχουν οποιοδήποτε σχήμα και κοστίζουν πολύ λιγότερο. Η περατότητα του φωτός στο χώρο του θερμοκηπίου που έχει κατασκευαστεί από εύκαμπτο πλαστικό διαφανές κάλυμμα κάθε τρία χρόνια φτάνει τη μέγιστη τιμή της, γεγονός που οφείλεται στο ότι η αντοχή του καλύμματος διαρκεί

μόνο για τρία χρόνια και μετά τη διέλευση των τριών χρόνων πρέπει να αντικατασταθεί.

3. Θερμοκήπια από άκαμπτο πλαστικό διαφανές κάλυμμα

Σε τέτοιου τύπου θερμοκήπια ο σκελετός τους είναι ελαφρύτερος συγκριτικά από των υαλόφρακτων και έχουν μεγάλη ποικιλία σχημάτων και είναι σχετικά ανθεκτικά σε περιπτώσεις που έχουμε πτώση από χαλάζι ή και χιόνι. Θερμοκήπια που έχουν κατασκευαστεί όντας καλυμμένα με διπλές πολυκαρβονικές ή ακρυλικές επιφάνειες έχουν την δυνατότητα να εξασφαλίζουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Στα θερμοκήπια που έχουν ως κατασκευαστικό υλικό το άκαμπτο πλαστικό διαφανές κάλυμμα η περατότητα του συγκεκριμένου καλύμματος στο φως μειώνεται κατά τη διέλευση του χρόνου εξαιτίας της μικρής διάρκειας ζωής του καλύμματος που υπολογίζεται από 4 έως 5 χρόνια. Τέλος το κόστος των συγκεκριμένων θερμοκηπιακών κατασκευών είναι μικρότερο από αυτό των υαλόφρακτων.

3.2.6 Διάκριση με βάση των αριθμών των σειρών της βασικής κατασκευαστικής μονάδας

1. Απλής γραμμής θερμοκήπια

Η επόμενη διάκριση στα θερμοκήπια γίνεται σύμφωνα τον αριθμό σειρών της βασικής κατασκευαστικής μονάδας. Η πρώτη διάκριση που προκύπτει είναι εκείνη της απλής γραμμής θερμοκηπίων τα οποία κατασκευάζονται με διάταξη των βασικών κατασκευαστικών μονάδων σε μια σειρά. Τα απλής γραμμής θερμοκήπια:

1. Επιτρέπουν τη μεγάλη διείσδυση του φωτός στο εσωτερικό του θερμοκηπίου για το λόγο ότι δέχονται περισσότερο διάχυτο φωτισμό από τις πλευρές τους.
2. Έχουν αποτελεσματικότερο φυσικό εξαερισμό από τα πλευρικά τους παράθυρα εξαιτίας του μικρού τους πλάτους.

Μειονεκτούν όμως τα θερμοκήπια απλής γραμμής, στο ότι δεν αξιοποιούν ικανοποιητικά την έκταση του αγρού στον οποίο εγκαθίστανται και έχουν αυξημένες απώλειες ενέργειας κατά την θέρμανσή τους.

1. Πολλαπλής γραμμής θερμοκήπια

Τα πολλαπλής γραμμής θερμοκήπια προέρχονται από τα απλής γραμμής θερμοκήπια που έχουν συνδεθεί μεταξύ τους σε παράλληλη διάταξη. Η ένωση των θερμοκηπίων απλής γραμμής που οδηγεί στην δημιουργία των πολλαπλής γραμμής γίνεται ως εξής: στην ένωση των πλευρών της οροφής τοποθετείται υδρορροή για την απομάκρυνση του νερού της βροχής ή του λιωμένου χιονιού. Τα θερμοκήπια πολλαπλής γραμμής χαρακτηρίζονται από τα ακόλουθα:

1. Ο εσωτερικός τους χώρος είναι μεγάλος και συνεχής γεγονός που επιτρέπει τη χρήση μηχανημάτων στη καλλιέργεια των φυτών
2. Παρουσιάζουν οικονομία στη θέρμανση πράγμα που δικαιολογείται γιατί έχουν μικρότερη επιφάνεια καλύμματος ανά μονάδα επιφάνειας εδάφους.

Το μειονέκτημα που θα μπορούσαμε να προσάψουμε σε τέτοιου είδους θερμοκήπια είναι ότι έχουν κακό παθητικός εξαερισμό πράγμα που παρουσιάζεται όταν αυτά καλύπτουν μεγάλη και συνεχόμενη έκταση. Τα θερμοκήπια πολλαπλής γραμμής θεωρούνται ότι είναι καταλληλότερα για τη καλλιέργεια γλαστρικών φυτών εσωτερικού χώρου.

3.2.7 Διάκριση με βάση το διαθέσιμο σύστημα εξαερισμού

1. Θερμοκήπια με φυσικό εξαερισμό

Οι τύποι θερμοκηπίων που προκύπτουν από τη διάκριση του διαθέσιμου συστήματος εξαερισμού είναι δύο, τα θερμοκήπια με φυσικό εξαερισμό και με δυναμικό εξαερισμό. Αναφορικά μετά θερμοκήπια με φυσικό εξαερισμό βλέπουμε ότι ο εξαερισμός των θερμοκηπίων αυτών γίνεται από τα παράθυρα οροφής και από τα πλευρικά παράθυρα . Τα πλεονεκτήματα των θερμοκηπίων με φυσικό εξαερισμό είναι τα εξής:

- Δεν απαιτείται η χρήση ενέργειας για τη λειτουργία του
- Οι βλάβες στο σύστημα του εξαερισμού που προκύπτουν αντιμετωπίζονται και διορθώνονται από τον ίδιο το παραγωγό
- Η τοποθέτηση των θερμοκηπίων αυτών γίνεται σε οποιαδήποτε περιοχή ανεξάρτητα από την ύπαρξη ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή

Τα μειονεκτήματά σε αυτού του τα θερμοκήπια είναι τα ακόλουθα:

- Τις θερμές μέρες του χρόνου και όταν επικρατεί άπνοια δεν είναι δυνατόν να επιτευχθούν χαμηλές θερμοκρασίες στον εσωτερικό τους χώρο
- Για τη σωστή λειτουργία του συστήματος απαιτούνται κατασκευές θερμοκηπίου μεγάλου ύψους και δυνατότητα κατασκευής στεγανών παραθύρων οροφής που να αυτοματοποιούνται εύκολα

Τα θερμοκήπια που διαθέτουν παθητικό εξαερισμό διακρίνονται στα εξής:

- Σε θερμοκήπια με ανοίγματα μόνο πλευρικά. Το πλεονέκτημα αυτών των θερμοκηπιακών κατασκευών είναι ότι κοστίζουν πιο φθηνά αλλά, αν το πλάτος του θερμοκηπίου υπερβαίνει τα 16m δεν έχουν ικανοποιητικό εξαερισμό
- Και σε θερμοκήπια με ανοίγματα πλευρικά και συνεχόμενα οροφής. Αυτού του τύπου τα θερμοκήπια είναι ακριβότερα αλλά ο εσωτερικός τους χώρος έχει πολύ πιο ικανοποιητικό εξαερισμό.

2. Θερμοκήπια με δυναμικό εξαερισμό

Στα θερμοκήπια αυτού του είδους ο εξαερισμός γίνεται με δυναμικά μέσα (εξαεριστήρες). Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν αυτές οι θερμοκηπιακές κατασκευές είναι τα εξής:

- Υπάρχει συνεχόμενη ανανέωση του αέρα στον εσωτερικό τους χώρο ακόμα και σε μέρες που επικρατεί άπνοια
- Απαιτούν θερμοκήπια μικρότερου όγκου και αυτό έχει σαν συνέπεια οι απώλειες ενέργειας που έχουν κατά τη διάρκεια της θέρμανσης να είναι ελάχιστες
- Παρέχουν τη δυνατότητα κατασκευής ενός συστήματος δροσισμού πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου

Φυσικά χαρακτηρίζονται αυτού του είδους τα θερμοκήπια μόνο από πλεονεκτήματα αλλά και από μειονεκτήματα που είναι τα ακόλουθα:

- Για να λειτουργήσει ένα θερμοκήπιο με δυναμικό εξαερισμό καταναλώνει σημαντική ποσότητα ενέργειας κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου
- Όταν ο παραγωγός δεν έχει εκμεταλλευτεί την δυνατότητα που του παρέχει για κατασκευή συστήματος δροσισμού μειώνεται η σχετική υγρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου
- Για τη τοποθέτησή του συγκεκριμένου τύπου θερμοκηπίου κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή που θα το εγκαταστήσουν
- Δεν εγκαθίσταται σε περιοχές που δεν έχουν την απαραίτητη τεχνική κάλυψη για το λόγο ότι μια ζημιά στο σύστημα του δυναμικού εξαερισμού δεν θα μπορεί να επισκευαστεί σύντομα και έτσι υπάρχει κίνδυνος καταστροφής της καλλιέργειας.

3.2.8 Ελληνικοί τύποι θερμοκηπίων

Στον ελλαδικό χώρο εντοπίζουμε επτά τύπους κατασκευής θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων που είναι οι εξής:

- Τύπος Πρέβεζας
- Τύπος Σκάλας
- Τύπος Μακεδονίας ή Θεσσαλονίκης
- Τύπος Τυμπακίου
- Τύπος Ιεράπετρας
- Τύπος Φιλιατρών
- Βελτιωμένος τύπος Φιλιατρών

1. Τύπος Πρέβεζας

Ο παλαιότερος τύπος θερμοκηπίου που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα και πρωτοεμφανίστηκε στην περιοχή της Πρέβεζας είναι ο τύπος Πρέβεζας. Στα θερμοκήπια τα οποία έχουν δημιουργηθεί σύμφωνα με τον τύπο της Πρέβεζας η κατασκευαστική τους δομή έχει ως εξής: ο σκελετός τους ήταν κατασκευασμένος από καλάμια τα οποία τοποθετούνταν σε δύο παράλληλες γραμμές που απείχαν μεταξύ

τους 4 με 4,5m ενώ η απόσταση μεταξύ των καλαμιών ήταν 0,6 με 0,9m. Όταν τοποθετούσαν τα καλάμια στο έδαφος, τα έκαμπταν προς το κέντρο και τα έδεναν με τα αντίστοιχα της επόμενης γραμμής ώστε να σχηματιστεί τόξο. Για μεγαλύτερη σταθεροποίηση τοποθετούνταν τρεις σειρές καλαμιών η μία στη κορυφή και οι άλλες δύο στα πλάγια. Σαν υλικό κάλυψης χρησιμοποιούσαν πολυαιθυλένιο του οποίου τις άκρες παράχωναν στο έδαφος.

Τα θερμοκήπια που βάσισαν την κατασκευή του στον τύπο της Πρέβεζας χαρακτηρίζονται το πλεονέκτημα του μικρού κόστους της κατασκευής του αλλά και από τη μικρή διάρκεια ζωής της κατασκευής τους, τον ανεπαρκή εξαερισμό, τη μικρή μηχανική αντοχή στους ανέμους.

2. Τύπος Σκάλας

Ο δεύτερος τύπος θερμοκηπιακής κατασκευής που εμφανίστηκε ήταν ο τύπος Σκάλας. Τα θερμοκήπια τύπου Σκάλας αναφέρονται σε ένα θερμοκήπιο χωρικού τύπου που πρωτοεμφανίστηκε στη Σκάλα της Λακωνίας και η κατασκευαστική δομή του είναι η ακόλουθη: είναι μία δίρρικτη ξύλινη κατασκευή που το ύψος των πλευρών είναι 1-1,5m, το ύψος κορυφής 2-2,2m και με πλάτος 5-10m. Τα θερμοκήπια τα οποία κατασκευάστηκαν σύμφωνα με αυτόν τον τύπο της Σκάλας δεν δημιουργούν τις καταλληλότερες συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών που καλλιεργούνται και οι εργασίες μέσα σε αυτό δεν πραγματοποιούνται με ευκολία.

3. Τύπος Μακεδονίας ή Θεσσαλονίκης

Επόμενος τύπος θερμοκηπίου που θα εξετάσουμε είναι του τύπου Μακεδονίας ή Θεσσαλονίκης. Όταν αναφερόμαστε στον τύπο Μακεδονίας ή Θεσσαλονίκης αναφερόμαστε σε ένα ξύλινο θερμοκήπιο απλής ή πολλαπλής γραμμής που πρωτοεμφανίστηκε στη περιοχή της Θεσσαλονίκης. Η κατασκευαστική δομή των θερμοκηπίων αυτού του τύπου βασίζεται στις ακόλουθες διαστάσεις: πλάτος βασικής μονάδας 10m, πλάγιο ύψος 1,5-2m και μέγιστο ύψος στέγης 2,5-3m. Επίσης η απόσταση μεταξύ των κατά μήκος και κατά πλάτος πασσάλων είναι 2m.

Εξετάζοντας τον συγκεκριμένο τύπο θερμοκηπιακών κατασκευών καταλήγουμε στο ότι πλεονεκτεί, αναφορικά με την εγκατάσταση του γιατί είναι πολύ εύκολη, έχει μικρό κόστος και παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στους ανέμους. Από την άλλη πλευρά όμως έχοντας, μικρή κλίση στην στέγη του η απομάκρυνση του χιονιού είναι αρκετά

δύσκολη και το χαμηλό του ύψος δεν ευνοεί στον καλό αερισμό του εσωτερικού του θερμοκηπίου.

4. Τύπος Τυμπακίου

Ο τύπος Τυμπακίου σαν μέθοδος κατασκευής θερμοκηπίων είναι μια τροποποιημένη έκδοση του τύπου της Μακεδονίας ή Θεσσαλονίκης. Η διαφοροποίηση ανάμεσα στους δύο τύπους Τυμπακίου και Μακεδονίας ή Θεσσαλονίκης είναι η εξής: η στέγη στον τύπο του Τυμπακίου είναι πολύρρικτη και 30-60cm πιο ψηλή από το θερμοκήπιο του τύπου της Μακεδονίας. Παρουσιάζει σχεδόν τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα με αυτά που παρουσίαζε το θερμοκήπιο του τύπου της Μακεδονίας, αλλά διαφέρει στο γεγονός όμως ότι ο εσωτερικός χώρος του θερμοκηπίου που βασίζεται στον τύπο του Τυμπακίου αερίζεται καλύτερα.

5. Τύπος Ιεράπετρας

Τα θερμοκήπια τύπου Ιεράπετρας πρωτοεμφανίστηκαν το 1966 στην περιοχή της Ιεράπετρας και πρόκειται ξύλινα πολύρρικτα θερμοκήπια τα οποία είναι αντιγραφή του ολλανδικού γυάλινου θερμοκηπίου τύπου Venlo. Για την κατασκευή του θερμοκηπίου αυτού του τύπου πρέπει το πλάτος της κατασκευαστικής του μονάδας είναι 5m, το ύψος της πλάγιας πλευράς 1,8-2m και μέγιστο ύψος της στέγης 2,2-2,4m. Η απόσταση των πασσάλων κατά μήκος και κατά πλάτος είναι 2,5m. Από τα προαναφερθέντα μπορούμε να καταλάβουμε ότι τα θερμοκήπια τύπου Ιεράπετρας έχουν χαμηλό ύψος γεγονός που δεν βοηθά στο καλό αερισμό του εσωτερικού του θερμοκηπίου, αλλά από την πλευρά έχουν όμως μεγάλη αντοχή στους ανέμους. Η κατασκευαστική υποδομή που αναφέρθηκε παραπάνω είναι η αρχική, που όμως με το πέρασμα του χρόνου έγιναν αρκετές αλλαγές σε αυτήν. Οι αλλαγές που προέκυψαν με την πάροδο του χρόνου στη κατασκευή του θερμοκηπίου αφορούν το ύψος, το άνοιγμα των παραθύρων στην οροφή και στα πλάγια, αλλαγές που ενόησαν στο να δημιουργηθούν οι όσο το δυνατόν πιο κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών και οι εργασίες να γίνονται με ευκολία.

6. Τύπος Φιλιατρών

Στα θερμοκήπια τύπου Φιλιατρών η κατασκευή υποδομή του θερμοκηπίου αυτού του τύπου γίνεται με σιδηροσωλήνες τους οποίους τους κάμπτουν ώστε να σχηματιστούν τόξα με άνοιγμα 5m και ύψους 1,8-2,2m. Κατά μήκος του τούνελ και κάθετα στο επίπεδο των αψίδων τοποθετούνται γαλβανισμένα σύρματα ή καλάμια για να ενισχύσουν τη σταθερότητα του θερμοκηπίου.

Τα θερμοκήπια τύπου Φιλιατρών χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη διάρκεια ζωής τους, το μικρό κόστος που έχουν, τη μεγάλη φωτεινότητα, την ευκολία στην εγκατάσταση αλλά, από την άλλη πλευρά μειονεκτούν λόγω του μικρού τους ύψους πράγμα που δυσκολεύει τις εργασίες και το καλό αερισμό του εσωτερικού χώρου.

7. Βελτιωμένος τύπος Φιλιατρών

Ο τελευταίος τύπος θερμοκηπίων που συναντάμε στο ελληνικό χώρο είναι ο βελτιωμένος τύπος Φιλιατρών. Ο βελτιωμένος τύπος Φιλιατρών αναφέρεται σε ένα μεταλλικό απλής ή πολλαπλής γραμμής θερμοκήπιο που κάμπτοντας τους σιδηροσωλήνες σχηματίζονται οι αψίδες. Σε αντίθεση με τα θερμοκήπια απλού τύπου Φιλιατρών που οι αψίδες πακτώνονται στο έδαφος στον βελτιωμένο τύπο οι αψίδες συγκολλούνται σε πασσάλους με ύψος 1,2-1,5m. Τα θερμοκήπια που έχουν βασίσει την κατασκευή τους στο βελτιωμένο τύπο Φιλιατρών χαρακτηρίζονται από μεγάλη διάρκεια ζωής τους, το μικρό κόστος κατασκευής που έχουν, την ευκολία στην εγκατάσταση και αντίθετα με τον απλό τύπο Φιλιατρών διευκολύνονται οι εργασίες που πραγματοποιούνται στον εσωτερικό τους χώρο .

3.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

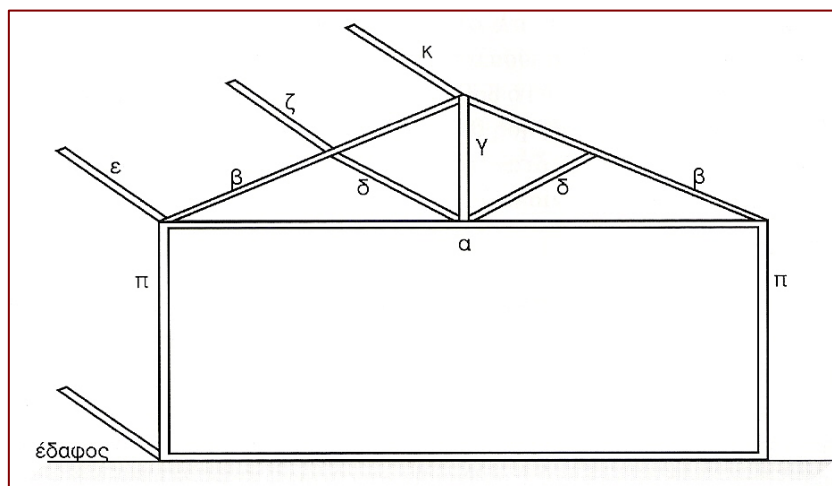
Για να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί μια θερμοκηπιακή εγκατάσταση πρέπει να εξεταστούν και ληφθούν υπόψη όλοι οι παρακάτω παράγοντες:

- η ύπαρξη φωτεινότητας σε όλη τη διάρκεια του χειμώνα
- οι απώλειες της θερμότητας που θα υπάρχουν κατά τη διάρκεια του χειμώνα να είναι όσο το δυνατόν πιο μειωμένες
- ο εξαερισμός της θερμοκηπιακής κατασκευής την θερινή περίοδο
- η κάλυψη των απαιτήσεων της καλλιέργειας
- η δυνατότητα παροχής καλλιέργειας μεγάλου αριθμού φυτών

Ο σκελετός δίνει το σχήμα στα θερμοκήπια και την απαιτούμενη αντοχή, ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει στην άρση του βάρους των υλικών κάλυψης και των διάφορων άλλων φορτίων (Εικόνα). Ο σκελετός των θερμοκηπίων αποτελείται από τα ακόλουθα:

- 1. Στύλους ή κολώνες:** που είναι τα κατακόρυφα στοιχεία του σκελετού των αμφικλινών θερμοκηπίων ,ενώ τα αντίστοιχα στοιχεία του σκελετού των τοξωτών θερμοκηπίων είναι τα τόξα.
- 2. Δοκάρια ή μηκίδες:** που είναι τα οριζόντια στοιχεία του σκελετού και συνδέουν τους στύλους μεταξύ τους. Στα τοξωτά θερμοκήπια τα τόξα συνδέονται μεταξύ τους με τις συνδετικές ράβδους.
- 3. Ζευκτά ή δικτυώματα,** αποτελούν στοιχεία του σκελετού της στέγης και συνδέουν τις δύο μεγάλες πλευρές των αμφικλινών θερμοκηπίων τοποθετούμενα κάθετα σε αυτές. Το ζευκτό αποτελείται από:
 - Τον ελκυστήρα ή πέλμα
 - Τα ψαλίδια ή αμείβοντες
 - Τις αντηρίδες ή διαγώνιες
 - Τον ορθοστάτη ή μπαμπά
- 4. Τεγίδες:** που συνδέουν τα ζευκτά μεταξύ τους και τοποθετούνται κάθετα πάνω σε αυτά κατά μήκος της στέγης.
- 5. Αντιανέμια:** που είναι τα διαγώνια υποστηρίγματα και συγκρατούν τους στύλους και τα δοκάρια μεταξύ τους, για ενίσχυση της αντοχής τους στη πίεση του ανέμου.

6. **Επιτεγίδες**, στηρίζονται πάνω στις τεγίδες και τοποθετούνται στα υαλόφρακτα θερμοκηπια για να φέρουν τους υαλοπίνακες ή στα πλαστικής κάλυψης για τη στερέωση του πλαστικού.



Εικόνα 3.4 Κύρια στοιχεία σκελετού ενός θερμοκηπίου

- α) ελκυστήρας ή πέλμα
- β) ψαλίδια ή αμείβοντες
- γ) ορθοστάτης
- δ) αντηρίδες ή διαγώνιες
- ε) δοκάρι ή μηκίδα
- ζ) τεγίδα
- κ) κορφιάς
- π) στύλος

Για τη κατασκευή του σκελετού ενός θερμοκηπίου το βάρος της επιλογής για το πιο είναι το κατάλληλο υλικό που θα χρησιμοποιηθεί έχει εναποτεθεί στον παραγωγό. Τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του σκελετού μιας θερμοκηπιακής κατασκευής είναι το ξύλο, ο χάλυβας και το αλουμίνιο και η επιλογή του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί σχετίζεται με το κόστος στο οποίο μπορεί να ανταπεξέλθει ο εκάστοτε παραγωγός, το επιδιωκόμενο πλάτος του θερμοκηπίου και τέλος το τεχνικό εξοπλισμό που προτίθεται να εγκαταστήσει ο παραγωγός.

ΞΥΛΟ

Το ξύλο ήταν και εξακολουθεί να αποτελεί το πιο γνωστό υλικό για τη κατασκευή του σκελετού των θερμοκηπίων. Η ξυλεία που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του θερμοκηπίου πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά, δηλαδή να είναι ξερή, χωρίς κόμβους, να μην παραμορφώνεται και να μη σαπίζει εύκολα. Τα είδη των δέντρων που κρίνονται ότι είναι κατάλληλα για παραγωγή ξυλείας για την κατασκευή θερμοκηπίου είναι το έλατο, η καστανιά, το πεύκο και το κυπαρίσσι. Στον ελληνικό χώρο παρατηρούμε ότι χρησιμοποιείται για την κατασκευή των στύλων των θερμοκηπίων η καστανιά, για το λόγο ότι παρουσιάζει ανθεκτικότητα στη σήψη ενώ για την κατασκευή του υπόλοιπου σκελετού χρησιμοποιούνται το πεύκο και το κυπαρίσσι και λιγότερο το έλατο. Όταν ο σκελετός του θερμοκηπίου είναι κατασκευασμένος από ξυλεία που προέρχεται από κυπαρίσσι ή πεύκο έχει διάρκεια ζωής 4 με 5 χρόνια, ενώ ο σκελετός που είναι κατασκευασμένος από ξυλεία που προέρχεται από καστανιά έχει διάρκεια ζωής πάνω από 6 χρόνια.

Το ξύλο σαν δομικό υλικό κατασκευής ξύλινων θερμοκηπίων παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, τα οποία είναι τα ακόλουθα:

1. Μικρό κόστος
2. Δημιουργούνται ελάχιστες φθορές στο πλαστικό γιατί δεν προκαλείται υπερθέρμανση
3. Δεν οξειδώνεται και
4. Αρκεί ένας απλός εξοπλισμός για την επεξεργασία του με συνέπεια και ο ίδιος ακόμη ο καλλιεργητής να μπορεί να κατασκευάσει ένα φθινό θερμοκήπιο.
5. Δυνατότητα χρησιμοποίησης διάφορων μορφών ξυλείας όπως στρογγυλής, πελεκητής και πριονισμένης
6. Έχει μικρότερες απώλειες θερμότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας σε σχέση με τα μεταλλικά

Εκτός όμως από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ένα θερμοκήπιο που έχει κατασκευαστεί με ξύλο έχει και κάποια μειονεκτήματα που το χαρακτηρίζουν και αυτά είναι τα εξής:

1. Μικρότερη μηχανική αντοχή σε σύγκριση με το μέταλλο
2. Παραμόρφωση του σχήματός του εξαιτίας της εναλλασσόμενης ύγρανσης και ξήρανσης μέσα στο θερμοκήπιο
3. Προσβάλλεται από βιολογικούς εχθρούς, όπως έντομα, μύκητες και βακτήρια
4. Δημιουργούνται ρωγμές από την εναλλαγή των καιρικών συνθηκών,
5. Απαιτεί μεγαλύτερες διατομές ξύλου ή περισσότερα στοιχεία για την ασφαλή μεταφορά των φορτίων με αποτέλεσμα να κατασκευάζονται θερμοκήπια με περισσότερη σκίαση στο χώρο τους
6. Καίγεται εύκολα
7. Δεν έχει σταθερές ιδιότητες λόγω του ότι παράγεται από πολλά είδη δέντρων.
8. Το μέρος του ξύλου που είναι πακτωμένο στο έδαφος παθαίνει ευκολότερα σήψη, λόγω της αυξημένης υγρασίας.

Η φθορά του ξύλου που επέρχεται με την πάροδο του χρόνου οφείλεται σε δύο παράγοντες τους **βιολογικούς** και τους **φυσικοχημικούς**. Οι βιολογικοί παράγοντες που προκαλούν φθορά στο ξύλο είναι τα βακτήρια, οι μύκητες, τα έντομα και τα ακάρεα. Οι φυσικοχημικοί παράγοντες που οδηγούν στην καταστροφή του ξύλου είναι η υγρασία, η ακτινοβολία, η θερμοκρασία, οι μηχανικές καταπονήσεις και οι χημικές επιδράσεις. Για να προστατευθεί το ξύλο από τη φθορά που προκαλούν οι βιολογικοί και φυσικοχημικοί παράγοντες καθώς και επίσης για να επιμηκυνθεί η διάρκεια της ζωής του χρησιμοποιούνται **επικαλυπτικές** και **εμποτιστικές** ουσίες. Οι **επικαλυπτικές** ουσίες είναι τα χρώματα, τα βερνίκια που όμως χρησιμοποιούνται στις αστικές κατασκευές για τη σφράγιση των πόρων στην επιφάνεια του ξύλου ώστε να αποτραπεί η απορρόφηση υγρασίας. Οι **εμποτιστικές** είναι τα βερνίκια εμποτισμού, υδροαπωθητικές ουσίες και συντηρητικά για τις αγροτικές κατασκευές. Οι ουσίες αυτές είναι μίγματα τοξικών ουσιών και καθιστούν το ξύλο ακατάλληλη

τροφή για τους μύκητες και τα έντομα. Υπάρχουν φυσικά και διάφορες άλλες τεχνικές για να επιτευχθεί η προστασία του ξύλου από του παράγοντες που προκαλούν φθορά και αυτές είναι:

A) η δημιουργία ενός τσιμεντένιου κολάρου γύρω από τον πάσσαλο σε βάθος 30cm και να εξέχει 10cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

B) το κάψιμο του ξύλου ώστε να σχηματιστεί ένα στρώμα κάρβουνου πάχους ενός εκατοστού.

Η επιλογή του ξύλου που θα χρησιμοποιηθεί στη κατασκευή του θερμοκηπίου θα πρέπει να γίνεται αρκετά προσεκτικά και πριν περαστεί με βαφή να διαπιστωθεί ότι δεν έχει ρόζους και σχισμές. Τα μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις που έχουν κατασκευαστεί με ξύλο είναι η περιορισμένη διάρκεια ζωής του ξύλου, η ανάγκη συντήρησής του, η δυσκολία στη κατασκευή εξαερισμού και έχουν οδηγήσει στη μείωση κατασκευής των ξύλινων θερμοκηπίων και στην αύξηση των μεταλλικών θερμοκηπίων.

ΧΑΛΥΒΑΣ

Ο χάλυβας χρησιμοποιείται στη κατασκευή μεταλλικών σκελετών θερμοκηπίων σε διάφορες διατομές. Υπάρχουν θερμοκήπια που είναι κατασκευασμένα από χάλυβα και θερμοκήπια που μόνο τα κύρια μέρη του σκελετού είναι από χάλυβα και τα υπόλοιπα είναι από ξύλο ή αλουμίνιο.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ένα θερμοκήπιο κατασκευασμένο από χάλυβα είναι τα ακόλουθα:

1. Μεγάλη μηχανική αντοχή
2. Μεγάλη διάρκεια ζωής
3. Δεν κινδυνεύει από προσβολή μυκήτων, εντόμων και από σάπισμα
4. Χρησιμοποιείται σε θερμοκήπια ανοίγματος μέχρι 12μ σε αντίθεση με το ξύλο που χρησιμοποιείται για θερμοκήπια μικρότερου ανοίγματος (κάτω από 6μ).

Φυσικά εκτός όμως από τα πλεονεκτήματα που το χαρακτηρίζουν έχει και τέσσερα αρκετά σημαντικά μειονεκτήματα. Αυτά είναι το υψηλό κόστος που έχει, το αυξημένο βάρος που έχει συγκριτικά με το αλουμίνιο, η φθορά που προκαλεί στα πλαστικά φύλλα λόγω της υπερθέρμανσης που δημιουργείται και η επιφανειακή οξείδωσή του. Το τελευταίο μειονέκτημα της επιφανειακής οξείδωσής του αντιμετωπίζεται με το γαλβάνισμα, δηλαδή, η επιφανειακή επίστρωση του χάλυβα με ένα λεπτό στρώμα ψευδαργύρου. Με το γαλβάνισμα επιτυγχάνεται η αύξηση της διάρκειας της ζωής του σιδήρου από δέκα ως δεκαπέντε χρόνια. Το κύριο συστατικό του γαλβανίσματος είναι ο ψευδάργυρος. Υπάρχουν τέσσερις τρόποι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γαλβανιστεί η επιφανειακή επίστρωση του χάλυβα και αυτοί είναι οι εξής:

1. Το θερμό γαλβάνισμα
2. Το ηλεκτρολυτικό γαλβάνισμα
3. Το sherardizing (δηλαδή θέρμανση των αντικειμένων και ανακάτεμα με σκόνη ψευδαργύρου και οξείδιο του ψευδαργύρου)
4. Το ψυχρό γαλβάνισμα

Απ' τις τέσσερις αυτές μεθόδους γαλβανίσματος που προαναφέρθηκαν μόνο το θερμό γαλβάνισμα είναι ένα μέσο για την προστασία σιδηρών αντικειμένων από την οξείδωση (σκουριά). Αφού γίνει ένας βαθύς καθαρισμός στα σίδερα με χημικά ή τεχνικά μέσα ή και τα δύο, βυθίζονται σε δεξαμενή με ρευστό ψευδάργυρο θερμοκρασίας 460°C με σκοπό να σχηματιστεί μια επικάλυψη ψευδαργύρου, που είναι μεταλλουργικά συνδεδεμένη με την επιφάνεια των σιδήρων. Οι υπόλοιπες τρεις μέθοδοι το ηλεκτρολυτικό γαλβάνισμα, το sherardizing, το ψυχρό γαλβάνισμα αφορούν μία απλή επιφανειακή επικάλυψη των χαλύβδινων επιφανειών. Το θερμό γαλβάνισμα θεωρείται το καλύτερο στην κατηγορία του και έχει πολλά πλεονεκτήματα που αναφέρονται παρακάτω:

- Χαμηλό κόστος
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Δεν απαιτείται συχνή συντήρηση
- Με την παραλαβή των γαλβανισμένων σιδηρών δεν χάνεται πολύτιμος χρόνος για επιθεώρηση ή την προετοιμασία τους και τοποθετούνται αμέσως.

ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

Το αλουμίνιο ή αργίλιο, είναι ένα μέταλλο που συναντάται σε αφθονία στη φύση, βρίσκεται μέσα στο βωξίτη, ένα πέτρωμα από το οποίο μέσω εξόρυξης παίρνουμε το αλουμίνιο. Οι χημικές και φυσικές ιδιότητες του αλουμινίου το καθιστούν μία από τις πλέον χρήσιμες βιομηχανικές πρώτες ύλες. Στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται για τη κατασκευή των λεπτών σκελετικών στοιχείων όπως είναι τα τζάμια και οι υδρορροές.

Το αλουμίνιο διαθέτει ορισμένες ιδιότητες που το καθιστούν ανταγωνιστικό σε σύγκριση με το χάλυβα και αυτές οι ιδιότητες είναι οι ακόλουθες:

- Είναι ελαφρύ δομικό υλικό με βάρος 2700 kgm^{-3} που αντιστοιχεί στο ένα τρίτο του βάρους του χάλυβα
- Καλύπτεται εξωτερικά από ένα προστατευτικό λεπτό στρώμα οξειδίου που δρα σαν προστατευτική βαφή έναντι της οξείδωσης
- Χρησιμοποιείται για τη κατασκευή των ανοιγμάτων εξαερισμού, γιατί δίνει ελαφρύτερα πλαίσια που δεν δημιουργούν προβλήματα λειτουργίας.

Στην κατασκευή των υαλόφρακτων θερμοκηπίων παρατηρούμε ότι γίνεται ένας συνδυασμός του αλουμινίου με το χάλυβα. Πιο αναλυτικά τα λεπτά στοιχεία του σκελετού όπου τοποθετούνται οι υαλοπίνακες είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο ενώ ο βασικός σκελετός έχει κατασκευαστεί από χάλυβα.

Στις περιπτώσεις που το αλουμίνιο βρίσκεται σε επαφή με το σίδηρο ή το σκυρόδεμα για την αποφυγή δημιουργίας ηλεκτρολυτικής διάβρωσης πρέπει να προστατεύεται με βαφή πίσσας, ενώ στα σημεία ένωσης με χαλύβδινα στοιχεία παρεμβάλλεται πισσόχαρτο (Μαυρογιαννόπουλος Γ. Ν., Θερμοκήπια).

3.4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΛΥΨΗΣ

Εκτός από τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για να κατασκευαστεί ο σκελετός ενός θερμοκηπίου, πρέπει να επιλεγθούν και τα υλικά με τα οποία θα καλυφθεί το υπό κατασκευή θερμοκήπιο. Επειδή στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλά διαφορετικά υλικά κάλυψης που το καθένα έχει συγκεκριμένες ιδιότητες, για να θεωρηθεί ότι είναι το κατάλληλο υλικό για τη κάλυψη του θερμοκηπίου, πρέπει να διαθέτει ορισμένα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά και αυτά είναι τα εξής :

- Το υλικό να είναι περατό στη φωτεινή ακτινοβολία και λιγότερο στην θερμική ακτινοβολία
- Να επιτρέπει το εκάστοτε υλικό τη διάχυση του φωτισμού ομοιόμορφα στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου
- Να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και να είναι ανθεκτικό στις αντίξοες καιρικές συνθήκες (χαλάζι, βροχή, άνεμο)
- Να μη παρουσιάζει ευαισθησίες σε διάφορες χημικές ουσίες, που χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια.

Για την επιλογή του υλικού κάλυψης, που θα χρησιμοποιηθεί δεν αρκούν μόνο τα παραπάνω ποιοτικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει, αλλά πρέπει να καλύψει και ορισμένους παράγοντες όπως:

- Το αρχικό κόστος και το κόστος συντήρησης των υλικών κάλυψης
- Η διάρκεια ζωή τους
- Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής
- Τα υλικά κατασκευής του σκελετού

Αν η επιλογή του υλικού κάλυψης αποδειχθεί ότι είναι λανθασμένη θα έχει ως αποτέλεσμα το να προκληθούν σοβαρά προβλήματα στο παραγωγό, που αυτά θα κυμαίνονται από τη μείωση της παραγωγής ως και ολική καταστροφή της κατασκευής. Για να γίνει κατανοητό αυτό που μόλις αναφέραμε παραθέτουμε τα παρακάτω παραδείγματα: αν χρησιμοποιούταν πλαστικό σαν υλικό κάλυψης που δε θα άντεχε τις υψηλές θερμοκρασίες, θα είχε σαν αποτέλεσμα στον εσωτερικό χώρο να επικρατούν «ασφυκτικές» για το προϊόν συνθήκες με συνέπεια τη καταστροφή της παραγωγής. Το δεύτερο παράδειγμα είναι ότι αν χρησιμοποιηθεί το γυαλί σαν υλικό κάλυψης σε μία περιοχή που πλήττεται από χαλάζι εκτός από τη καταστροφή της

καλλιέργειας που θα είναι η πρώτη συνέπεια, θα καταστραφεί και η θερμοκηπιακή κατασκευή αφού το γυαλί δεν έχει αντοχή στο χαλάζι.

Τα υλικά κάλυψης που χρησιμοποιούνται στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στη χώρα μας και που διαθέτουν τα παραπάνω ποιοτικά χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Το γυαλί
- ✓ Τα μαλακά πλαστικά φύλλα (πολυαιθυλένιο, πολυβινυλοχλωρίδιου (PVC), πολυπροπυλένιο, πολυεστέρες, EVA, nylon, tedlar
- ✓ Τα σκληρά πλαστικά φύλλα (ενισχυμένος πολυεστέρας, πολυκαρβονικές πλάκες, ακρυλικές πλάκες και πολυβινυλοχλωρίδιου (PVC)).

Η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου μέσω του διαφανούς καλύμματος θερμαίνει την ημέρα τα φυτά, το έδαφος και τον αέρα. Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται την ημέρα στο χώρο του θερμοκηπίου, είναι μεγαλύτερη από αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος. Αυτό είναι το γεγονός είναι συνέπεια, αρχικά της άμεσης θέρμανσης του εσωτερικού αέρα, που δεν ανανεώνεται γρήγορα λόγω του κλειστού χώρου και της εγκλωβισμένης θερμικής ακτινοβολίας, που εισήλθε από το διαφανές κάλυμμα και τέλος λόγω του μεγάλου μήκους κύματος που έχει αποκτήσει δεν μπορεί να διαφύγει.

ΓΥΑΛΙ

Το γυαλί ήταν το πρώτο και το μοναδικό υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων που χρησιμοποιούταν μέχρι και τη δεκαετία του 1950. Στην οροφή των θερμοκηπίων τοποθετείται υαλοπίνακας ο οποίος είναι διαφανής, με τη μια του επιφάνεια να είναι κυματοειδής, ώστε να επιτρέπεται η καλύτερη διάχυση του φωτός στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, ενώ στις πλευρές του θερμοκηπίου τοποθετείται υαλοπίνακας με επίπεδες επιφάνειες. Το γυαλί ως υλικό κάλυψης θερμοκηπιακής κατασκευής έχει το χαρακτηριστικό ότι διατηρεί τις ιδιότητές του με το πέρασμα του χρόνου και έχει την ίδια περατότητα στο φως από τη στιγμή της τοποθέτησης του και ύστερα από το

πέρασ αρκετών ετών, είναι αδιαπέραστο στα αέρια και στους υδρατμούς και έχει το μεγαλύτερο ποσοστό διέλευσης ηλιακής ακτινοβολίας από τα υπόλοιπα υλικά κάλυψης που χρησιμοποιούνται στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις. Εκτός όμως από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει και τα αναφέραμε παραπάνω, μειονεκτεί στο γεγονός ότι είναι εύθραυστο υλικό και χάνει τη στεγανότητά του με τη πάροδο του χρόνου.

Στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις οι επιφάνειες που πρόκειται να καλυφτούν με υαλοπίνακες θα πρέπει να έχουν το ελάχιστο πάχος των 4mm. Επίσης για την εξοικονόμηση της ενέργειας χρησιμοποιείται και ο διπλός υαλοπίνακας με κενό χώρο μεταξύ των δύο επιφανειών ή γεμάτος με διοξείδιο του άνθρακα που μειώνει όμως σημαντικά τη θερμοπερατότητα του υαλοπίνακα. Ένα ακόμα μειονέκτημα του γυαλιού σαν υλικό κάλυψης είναι ότι έχει υψηλό κόστος. Όταν στην θερμοκηπιακή κατασκευή χρησιμοποιείται απλό γυαλί η εξωτερική του επιφάνεια είναι καλυμμένη με μεταλλικό οξείδιο πράγμα το οποίο έχει ως συνέπεια να μειώνεται η εκπεμπτικότητα του στην ακτινοβολία. Από την άλλη όμως πλευρά αυτοί οι υαλοπίνακες εξοικονομούν σημαντική ενέργεια στις κρύες νύχτες του χρόνου.

ΕΥΚΑΜΠΤΑ ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ

Τα εύκαμπτα πλαστικά φύλλα όταν χρησιμοποιούνται σαν υλικό κάλυψης θερμοκηπίου έχουν κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με τα υπόλοιπα υλικά κάλυψης τα οποία είναι το μικρό κόστος τους, το ότι προσαρμόζονται εύκολα στα διάφορα σχήματα του σκελετού και τέλος ότι είναι πιο ελαφριά. Από την άλλη πλευρά τα εύκαμπτα πλαστικά φύλλα σαν υλικό κάλυψης χαρακτηρίζονται και από κάποια μειονέκτημά τα οποία είναι η μικρή διάρκεια ζωής τους και το γεγονός ότι κατά την διάρκεια της παραγωγικής τους ζωής πρέπει να αντικαθίστανται αρκετές φορές.

Όταν αποφασιστεί να τοποθετηθεί το πλαστικό στο σκελετό του θερμοκηπίου για υλικό κάλυψης θα πρέπει να προσεχθούν τα παρακάτω:

- ✓ Να είναι τεντωμένο για να μην δημιουργούνται σακουλιάσματα στην επιφάνεια του

- ✓ Η τοποθέτηση του πλαστικού φύλλου να γίνεται σε μεγάλα πλάτη για να επιτυγχάνεται η καλύτερη στεγανότητα του θερμοκηπίου
- ✓ Όταν τοποθετείται το πλαστικό σε ξύλινο ή σε μικτό σκελετό θερμοκηπίου η συγκράτηση του πρέπει να επιτυγχάνεται με το πήχη στερέωσης και όχι μόνο με τη χρήση του καρφιού για να απορριφτεί η πιθανότητα να σχιστεί το πλαστικό.
- ✓ Να αποφεύγεται η άμεση επαφή του πλαστικού στις γωνίες του σκελετού του θερμοκηπίου για να αποφευχθεί το σχίσσιμο του πλαστικού, και για το λόγο αυτό παρεμβάλλεται από μια πλαστική λωρίδα.

Πολυαιθυλένιο (PE)

Το πολυαιθυλένιο είναι παράγωγο του αργού πετρελαίου και συναντάται η χρήση του στα θερμοκήπια της Ιαπωνίας, της Μεσογείου και λιγότερο στις Η.Π.Α.. Οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν το πολυαιθυλένιο και που το καθιστούν ως το πιο άρτιο υλικό κάλυψης είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Αδιαπέραστο στους υδρατμούς και στα αέρια
- ✓ Διαθέτει μεγάλη μηχανική αντοχή
- ✓ Σαν υλικό είναι ελαφρύ και εύκαμπτο
- ✓ Το μικρό κόστος που έχει
- ✓ Και τέλος ότι παράγεται σε φύλλα μεγάλου πλάτους

Τα πλεονεκτήματα που έχει το πολυαιθυλένιο είναι αρκετά σημαντικά αλλά παρουσιάζει και πολλά μειονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής:

- ✓ Η μικρή διάρκεια ζωής του
- ✓ Το γεγονός ότι είναι ευάλωτο στο κάρφωμα
- ✓ Έχει μεγάλη περατότητα στην υπεριώδη ακτινοβολία και στη θερμική ακτινοβολία
- ✓ Και τέλος ότι η επιφάνειά του είναι υδρόφοβη, δημιουργούνται δηλαδή σταγονίδια τα οποία πέφτουν πάνω στα φυτά

Οι βιομηχανίες παραγωγής πολυαιθυλενίου για να αντιμετωπίσουν τα παραπάνω μειονεκτήματα που διαπιστώθηκαν κατέφυγαν στην δημιουργία διαφόρων τύπων πολυαιθυλενίου και αυτοί είναι:

- Πολυαιθυλένιο μεγάλης διάρκειας ζωής, που φτάνει μέχρι τρία χρόνια
- Πολυαιθυλένιο αδιαπέραστο στη θερμική ακτινοβολία
- Πολυαιθυλένιο μαύρου χρώματος, που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση των ζιζανίων και για την ανάπτυξη μανιταριών
- Πολυαιθυλένιο γκρι χρώματος
- Πολυαιθυλένιο ενισχυμένο με συνθετικές ίνες, που έχει ως συνέπεια να αυξάνεται και να ενισχύεται η αντοχή του
- Πολυαιθυλένιο που εμποδίζει τη δημιουργία σταγόνων νερού
- Πολυαιθυλένια που απορροφούν μέρος του φάσματος του φωτός. (Κανάκης Ανδρέας Γ., Γενική Λαχανοκομία).

EVA

Το EVA είναι πολυμερές του αιθυλενίου και του βινυλακετυλενίου και το φύλλο αυτό διακρίνεται από την μεγάλη ευκαμψία που διαθέτει, τη μεγάλη περατότητα του στο φως, την αντίσταση του στις συνθήκες διάβρωσης του περιβάλλοντος, την αντίσταση του στην υπεριώδη ακτινοβολία και την μικρή περατότητα που έχει στη μεγάλου μήκους ακτινοβολία. Το EVA χρησιμοποιείται σαν υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων, ως μεμβράνη συσκευασίας, στη παραγωγή σωλήνων άρδευσης, για την πλαστικοποίηση εξαρτημάτων αυτοκινήτου. Το φύλλο EVA πλεονεκτεί σε σύγκριση με το απλό φύλλο πολυαιθυλενίου στη μικρότερη περατότητα που έχει στη μεγάλου μήκους ακτινοβολία και στη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του στο θερμοκήπιο (Μαυρογιαννόπουλος Γ. Ν., Θερμοκήπια).

Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) είναι αρκετά διαδεδομένο στην Ιαπωνία και λιγότερο στις χώρες της νότιας Ευρώπης. Το φύλλο PVC διακρίνεται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ✓ Τη μεγάλη περατότητα του στους υδρατμούς σε σύγκριση με το πολυαιθυλένιο ενώ συγχρόνως είναι αδιαπέραστο στο νερό
- ✓ Τη μικρή περατότητα που διαθέτει στη θερμική ακτινοβολία γεγονός που έχει σαν συνέπεια τη καλύτερη θερμομόνωση του θερμοκηπίου
- ✓ Τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής που έχει σε σχέση με το πολυαιθυλένιο
- ✓ Τη μεγάλη περατότητα στη φωτεινή ακτινοβολία

Φυσικά όπως και κάθε άλλο υλικό κάλυψης το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) δεν χαρακτηρίζεται μόνο όμως από τα πλεονεκτήματα του αλλά και από τα χαρακτηριστικά στα οποία μειονεκτεί, που είναι τα εξής:

- ✓ Έχει το χαρακτηριστικό να κρατά ηλεκτροστατικά φορτία με αποτέλεσμα να συγκρατεί τη σκόνη και να μειώνεται σημαντικά η περατότητα του στο φως
- ✓ Παράγεται σε φύλλα πλάτους από 1,25m ως 2,5m και με πολύ μεγάλο μήκος γεγονός που έχει σαν συνέπεια το μικρό πλάτος να χρειάζεται περισσότερη εργασία κατά την τοποθέτησή του και να μειώνεται η στεγανότητα του θερμοκηπίου
- ✓ Έχει υψηλό κόστος αν σκεφτούμε ότι η τιμή του είναι τριπλάσια από αυτή την τιμή του πολυαιθυλενίου.
- ✓ Το τελευταίο του χαρακτηριστικό που θεωρείται μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι σε θερμοκρασίες που είναι μεγαλύτερες των 60°C αλλοιώνεται ενώ σε θερμοκρασίες που είναι μικρότερες των -20°C γίνεται εύθραυστο (Μαυρογιαννόπουλος Γ. Ν., Θερμοκήπια).
- ✓

Πολυεστερικά φύλλα

Τα φύλλα των πολυεστέρων κυκλοφορούν στο εμπόριο με τις ονομασίες mylar, melinex, montikel, τα πολυεστερικά φύλλα παρουσιάζουν τις εξής ιδιότητες που χαρακτηρίζονται σαν πλεονεκτήματα τους:

- ✓ Έχουν μεγάλη μηχανική αντοχή στο χρόνο
- ✓ Δεν επηρεάζονται από τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος
- ✓ Ο συντελεστής συστολής και διαστολής τους είναι χαμηλός
- ✓ Έχουν μεγάλη περατότητα στο φως
- ✓ Δεν συγκρατούν στην επιφάνειά τους μεγάλη ποσότητα σκόνης.

Τα πολυεστερικά φύλλα πέρα των πλεονεκτημάτων που διαθέτουν μειονεκτούν, όμως σε δύο πράγματα που είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Παράγονται μόνο σε μικρό πλάτος
- ✓ Κοστίζουν ακριβά

Τα πολυεστερικά φύλλα χρησιμοποιούνται στην οροφή των θερμοκηπίων σε πάχος των 0,127mm και με διάρκεια ζωής τεσσάρων χρόνων, ενώ στα κάθετα τοιχώματα του θερμοκηπίου τα πολυεστερικά φύλλα χρησιμοποιούνται σε πάχος των 0,076mm και με διάρκεια ζωής επτά χρόνων.

Πολυπροπυλένιο

Το πολυπροπυλένιο είναι ένα παράγωγο προϊόν πολυμερισμού της ολεφίνης και χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες του οι οποίες είναι ότι το υλικό αυτό είναι πιο σκληρό συγκριτικά με το πολυαιθυλένιο και έχει διάρκεια ζωής από ένα ως δύο χρόνια.

Nylon

Το nylon σαν υλικό κάλυψης των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων διαθέτει κάποια πλεονεκτήματα που είναι ότι έχει μεγάλη περατότητα στην φωτεινή και στην υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά η περατότητα του στην θερμική είναι σχετικά μικρή και έχει μεγάλη ανθεκτικότητα στις αντίξοες καιρικές συνθήκες. Το μειονέκτημά που χαρακτηρίζει το nylon είναι το κόστος που έχει, δηλαδή είναι ακριβότερο αν το συγκρίνουμε με τι τιμή που έχει το πολυαιθυλένιο.

Tedlar

Το Tedlar χρησιμοποιείται για την επάλειψη των πλακών του ενισχυμένου πολυεστέρα για να την προστασία τους από τις φωτοχημικές αλλοιώσεις (Κανάκης Ανδρέας Γ., Γενική Λαχανοκομία). Το Tedlar χαρακτηρίζεται από την μεγάλη περατότητα που έχει στην φωτεινή ακτινοβολία και τη μεγάλη διάρκεια ζωής του. Από την άλλη πλευρά η περατότητα που διαθέτει στη θερμική ακτινοβολία είναι μικρή και επίσης διαπιστώνουμε ότι δεν προτιμάται και δεν χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα ως υλικό κάλυψης στα θερμοκήπια λόγω του υψηλού κόστους που έχει και λόγω του γεγονότος ότι δεν μπορεί να παραχθεί σε φύλλα μεγάλου πλάτους.

ΣΚΛΗΡΑ ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ

Τα σκληρά πλαστικά που χρησιμοποιούνται σαν υλικό κάλυψης θερμοκηπίων συμπεριλαμβάνουν τις πολυκαρβονικές επιφάνειες (PC), τον ενισχυμένο πολυεστέρα, το σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και τις ακρυλικές επιφάνειες. Οι επιφάνειες των σκληρών πλαστικών διαθέτουν μεγαλύτερο πάχος και είναι σε μικρότερο βαθμό εύκαμπτες, συγκριτικά τα εύκαμπτα πλαστικά φύλλα και επίσης έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Πολυκαρβονικές επιφάνειες (PC)

Οι πολυκαρβονικές επιφάνειες (PC) χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των θερμοκηπίων και στην κατασκευή λαμπτήρων, πλαστικών ποτηριών του καφέ κ.ά.. Οι πολυκαρβονικές επιφάνειες διαχωρίζονται σε δύο τύπους, που μπορούν να χρησιμεύσουν και να τοποθετηθούν ως υλικό κάλυψης, και αυτοί οι τύποι είναι με τις απλές αυλακωτές επιφάνειες και με τα διπλά τοιχώματα. Οι επιφάνειες αυτές που ανήκουν στους δύο προαναφερόμενους τύπους πλεονεκτούν επειδή διαθέτουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ✓ Έχουν μεγάλη αντοχή στις υψηλές τιμές της θερμοκρασίας

- ✓ Είναι ανθεκτικές στα χτυπήματα
- ✓ Οι επιφάνειες με διπλά τοιχώματα μειώνουν τις απώλειες της θερμότητας
- ✓ Έχουν μεγάλη περατότητα, όταν είναι καινούριες. Οι απλές επιφάνειες έχουν 87% περατότητα στο φως και με τα διπλά τοιχώματα 77%.

Οι πολυκαρβονικές επιφάνειες σε όποια τύπο και να ανήκουν είτε είναι απλές με αυλακωτές επιφάνειες είτε με διπλά τοιχώματα παρουσιάζουν κάποια μειονεκτήματα που είναι τα εξής:

- ✓ Το υψηλό κόστος που έχουν σαν υλικό κάλυψης θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων
- ✓ Και τέλος το γεγονός ότι η περατότητα τους στο φως μειώνεται με τη πάροδο του χρόνου.

Ενισχυμένος πολυεστέρας

Ο ενισχυμένος πολυεστέρας είναι ένα από τα υλικά που συναντάμε να χρησιμοποιούνται για την κάλυψη θερμοκηπίων και αυτό συμβαίνει για τους ακόλουθους λόγους, δηλαδή, είναι ανθεκτικός στο χαλάζι και η κατανάλωση του σε ενέργεια είναι ίδια ή λιγότερη, συγκριτικά με ένα θερμοκήπιο το οποίο είναι καλυμμένο με υαλοπίνακες. Από την άλλη πλευρά φυσικά και ο ενισχυμένος πολυεστέρας όπως και κάθε υλικό κάλυψης θερμοκηπίων δεν χαρακτηρίζεται μόνο από τα πλεονεκτήματά του αλλά και από μειονεκτήματα που στην περίπτωση του ενισχυμένου πολυεστέρα είναι τα εξής:

- ✓ Συναντάμε διάβρωση στην εξωτερική του επιφάνεια με την πάροδο του χρόνου
- ✓ Έχει υψηλό κόστος
- ✓ Έχει μικρότερη περατότητα στο φως σε σχέση με τους υαλοπίνακες
- ✓ Η επιφάνεια του συγκεντρώνει σταγόνες νερού που πέφτουν στη συνέχεια στα φυτά
- ✓ Είναι εύφλεκτο υλικό

Στο εμπόριο δεν συναντάμε μόνο ένα είδος ενισχυμένου πολυεστέρα αλλά συγχρόνως βρίσκουμε είδη και χρωματιστού και διαφανή ενισχυμένου πολυεστέρα. Η χρήση του χρωματιστού και του διαφανή πολυεστέρα διαφέρει, δηλαδή, εννοούμε με αυτό ότι τον διαφανή και τον χρωματιστό πολυεστέρα τον χρησιμοποιούμε κάθε φορά σε διαφορετική περίπτωση, και δεν είναι θέμα υποκειμενικής επιλογής αλλά, αντικειμενικής επιλογής. Για να κατανοήσουμε ακριβώς την διαφορετικότητα της χρήσης διαφανή και χρωματιστού πολυεστέρα αναφέρουμε ότι, ο διαφανής πολυεστέρας χρησιμοποιείται σαν υλικό κάλυψης σε θερμοκήπια λόγω της υψηλής περατότητας που διαθέτει ενώ, ο χρωματιστός χρησιμοποιείται σαν υλικό κάλυψης σε καλλιέργειες καλλωπιστικών φυτών. Ένα ακόμα είδος ενισχυμένου πολυεστέρα που είναι πιθανό να εντοπίσουμε στην αγορά είναι το fiberglass με επίπεδη ή κυματοειδή επιφάνεια. Οι πλάκες ενισχυμένου πολυεστέρα με κυματοειδή επιφάνεια έχουν το πλεονέκτημα ότι διαχέουν καλύτερα τον φωτισμό στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου.

Σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Το σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο είναι υλικό κάλυψης θερμοκηπίου που αρχικά χρησιμοποιούταν για τη κάλυψη του θερμοκηπίου, λόγω του μικρού του κόστους που έχει. Παρατηρούμε όμως όσον αφορά το σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο ότι σταδιακά, η χρήση του μειώθηκε, πράγμα που οφείλετε στην μικρή αντοχή του και τη μειωμένη περατότητα που εμφάνιζε κατά τη διάρκεια του χρόνου. Το σκληρό πολυβινυλοχλωρίδιο πέρα των μειονεκτημάτων που αναφέρθηκαν ήδη, δυστυχώς χαρακτηρίζεται και από άλλα μειονεκτήματα, και αυτά είναι ότι: είναι ευαίσθητο στην υπεριώδη ακτινοβολία, ότι αρχικά έχει την ιδιότητα να σκουραίνει και στη συνέχεια γίνεται εύθραυστο.

Ακρυλικές επιφάνειες

Οι ακρυλικές επιφάνειες είναι ένα πλαστικό υλικό, το οποίο είναι διαφανές σαν το γυαλί και στο εμπόριο διατίθενται πλάκες με επίπεδη ή κυματοειδή επιφάνεια οι οποίες είναι γνωστές με την ονομασία vedril, Perspex, plexiglass. Οι ακρυλικές επιφάνειες πλεονεκτούν στο γεγονός ότι έχουν μεγάλη περατότητα στο φως και ότι έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, δηλαδή η αντοχή του είναι πάνω από 15 χρόνια, και επίσης χαρακτηρίζονται από την μεγάλη μηχανική αντοχή που διαθέτουν. Τα μειονεκτήματά του συγκεκριμένου υλικού κάλυψης είναι το υψηλό του κόστος που έχει και το γεγονός ότι στην επιφάνειά του συμπυκνώνονται υδρατμοί με την μορφή σταγονιδίων. Άλλο ένα χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου υλικού που δεν πρέπει να παραβλέπεται αφορά την διαδικασία της τοποθέτησής του, δηλαδή, η στερέωσή του να γίνεται με ένα είδος μαστίχας ή με ειδικά κανάλια, και να αποφεύγεται κατά την στερέωση του η χρήση σιλικόνης, επειδή περιέχει οργανικό οξύ.

4.ΦΟΡΤΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Κατά το σχεδιασμό και τη κατασκευή του θερμοκηπίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη επίσης και τα εκάστοτε φορτία του θερμοκηπίου. Τα φορτία μιας θερμοκηπιακής κατασκευής μπορεί να είναι μόνιμα, πρόσθετα και κλιματικά φορτία, το τι ακριβώς είναι τα φορτία που μόλις αναφέρθηκαν επεξηγείτε παρακάτω.

Μόνιμα φορτία

Μόνιμα φορτία ονομάζουμε τα φορτία που προέρχονται από το βάρος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του σκελετού και των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κάλυψη θερμοκηπίου. Όταν αναφερόμαστε στα μόνιμα φορτία ενός θερμοκηπίου μέσα στο σύνολο αυτών δεν κατατάσσουμε και το βάρος των εσωτερικών εγκαταστάσεων του θερμοκηπίου.

➔ Πρόσθετα φορτία

Πρόσθετα φορτία ονομάζουμε το σύνολο του φορτίου μέσα στο οποίο περιλαμβάνονται τα φορτία των εγκαταστάσεων, τα φορτία των φυτών και τα πρόσκαιρα φορτία μιας θερμοκηπιακής κατασκευής.

Φορτία εγκαταστάσεων: εννοούμε με τον όρο αυτό το βάρος των μόνιμων εσωτερικών εγκαταστάσεων. Οι εσωτερικές αυτές εγκαταστάσεις ενός θερμοκηπίου των οποίων το βάρος προσμετράμε στα πρόσθετα φορτία, είναι η εγκατάσταση θέρμανσης, οι καλωδιώσεις, τα παράθυρα, οι ανεμιστήρες, οι κουρτίνες, οι εγκαταστάσεις φωτισμού κ.ά.

Φορτία φυτών: φορτία φυτών είναι το βάρος των φυτών που πρόκειται να κρεμαστούν από το σκελετό του θερμοκηπίου.

Πρόσκαιρα φορτία: χαρακτηρίζονται τα φορτία που ασκούνται πρόσκαιρα εσωτερικά ή εξωτερικά στο θερμοκήπιο. Για να γίνει πιο κατανοητός ο παραπάνω ορισμός των πρόσκαιρων φορτίων επεξηγούμε εδώ, πια είναι ακριβώς αυτά τα φορτία, δηλαδή, είναι αυτά που ασκούνται από τους εργαζομένους και τα υλικά που χρησιμοποιούν κατά τη κατασκευή ή την επιδιόρθωση του θερμοκηπίου. Όταν θέλουμε να χαρακτηρίσουμε ένα φορτίο ως πρόσκαιρο πρέπει να προσέξουμε και να θυμόμαστε ότι κάθε φορτίο, που προστίθεται στο θερμοκήπιο και παραμένει πάνω σε αυτό χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί σε τριάντα συνεχείς μέρες θεωρείται πλέον φορτίο μόνιμης επιβάρυνσης και δεν χαρακτηρίζεται ως πρόσκαιρο.

➔ Κλιματικά φορτία

Όταν μιλάμε για κλιματικά φορτία αναφερόμαστε στα φορτία αυτά που προκύπτουν σε μια θερμοκηπιακή κατασκευή από το χιόνι και τον άνεμο:

Το χιόνι: η αντοχή που απαιτείται να έχει το θερμοκήπιο στο βάρος του χιονιού είναι 250Kgr/m^2

Ο άνεμος: το κυριότερο σύστημα αντίστασης της θερμοκηπιακής κατασκευής στον άνεμο είναι ο άκαμπτος σκελετός και τα αντιανέμια. Για τον υπολογισμό του φορτίου των ανεμοπιέσεων στις διάφορες πλευρές τους θερμοκηπίου εξαρτάται από

την ταχύτητα του ανέμου και από το τύπο του θερμοκηπίου. Σε περιοχές που η ταχύτητα ανέμου είναι μεγαλύτερη των 120km/h (Κρήτη, Κεντρική Μακεδονία, Νησιά Αιγαίου) συνιστάται η κατασκευή ανεμοθραυστών.

5.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΤΟΥ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Στα θερμοκήπια, όπως ήδη έχει αναφερθεί, πρέπει να επικρατούν οι κατάλληλες συνθήκες για τη ανάπτυξη των φυτών. Η δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου επιτυγχάνονται με τον κατάλληλο τεχνικό εξοπλισμό. Ο πιο συνηθισμένος τεχνικός εξοπλισμός ενός θερμοκηπίου που συναντάται στις μέρες μας αποτελείται από τα ακόλουθα:

- Το σύστημα του εξαερισμού
- Το σύστημα της θέρμανσης
- Το σύστημα δροσισμού
- Τα συστήματα άρδευσης και υδρολίπανσης
- Το σύστημα της σκίασης
- Το συμπληρωματικό φωτισμό
- Διάφορα συστήματα αυτοματισμού

5.1 Σύστημα αερισμού – εξαερισμού

Όταν αναφερόμαστε στον αερισμό ενός θερμοκηπίου εννοούμε την ανακίνηση του αέρα μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου με σκοπό τη δημιουργία ομοιόμορφων συνθηκών μέσα σε αυτό. Όταν αναφερόμαστε στον εξαερισμό εννοούμε την ανταλλαγή του θερμού αέρα του θερμοκηπίου με τον εξωτερικό αέρα. Το σύστημα εξαερισμού έχει σκοπό να μειώσει την υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί στο

εσωτερικό περιβάλλον του θερμοκηπίου και να ρυθμίσει τη συγκέντρωση των αέριων συστατικών του αέρα του θερμοκηπίου.

Αερισμός

Σε μια θερμοκηπιακή εγκατάσταση ο ρυθμός και ο τρόπος αερισμού της εξαρτάται από την εποχή του έτους. Πιο αναλυτικά κατά την χειμερινή περίοδο του έτους επιδιώκεται η ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας ενώ κατά την θερινή περίοδο του έτους επιδιώκεται η μείωση της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Ο αερισμός των θερμοκηπίων επιτυγχάνεται με του ακόλουθους τρόπους:

- **Το σύστημα της οριζόντιας μετακίνησης του αέρα.** Το σύστημα της οριζόντιας μετακίνησης του αέρα αποτελείται από ανεμιστήρες που τοποθετούνται κοντά στην οροφή έχοντας κλίση 10-15° προς το εσωτερικό του θερμοκηπίου και η συνολική τους παροχή είναι το ¼ του όγκου του θερμοκηπίου ανά λεπτό. Επίσης δύο ανεμιστήρες τοποθετούνται διαγώνια στις δύο γωνίες του θερμοκηπίου, με την προϋπόθεση ότι το μήκος του είναι μικρότερο από 20m, ενώ στην περίπτωση που δεν ισχύει η παραπάνω προϋπόθεση τοποθετούνται επιπλέον δύο ανεμιστήρες στο μέσο του θερμοκηπίου.



- **Το σύστημα αξονικής μετακίνησης του αέρα με διάτρητο σωλήνα.** Στο σύστημα αξονικής μετακίνησης του αέρα με διάτρητο σωλήνα οι ανεμιστήρες τοποθετούνται στο μέσο του θερμοκηπίου και διαχέουν τον αέρα που παράγουν μέσα σε διάτρητους σωλήνες από πολυαιθυλενίου οι οποίοι έχουν τοποθετηθεί κατά μήκος του θερμοκηπίου. Η ισχύς του ανεμιστήρα στο σύστημα αξονικής μετακίνησης του αέρα με διάτρητο σωλήνα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζει παροχή 20-30% του όγκου του θερμοκηπίου ανά λεπτό.

Εξαερισμός

Τον εξαερισμό ενός θερμοκηπίου μπορεί να τον κατατάξουμε σε δύο είδη που είναι ο φυσικός εξαερισμός και ο δυναμικός εξαερισμός:

- **Φυσικός**, όταν προκαλείται από διαφορές πιέσεων μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.
- **Δυναμικός**, όταν οι διαφορές πιέσεων μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου του θερμοκηπίου προκαλούνται από μηχανικά μέσα. (Μαυρογιαννόπουλος Γ. Ν., Θερμοκήπια).

Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις ανάγκες ενός θερμοκηπίου σε εξαερισμό είναι:

- Η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα
- Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας
- Η μέγιστη ανεκτή θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο
- Το μέγιστο και τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου
- Ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής στο χώρο του θερμοκηπίου

Φυσικός εξαερισμός

Ο φυσικός εξαερισμός επιτυγχάνεται με το άνοιγμα των πλευρικών παραθύρων και των παραθύρων της οροφής του θερμοκηπίου αν υπάρχουν. Σε θερμοκήπια που το πλάτος τους είναι μικρότερο των 10m επαρκεί το άνοιγμα μόνο των πλευρικών παραθύρων, όταν όμως, το πλάτος του θερμοκηπίου ξεπερνά τα 10m είναι αναγκαίο το άνοιγμα των πλευρικών παραθύρων και της οροφής και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αναγκαίος και ο δυναμικός εξαερισμός. Για να θεωρηθεί ότι είναι αποτελεσματικός ο φυσικός εξαερισμός ενός θερμοκηπίου, πρέπει η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων να είναι ίση με το 20-30% της καλυπτόμενης από το θερμοκήπιο επιφάνειας του εδάφους.

Ο αυτοματισμός στα ανοίγματα μιας θερμοκηπιακής κατασκευής είναι απαραίτητος, γιατί οι απαιτήσεις σε αερισμό αλλάζουν ανάλογα με την εποχή του έτους. Το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων της οροφής γίνεται μέσω οδοντωτών ή σπαστών βραχιόνων. Οι βραχίονες συγκρατούν την κάτω πλευρά του

παραθύρου και συνδέονται με έναν σωληνωτό άξονα, η περιστροφή του άξονα γίνεται με χειροκίνητο μηχανισμό ή με ηλεκτροκινητήρα. Στους τελευταίους μηχανισμούς η εντολή για το άνοιγμα και το κλείσιμο δίνεται με χειροκίνητο διακόπτη ή με θερμοστάτη χώρου. Τα πλευρικά παράθυρα είναι ίδιας κατασκευής με της οροφής. Σε θερμοκήπια πλαστικής κάλυψης το πλαστικό φύλλο συγκρατείται από την πάνω πλευρά ενώ στη κάτω πλευρά τυλίγεται σε ανεξάρτητο σωλήνα, η περιστροφή του σωλήνα γίνεται με ηλεκτροκινητήρα ή χειροκίνητα.

Δυναμικός εξαερισμός

Ο δυναμικός εξαερισμός τοποθετείται για τη μείωση της θερμότητας μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου τις ηλιόλουστες μέρες, που επικρατούν από την άνοιξη μέχρι τις αρχές του φθινοπώρου, και χρησιμοποιείται όταν ο φυσικός εξαερισμός δεν είναι επαρκής. Ο δυναμικός εξαερισμός επιτυγχάνεται με τη τοποθέτηση ανεμιστήρων στο τοίχωμα του θερμοκηπίου όπως αναφέραμε και παραπάνω, οι ανεμιστήρες αυτοί που χρησιμοποιούνται είναι δύο ειδών:



- i. Το πρώτο είδος ανεμιστήρων που χρησιμοποιούνται στον δυναμικό εξαερισμό είναι οι ανεμιστήρες που αναρροφούν και εξάγουν τον εσωτερικό αέρα του θερμοκηπίου, ο οποίος αναπληρώνεται με τον εξωτερικό αέρα που εισέρχεται μέσω των ανοιγμάτων που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά.
- ii. Το δεύτερο είδος ανεμιστήρων που συναντάμε στο δυναμικό εξαερισμό είναι οι ανεμιστήρες που ανανεώνουν τον αέρα με υπερπίεση. Με τους ανεμιστήρες αυτούς εξασφαλίζεται ο αερισμός του θερμοκηπίου ακόμα και αν οι πόρτες του θερμοκηπίου είναι ανοιχτές.

Η χρησιμοποίηση του δυναμικού εξαερισμού στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να αποδειχθεί σαν επιλογή αντιοικονομική και επικίνδυνη:

- Ως αντιοικονομική επιλογή θεωρείται η χρήση του δυναμικού εξαερισμού σε περιοχές που επαρκεί ο φυσικός εξαερισμός για το λόγο ότι η χρήση του σημαίνει σπατάλη μεγάλης ποσότητας ενέργειας

- Στην περίπτωση που ακολουθεί δηλαδή, αν πάθει κάποια βλάβη το σύστημα του εξαερισμού και δεν επισκευαστεί όσο το δυνατόν γρηγορότερα θα κινδυνέψει η παραγωγή του θερμοκηπίου κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, έτσι η χρήση του δυναμικού εξαερισμού θεωρείται επικίνδυνη επιλογή.

Πέρα όμως από τα μειονεκτήματα αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, ο δυναμικός εξαερισμός παρουσιάζει και χαρακτηρίζεται και από κάποια πλεονεκτήματα:

- Έχει μεγαλύτερη ακρίβεια στη ρύθμιση του όγκου του εισερχόμενου αέρα
- Ο αέρας ανανεώνεται ακόμη και όταν επικρατεί άπνοια
- Ο αέρας ανανεώνεται ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες
- Αποτελεί μια λύση για τις περιοχές που επικρατούν ισχυροί άνεμοι.

5.2 Σύστημα θέρμανσης

Για την εξασφάλιση της ανάπτυξης και της παραγωγής προϊόντων εκτός εποχής πρέπει η θερμότητα, που επικρατεί στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου να είναι επαρκής, ώστε να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της καλλιέργειας. Σαν πηγές θερμότητας που μπορούν να αξιοποιηθούν για τα θερμοκήπια είναι:

- i. Η ηλιακή ενέργεια
- ii. Τα στερεά καύσιμα (πυρηνόξυλο ελιάς, παραφίνη)
- iii. Τα υγρά καύσιμα (μαζούτ, πετρέλαιο, βενζίνη)
- iv. Τα αέρια καύσιμα (φυσικό αέριο, φωταέριο, υγραέριο)
- v. Το ηλεκτρικό ρεύμα
- vi. Η γεωθερμία
- vii. Η βιομάζα
- viii. Η υπέρυθρη ακτινοβολία

Στην Ελλάδα οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις που συναντάμε μπορούν να χωριστούν σε τρία είδη, αναφορικά πάντα με το σύστημα θέρμανσης που

χρησιμοποιούν, και αυτά είναι τα μη θερμαινόμενα, τα ελαφρά θερμαινόμενα και τα θερμαινόμενα.

Στα θερμοκήπια που χαρακτηρίζονται ως **μη θερμαινόμενα** παρατηρούμε ότι δεν χρησιμοποιείται κανενός είδους εξοπλισμός για τεχνητή θέρμανση του εσωτερικού χώρου του θερμοκηπίου. Έτσι λοιπόν στα μη θερμαινόμενα θερμοκήπια κατά την διάρκεια της ημέρας παγιδεύεται στο εσωτερικό θερμότητα, με συνέπεια η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την εξωτερική, όμως δεν συμβαίνει κάτι ανάλογο και κατά την διάρκεια όμως της χειμερινής περιόδου, που επικρατούν συννεφίες και η εσωτερική θερμοκρασία πέφτει σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε σχέση με την εξωτερική. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες για τα καλλιεργούμενα φυτά και ορισμένες φορές αυτές οι δυσμενείς συνθήκες να είναι υπεύθυνες για την καταστροφή της καλλιέργειας. Το ίδιο αρνητικό αποτέλεσμα για τα καλλιεργούμενα φυτά μπορεί να συμβεί και κατά τη διάρκεια της νύχτας όταν παρατηρηθεί απότομη πτώση της θερμοκρασίας. Τα μη θερμαινόμενα θερμοκήπια τα συναντάμε στις νότιες περιοχές της Ελλάδος στις οποίες ο χειμώνας είναι αρκετά ηπιότερος συγκριτικά με τις υπόλοιπες περιοχές της χώρας.

Στα **ελαφρά θερμαινόμενα** θερμοκήπια σε αντίθεση με τα μη θερμαινόμενα χρησιμοποιούνται απλά αερόθερμα που έχουν ως σκοπό την προστασία της καλλιέργειας από τον παγετό και τον περιορισμό της συμπύκνωσης της υγρασίας. Στα θερμοκήπια λοιπόν που χαρακτηρίζονται ως ελαφρά θερμαινόμενα, παρατηρούμε ότι μειώνονται οι πιθανότητες εμφάνισης μυκητολογικών ασθενειών που οφείλονται κυρίως στην ύπαρξη υπερβολικής υγρασίας μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου.

Τα θερμοκήπια που εντάσσονται στο είδος των **θερμαινόμενων θερμοκηπίων** διαπιστώνουμε ότι διαθέτουν ένα αρκετά ακριβό και πολύπλοκο σύστημα θέρμανσης με το οποίο ρυθμίζεται η θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου στα ακριβή επίπεδα που επιθυμεί και κρίνει ο παραγωγός ότι είναι κατάλληλα για την ανάπτυξη της καλλιέργειας του. Έτσι λοιπόν στα θερμαινόμενα θερμοκήπια σαν κεντρική θέρμανση χρησιμοποιείται το ζεστό νερό ή ατμός ή και αερόθερμα τα οποία συνδέονται με αεραγωγό για την ομοιόμορφη κατανομή του ζεστού αέρα στον εσωτερικό χώρο της θερμοκηπιακής εγκατάστασης. Τα θερμαινόμενα θερμοκήπια παρέχουν στον παραγωγό την δυνατότητα του προγραμματισμού της καλλιέργειας του, τη βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας της παραγωγής του και τέλος

μειώνουν αρκετά τις πιθανότητες να παρουσιαστούν μυκητολογικές ασθένειες στα καλλιεργούμενα φυτά.

Είναι λογικό ότι δεν θα υπάρχει μόνο ένα σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιείται στις θερμοκηπιακές κατασκευές αλλά ένα σύστημα θέρμανσης για να θεωρηθεί κατάλληλο για το θερμοκήπιο θα πρέπει να πληρεί και κάποιες προϋποθέσεις και αυτές είναι οι ακόλουθες:

- Να εξασφαλίζει τη κατάλληλη θερμοκρασία
- Η διανομή της θερμότητας να γίνεται ομοιόμορφα
- Τα καύσιμα να είναι φθηνά και η εύρεσή τους να είναι εύκολη στη συγκεκριμένη περιοχή
- Η επισκευή του να είναι εύκολη.

Τα συστήματα θέρμανσης που τοποθετούνται στα θερμοκήπια είναι τα τοπικά συστήματα θέρμανσης, το κεντρικό σύστημα θέρμανσης και οι μη συμβατικές μέθοδοι θέρμανσης.

Τα τοπικά συστήματα θέρμανσης που συναντάμε να χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια είναι τα εξής:

- i.* Αερόθερμα, τα οποία παράγουν θερμό αέρα με τη καύση αερίων, στερεών ή υγρών καυσίμων ή είναι ηλεκτρικά (Εικόνα 5.1)
- ii.* Θερμάστρες παραφίνης, που η χρήση τους παρατηρείται μόνο για την αντιπαγετική προστασία .
- iii.* Θερμάστρες πετρελαίου, ξύλου, αερίου και ηλεκτρικές. Σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται οι θερμάστρες πετρελαίου και ξύλου τοποθετείται και εξαεριστήρας για να απομακρύνει τα καυσαέρια και τα αέρια που θα βλάψουν την καλλιέργεια.
- iv.* Συσκευές υπέρυθρης ακτινοβολίας, που στηρίζεται στη παραγωγή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων τα οποία αποστέλλονται από τη πηγή στην επιφάνεια των φυτών και του εδάφους ,με συνέπεια τη θέρμανσή τους. Σαν πηγή χρησιμοποιούνται σωλήνες μέσα στους οποίους κυκλοφορεί ρευστό υψηλής θερμοκρασίας.

Στο κεντρικό σύστημα θέρμανσης η θερμότητα παράγεται στο καυστήρα και μεταφέρεται με ζεστό νερό ή με υδρατμό στο χώρο του θερμοκηπίου. Με τη χρήση του συστήματος αυτού επιτυγχάνεται η ομοιόμορφη θέρμανση του αέρα και του

εδάφους του θερμοκηπίου. Στα θερμοκήπια τα οποία είναι μικρής έκτασης η θέρμανση γίνεται με θερμό νερό που παράγεται από λέβητα ζεστού νερού, ενώ στα θερμοκήπια τα οποία είναι μεγάλης έκτασης χρησιμοποιούνται λέβητες παραγωγής ατμού.

Οι μη συμβατικές μέθοδοι θέρμανσης που συναντάμε να χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθοι:

- i.* Θέρμανση με βιομάζα, στην οποία αξιοποιούνται στερεά γεωργικά ή κτηνοτροφικά κατάλοιπα. Στο εμπόριο κυκλοφορούν λέβητες μικτής και εναλλασσόμενης καύσεως που χρησιμοποιούν για καύσιμο ξύλα, πυρηνόξυλο, φλοιούς ή πυρήνες καρπών
- ii.* Θέρμανση με γεωθερμικό ρευστό, που αποτελείται από μια γεώτρηση και σωλήνες μεταφοράς στο χώρο του θερμοκηπίου. Στη συνέχεια μεταφέρεται με σωληνώσεις στο θερμοκήπιο και κυκλοφορεί σε επιδαπέδιους σωλήνες θερμαίνοντάς το. Το γεωθερμικό ρευστό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα λόγω της υψηλής αλατότητας του.
- iii.* Χρήση αντλιών θερμότητας, οι οποίες αποσπώνε θερμότητα από το νερό ή τον αέρα μέσω του εξατμιστή και την αποδίδουν μέσω του συμπυκνωτή σε υψηλότερη θερμοκρασία
- iv.* Ανάκτηση θερμότητας από βιομηχανίες που βρίσκονται σε γεωργικές περιοχές. Το σύστημα αυτό αποτελείται από έναν εναλλάκτη νερού καυσαερίων όπου τα υψηλής θερμοκρασίας αέρια ψύχονται στους 130°-150° C ενώ το νερό θερμαίνεται στους 85°-90° C. Η μεταφορά της ανακτόμενης θερμότητας πραγματοποιείται με υπόγειες και μονωμένες σωληνώσεις. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι θερμοηλεκτρικές μονάδες της ΔΕΗ, καυσαέρια διάφορων βιομηχανιών και θερμά υγρά απόβλητα.



Εικόνα 5.1 Αερόθερμο



Εικόνα 5.2 Επιδαπέδια θέρμανση

5.3 Σύστημα δροσισμού

Στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις όπως ήδη έχουμε αναφέρει συναντάμε συστήματα αερισμού και εξαερισμού όμως σε ορισμένες περιπτώσεις τα συστήματα του αερισμού και του εξαερισμού δεν είναι αρκετά επαρκή για να μειώσουν την υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Εξαιτίας της ανεπάρκειας των συστημάτων αερισμού και εξαερισμού στην μείωση της υψηλής θερμοκρασίας εφαρμόζεται για την ελάττωση της το σύστημα του δροσισμού, το οποίο επιτυγχάνεται με την εξάτμιση του νερού. Η εξάτμιση του νερού, που είναι απαραίτητη για το σύστημα δροσισμού, πραγματοποιείται με τους εξής τρόπους:

- Διαβροχή του εδάφους και των φυτών
- Καταιονισμό λεπτών σταγόνων νερού (υδρονέφωση) σε συνδυασμό με τον εξαερισμό
- Διαβροχή της μίας πλευράς του θερμοκηπίου στην οποία περνά ο αέρας ανανέωσης με τη χρήση εξαεριστήρων (Εικόνα 5.3)

Οι δύο από τους τρεις τρόπους που αναφέρονται παραπάνω για την εξάτμιση του νερού στο σύστημα του δροσισμού, η διαβροχή του εδάφους και των φυτών καθώς και ο καταιονισμός πρέπει να λειτουργούν σε συνδυασμό με τον εξαερισμό. Αυτό το γεγονός ισχύει για το λόγο ότι με το σύστημα του εξαερισμού δε θα υπάρχει ο κίνδυνος δημιουργίας αποπνικτικής ατμόσφαιρας, η οποία θα οφειλόταν στην υψηλή σχετική υγρασία που θα επικρατούσε στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Στη διαβροχή του ενός τοιχώματος του θερμοκηπίου ο αέρας διέρχεται μέσα από την πορώδη μάζα του, εμπλουτίζεται με υγρασία και στη συνέχεια ψύχεται. Με το σύστημα αυτό η θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου μειώνεται κατά 3°C έως 12°C. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος δροσισμού χρησιμοποιώντας τη διαβροχή τοιχώματος εξαρτάται από την ομοιόμορφη διαβροχή της επιφάνειας του τοιχώματος.



Εικόνα 5.3 Πάνελ δροσισμού

5.4 Σύστημα άρδευσης και υδρολίπανσης

Για την σωστή ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων πρέπει στο έδαφος να υπάρχει επαρκές νερό και τα κατάλληλα θρεπτικά στοιχεία που έχουν ανάγκη τα φυτά. Στα θερμοκήπια εφαρμόζονται διάφορα συστήματα άρδευσης για την καλύτερη εξυπηρέτηση των παραγωγών. Αυτά τα συστήματα άρδευσης είναι τα ακόλουθα:

1. Επιφανειακή άρδευση με :
 - Αυλάκια . Η μέθοδος αυτή παρατηρείται σε θερμοκήπια παραγωγής λουλουδιών κοπής και λαχανικών. Το νερό μεταφέρεται από την πηγή στο υψηλότερο σημείο που έχει επιλεχτεί ως αρχή των αυλακών. Στη συνέχεια το νερό κατευθύνεται σε όλο το μήκος των αυλακών και η εδαφική υγρασία φτάνει στο σημείο κορεσμού
 - Ποτιστήρια, εφαρμόζεται κυρίως σε σπορεία, για το πότισμα των φυτών που είναι τοποθετημένα σε ράφια
2. Τεχνητή βροχή με μικροεκτοξευτήρες ή υδρονέφωση. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται σε σπορεία και σε θερμοκήπια με φυλλώδη είδη. Με την τεχνητή βροχή επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση νερού, μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα εδάφη και δεν επηρεάζεται από το ανάγλυφο του χωραφιού. Έκτός όμως από τα πλεονεκτήματα που έχει, μειονεκτεί στο ότι
 - a) δημιουργούνται απώλειες νερού λόγω της εξάτμισης
 - b) ευνοείται η ανάπτυξη αρκετών ζιζανίων
3. Στάγδην άρδευση, είναι το συνηθέστερο σύστημα άρδευσης που εφαρμόζεται στη πλειοψηφία των θερμοκηπίων. Το νερό χορηγείται στο έδαφος αργά με τη μορφή σταγόνων. Κατά το σύστημα αυτό τοποθετείται ένας σταλακτηφόρος σωλήνας σε κάθε γραμμή της καλλιέργειας με έναν σταλάκτη κοντά σε κάθε φυτό. Η στάγδην άρδευση πλεονεκτεί για τους εξής λόγους:
 - a) αξιοποιεί και τις μικρές παροχές νερού
 - b) εφαρμόζεται και σε εδάφη με ανώμαλη επιφάνεια
 - c) συμβάλλει στην εξοικονόμηση νερού

- d) αποφεύγεται η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη ζιζανίων
- e) υπάρχει η δυνατότητα διανομής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων

4. Πότισμα με τριχοειδή απορρόφηση, εφαρμόζεται σε πάγκους ή τραπέζια με γλάστρες τα οποία είναι διαμορφωμένα σε λεκάνες. Το νερό κατακλύζει τις λεκάνες και διαποτίζει το χώμα μέσα στις γλάστρες διερχόμενο από την οπή του πυθμένα τους.

Για την εγκατάσταση ενός σωστού αρδευτικού συστήματος σε μία θερμοκηπιακή εγκατάσταση θα πρέπει να γίνει μελέτη η οποία θα έχει λάβει υπ' όψιν τις ανάγκες των φυτών που καλλιεργούνται στο εκάστοτε θερμοκήπιο σε νερό, την κατασκευαστική μονάδα του θερμοκηπίου και τη διαθέσιμη ποσότητα νερού που υπάρχει στη περιοχή που έχει κατασκευαστεί το θερμοκήπιο.

Το αρδευτικό σύστημα το οποίο θα εγκατασταθεί στο θερμοκήπιο θα αποτελείται από έναν κεντρικό σωλήνα, του οποίου η διατομή εξαρτάται από την έκταση του θερμοκηπίου και θα διασχίζει υπέργεια ή υπόγεια το μήκος του θερμοκηπίου. Στην αρχή του κεντρικού σωλήνα τοποθετείται ένα φίλτρο που θα ελέγχει την καθαρότητα του νερού, ενώ δεξιά και αριστερά του κεντρικού σωλήνα θα υπάρχουν διακλάδωσεις. Σε κάθε διακλάδωση τοποθετείται ένας διακόπτης παροχής νερού, ο οποίος τίθεται σε λειτουργία είτε με το χειροκίνητα είτε αυτόματα.

Η επιτυχία της καλλιέργειας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τη ποιότητα του νερού που θα χρησιμοποιηθεί, και αυτό γιατί με την χρήση νερού κακής ποιότητας υπάρχει περίπτωση να δημιουργηθούν προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών και στους αγωγούς του αρδευτικού συστήματος. Η ποιότητα του νερού καθορίζεται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Τη περιεκτικότητα του σε παθογόνους μικροοργανισμούς. Όταν διαπιστωθούν μικροοργανισμοί στο νερό δεν χρησιμοποιείται ή αν χρησιμοποιηθεί θα πρέπει πρώτα να έχει απολυμανθεί.
- Τη περιεκτικότητα του σε αιωρούμενα σωματίδια και κόκκους άμμου. Όταν χρησιμοποιείται αρδευτικό σύστημα κλειστών αγωγών υπάρχει κίνδυνος με την ύπαρξη αιρούμενων σωματιδίων και κόκκων άμμου να φράξουν οι σταλακτήρες και οι μικροεκτοξευτήρες.

- Τη τιμή του pH, για να είναι το νερό κατάλληλο πρέπει η τιμή του να είναι μεταξύ του 6,5 και του 7,5.
- Την ηλεκτρική αγωγιμότητα, αναφέρεται στην συνολική ποσότητα των ιόντων που βρίσκονται στο νερό. Μετριέται με το αγωγιμόμετρο σε mmhos/cm και πρέπει να έχει τιμή μέχρι 3 mmhos/cm ,για να είναι το νερό κατάλληλο για άρδευση.
- Το λόγο προσρόφηση νατρίου(SAR), πρέπει να έχει τιμή μικρότερη από 9 για να θεωρηθεί το νερό κατάλληλο για άρδευση.
- Την σκληρότητα, αναφέρεται στα ιόντα του ασβεστίου και μαγνησίου, τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία άλατα ανθρακικού ασβεστίου και ανθρακικού μαγνησίου. Πρέπει να είναι χαμηλότερη από 500ppm CaCO₃ για να μη δημιουργούνται προβλήματα στην καλλιέργεια.
- Την περιεκτικότητα του νερού σε ανθρακικό νάτριο (Na₂CO₃), χλώριο (Cl⁻), και βόριο (B⁺).

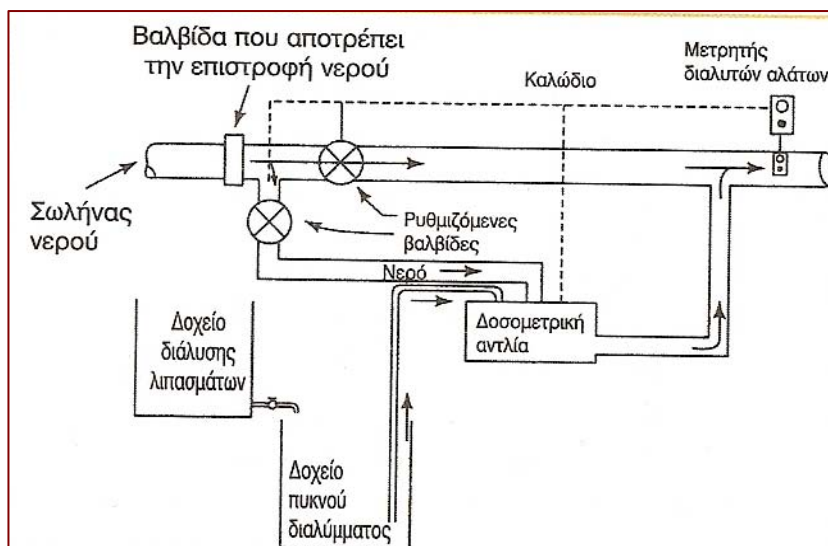
Το νερό ανάλογα με την ποιότητά του κατατάσσεται σε διάφορες κατηγορίες οι οποίες αναγράφονται και παρουσιάζονται στο πίνακα 5.4.1

Κατηγορία νερού	EC (mmhos/cm)	SAR	Na ⁺ (%)	Na ₂ CO ₃ (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)	B ⁺ (ppm)
Άριστο	<0,5	<3,0	<30	<0,5	3,0	<0,5
Καλό	0.5-1,0	3,0-6,0	30-60	0,5-1,0	3,0-6,0	0.5-1,0
Ανεκτό	1,0-2,0	6,0-9,0	60-70	1,0-2,0	6,0-10,0	1,0-2,0
Αμφίβολο	2,0-3,0	9,0-12,0	70-80	2,0-3,0	10,0-15,0	2,0-3,0
Επιβλαβές	3,0-4,0	12,0-15,0	80-90	3,0-4,0	15,0-20,0	3,0-4,0
Ακατάλληλο	>4,0	>15,0	>90	>4,0	>20,0	>4,0

Πίνακας 5.4.1. Ποιοτική κατάταξη του αρδευτικού νερού κατά

Christiansen & Olsen 1977

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες τα περισσότερα λιπάσματα χορηγούνται στα φυτά μέσω της υδρολίπανσης, δηλαδή για να γίνει πιο κατανοητό τα λιπάσματα χορηγούνται στα φυτά χρησιμοποιώντας το νερό της άρδευσης. Στο σχεδιάγραμμα που παρατίθεται παρακάτω απεικονίζεται ένα απλό σύστημα υδρολίπανσης.



- Δοχείο προδιάλυσης και βυτίο πυκνού διαλύματος λιπασμάτων. Ένα μέρος του νερού από το δίκτυο άρδευσης εισέρχεται μέσα στο δοχείο με το άνοιγμα του διακόπτη και παρασύρει το λίπασμα μέσα στο δίκτυο άρδευσης.
- Δοσομετρική αντλία, διοχετεύει το πυκνό διάλυμα του λιπάσματος από το βυτίο σε καθορισμένη αναλογία στο κεντρικό αγωγό άρδευσης

Στο σύστημα της υδρολίπανσης που χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια είναι τοποθετημένα επίσης και ακόλουθα:

- Αγωγιμόμετρο, για τη μέτρηση της αγωγιμότητας
- Πεχάμετρο , για τη μέτρηση του pH
- Βαλβίδες αντεπιστροφής, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ρύπανσης του νερού με λιπάσματα της
- Φίλτρο , για την αποφυγή εμφραγμάτων του δικτύου από αδιάλυτα σωματίδια και ιζήματα

Το συστήματα της υδρολίπανσης που θα χρησιμοποιηθεί μέσα σε ένα θερμοκήπιο εξαρτάται από τις ανάγκες που έχει ο παραγωγός και τον τεχνικό εξοπλισμό που πρόκειται να εγκατασταθεί στο θερμοκηπίου. Για τις ανάγκες μικρών και μεσαίων θερμοκηπιακών μονάδων χρησιμοποιείται το σύστημα που απεικονίζεται στην Εικόνα 5.4.3. που παρατίθεται παρακάτω, το μηχάνημα αυτό έχει την δυνατότητα της ταυτόχρονης έκχυσης δύο λιπασμάτων και οξέος χρησιμοποιώντας τους αντίστοιχους εγχυτές venturi. Το σύστημα υδρολίπανσης της Εικόνας 5.4.4, έχει την δυνατότητα για ταυτόχρονη έκχυση ως και τεσσάρων λιπασμάτων και οξέος χρησιμοποιώντας τους αντίστοιχους εγχυτές venturi. Για να επιτευχθεί η αυτόματη ανάμιξη των λιπασμάτων με το νερό άρδευσης χρησιμοποιείται το μηχάνημα που απεικονίζεται στην Εικόνα 5.4.5. Το μηχάνημα αυτό διαθέτει αυτοματοποιημένα συστήματα που έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν και να διορθώνουν τις παραμέτρους της λίπανσης που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών.



Εικόνα 5.4.3



Εικόνα 5.4.4



Εικόνα 5.4.5

5.5 Σύστημα σκίασης

Για την ρύθμιση του κλίματος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου χρησιμοποιούνται συστήματα σκίασης. Η χρήση των συστημάτων σκίασης μειώνει το ποσοστό της ακτινοβολίας που εισέρχεται στο θερμοκήπιο και με αυτό τον τρόπο μειώνεται και ο κίνδυνος να υποστούν τα καλλιεργούμενα φυτά εγκαύματα.

Για να επιτευχθεί η σκίαση του θερμοκηπίου χρησιμοποιούνται ειδικές κουρτίνες και βαφές, η πιο συνηθισμένη βαφή που χρησιμοποιείται είναι ο στόκος, ο οποίος απομακρύνεται εύκολα με τη βροχή και με το πλύσιμο. Η βαφή του θερμοκηπίου γίνεται σε δύο χρονικές περιόδους την αρχή της άνοιξης με αραιωμένο διάλυμα στόκου και στο τέλος της άνοιξης με πιο πυκνό διάλυμα.

Ο δεύτερος τρόπος μείωσης της έντασης του φωτισμού είναι κουρτίνες, οι οποίες τοποθετούνται μέσα στο θερμοκήπιο και ανοιγοκλείνουν χειροκίνητα ή αυτόματα ανάλογα με την ένταση του φωτισμού. Οι κουρτίνες που χρησιμοποιούνται για την σκίαση στα θερμοκήπια διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες που είναι η εξής:

➤ **Κουρτίνες εξοικονόμησης ενέργειας.** Η ύφανση των κουρτινών αυτών γίνεται από φύλλα αλουμινίου και επιτυγχάνουν μέχρι και 45% εξοικονόμηση από την αντανακλούμενη ενέργεια. Αυτού του είδους οι κουρτίνες χρησιμοποιούνται σε περιοχές με μικρή ηλιοφάνεια.

➤ **Κουρτίνες εξοικονόμησης ενέργειας – σκίασης.** Η ύφανση των κουρτινών αυτών πραγματοποιείται από φύλλα αλουμινίου σε διάφορες πυκνότητες. Κατά τη διάρκεια της ημέρα χρησιμοποιούνται για τη σκίαση του θερμοκηπίου και για τη μείωση της εισερχόμενης ακτινοβολίας, ενώ το βράδυ η χρήση τους στοχεύει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης, το βράδυ επιτυγχάνεται με τη χρήση αυτού του είδους των κουρτινών και η μείωση της συμπύκνωσης των υδρατμών.

➤ **Κουρτίνες συσκότισης.** Οι κουρτίνες συσκότισης χρησιμοποιούνται σε ανθοκομικές καλλιέργειες για τη ρύθμιση του χρόνου παραγωγής των ανθέων π.χ. χρυσάνθεμα, γυψοφύλλη.

5.6 Συμπληρωματικός φωτισμός

Σύμφωνα με τις καιρικές και κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα η ένταση και η διάρκεια φωτισμού καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες των θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Ελάχιστες μέρες κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου υπάρχει το ενδεχόμενο να χρειαστεί συμπληρωματικός φωτισμός σε θερμοκηπιακή εγκατάσταση. Ο συμπληρωματικός φωτισμός χρησιμοποιείται κυρίως στις ανθοκομικές καλλιέργειες και σε μονάδες όπου γίνεται η παραγωγή αγενούς πολλαπλασιαστικού υλικού (Εικόνα 5.6.1). Σαν πηγή τεχνητού φωτισμού χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα:

- Κοινές λάμπες πυρακτώσεως, οι οποίες καταναλώνουν πολλή ηλεκτρική ενέργεια και η διάρκεια ζωής τους είναι 1000ώρες
- Λαμπτήρες χαμηλής πίεσεως νατρίου, οι οποίες μπορούν να τοποθετηθούν αντί για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως
- Κοινοί λαμπτήρες φθορισμού
- Λαμπτήρες υδραργύρου υψηλής πίεσεως
- Λαμπτήρες υψηλής πίεσεως



Εικόνα 5.5.6 Θερμοκουρτίνα



Εικόνα 5.6.1 Συμπληρωματικός φωτισμός σε θερμοκήπια

6. Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών για προϊόντα που παράγονται εκτός εποχής ήταν η αιτία για την επέκταση των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων σε όλες τις ηπείρους. Την μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση έχει η Ασία και η Ωκεανία ενώ τη δεύτερη θέση καταλαμβάνουν οι μεσογειακές χώρες (Πίνακας 6.1) . Το ενδιαφέρον των κατασκευαστικών εταιριών και των επιστημόνων στράφηκε προς τις μεσογειακές χώρες λόγω των ήπιων κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούσαν κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επίσης σημαντικό ρόλο έπαιξε και η χρηματοδότηση τη δεκαετία του 1980 από την παγκόσμια τράπεζα στις οικονομικά αναπτυσσόμενες χώρες για την επέκταση των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων. Από τις μεσογειακές χώρες η Ισπανία και η Ιταλία καταλαμβάνουν την πρώτη και τη δεύτερη θέση αντίστοιχα, ενώ η Ελλάδα βρίσκεται έβδομη θέση (Πίνακας 6.2).

Γεωγραφική περιοχή	Έκταση (στρέμματα)
Ασία και Ωκεανία	1.400.000
Μεσόγειος	1.000.000
Βόρεια Ευρώπη	200.000
Βόρεια και Νότια Αμερική	200.000
Πηγή Γεωργία-Κτηνοτροφία τ.9/1999	

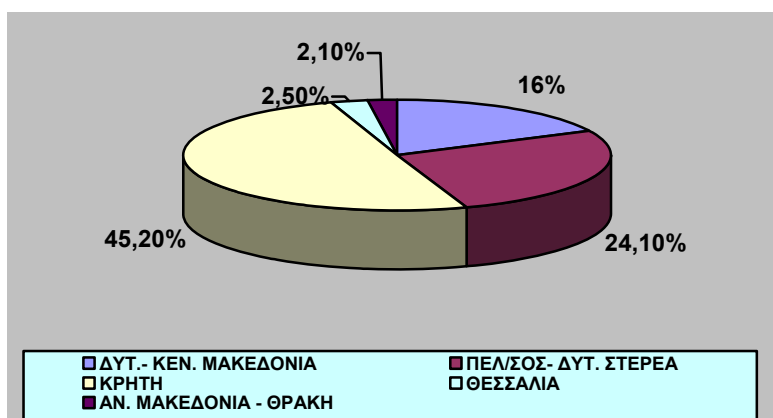
**Πίνακας 6.1 Παγκόσμια έκταση θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων
το έτος 1994 σε στρ.**

Μεσογειακή χώρα	Έκταση (στρ.)
Ισπανία	283.500
Ιταλία	243.000
Τουρκία	108.000
Γαλλία	91.000
Μαρόκο	64.650
Πρώην Γιουγκοσλαβία	50.400
Ελλάδα	39.750
Αλγερία	35.000
Πορτογαλία	26.050
Ισραήλ	25.000
Συρία	20.000
Τυνησία	14.250
Ιορδανία	12.000
Λίβανος	11.000
Αίγυπτος	8.000
Κύπρος	2.000
Μάλτα	350
Λιβύη	70
Πηγή Γεωργία-Κτηνοτροφία τ.9/1999	

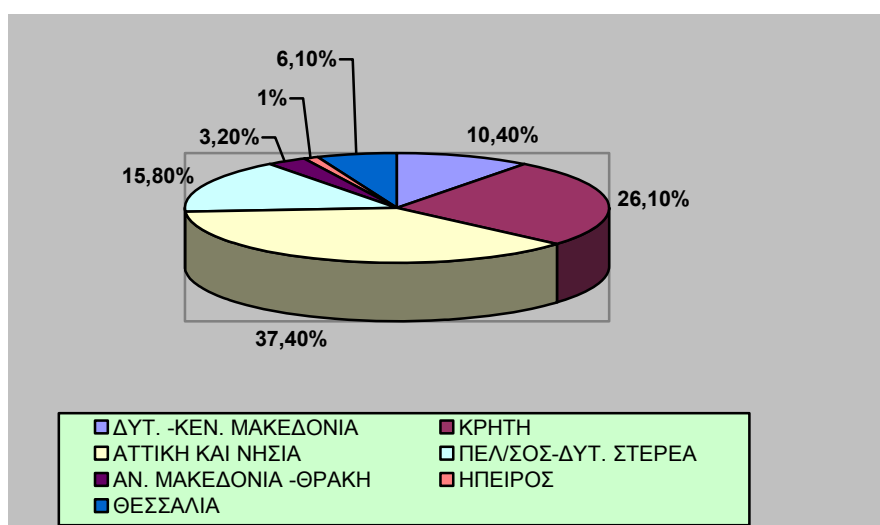
Πίνακας 6.2 Έκταση θερμοκηπίων στις Μεσογειακές χώρες το έτος 1994

Για να μπορέσει η Ελλάδα να ανταγωνιστεί τις χώρες οι οποίες έχουν μεγαλύτερη έκταση σε θερμοκήπια από αυτήν έπρεπε, οι αγρότες να εκσυγχρονίσουν τα θερμοκήπια τους και να παράγουν προϊόντα που να ικανοποιούν τους καταναλωτές. Το έτος 1955 εγκαταστάθηκαν τα πρώτα γυάλινα θερμοκήπια για την παραγωγή καλλωπιστικών φυτών και κάλυπταν έκταση 2 στρεμμάτων. Η διάδοση των θερμοκηπίων στην Ελλάδα συμπίπτει με τη παγκόσμια διάδοση των πλαστικών φύλλων τα οποία αντικατέστησαν το γυαλί ,που χρησιμοποιούταν ως υλικό κάλυψης. Το έτος του 1970 η έκταση που κάλυπταν οι θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις ήταν 12.350 στρέμματα , τα 160 στρέμματα από αυτά χρησιμοποιούσαν σαν υλικό

κάλυψης το γυαλί. Η δημιουργία νέων θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων αυξανόταν συνεχώς με αποτέλεσμα το 2000 η καλυπτόμενη έκταση σε θερμοκήπια να είναι 45.743 στρέμματα (Πίνακας 6.3). Αυτή η ανάπτυξη οφείλεται και στα οικονομικά προγράμματα που υλοποιεί η κυβέρνηση για την ενίσχυση των θερμοκηπίων. Με αυτό τον τρόπο προωθεί τους νέους να γίνουν αγρότες με τη παρακολούθηση μερικών μαθημάτων και τους παλιούς αγρότες να εκσυγχρονίσουν τα θερμοκήπιά τους. Οι περιοχές της Ελλάδος στις οποίες έχουν αναπτυχθεί οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες είναι η Κρήτη, η Πελοπόννησος, η δυτική Στερεά Ελλάδα, η δυτική και η κεντρική Μακεδονία, η ανατολική Μακεδονία και τέλος η Θράκη και η Ήπειρος. Στο Σχήμα 6.4 και στο Σχήμα 6.5 απεικονίζονται τα ποσοστά της καλλιεργούμενης έκτασης σε κάθε περιοχή ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας, και διαπιστώνουμε ότι τη μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση έχει η Κρήτη με ποσοστό 71,3%.



Σχήμα 6.4 Χωροταξική κατανομή κηπευτικών καλλιεργειών



Σχήμα 6.5 Χωροταξική κατανομή ανθοκομικών καλλιεργειών

Έτος	Καλλιέργεια κηπευτικών						Σύνολο κηπευτικών	Καλλιέργεια ανθοκομικών	Γενικό σύνολο
	Θερμαινόμενα		Μη θερμαινόμενα		Σύνολο				
	Γυάλινα	Πλαστικά	Γυάλινα	Πλαστικά	Γυάλινα	Πλαστικά			
1955	-	-	-	-	-	-	-	2	2
1960	-	-	35	-	35	-	35	115	150
1970	1	205	42	11.979	43	12.184	12.227	120	12.234
1974	1	708	59	16.785	60	17.493	17.553	452	18.005
1975	2	2.911	59	15.303	61	18.214	18.275	667	18.942
1976	10	1.695	11	18.497	21	20.192	20.213	408	20.621
1977	3	2.111	16	18.217	19	20.328	20.347	483	20.830
1978	10	2.981	11	19.982	21	22.963	22.984	292	23.276
1979	6	3.925	9	21.822	15	25.747	25.762	409	26.171
1980	10	4.855	31	22.121	41	26.976	27.017	612	27.629
1981	17	3.282	22	25.194	39	28.476	28.515	877	29.392
1982	106	3.978	7	26.420	113	30.398	30.511	965	31.476
1983	115	4.145	12	26.655	127	30.800	30.927	1.156	32.083
1984	105	2.510	10	27.382	115	29.892	30.007	1.460	31.467
1985	115	4.311	16	27.002	131	31.313	31.444	1.711	33.155
1986	109	4.553	32	27.766	141	32.299	32.440	1.750	34.190
1987	155	5.002	38	26.681	193	31.863	32.056	1.762	33.818
1988	196	5.613	21	26.724	217	32.337	32.554	2.685	35.239
1989	276	5.470	29	27.858	305	33.328	33.633	2.866	36.499
1990	207	6.323	38	27.293	245	33.616	33.861	3.201	37.062
1991	173	6.854	48	28.552	221	35.406	35.627	3.201	38.896
1992	221	6.634	55	29.359	276	35.993	36.269	3.410	39.679
1993	206	7.462	54	29.658	260	37.120	37.380	3.430	40.810
1994	293	8.149	75	29.471	368	37.620	37.988	3.240	41.228
1995	193	8.680	73	27.523	266	36.203	36.469	2.819	39.288
1996	187	8.720	69	27.245	256	35.965	36.221	3.067	39.288
1997	185	9.562	66	27.344	251	36.906	37.157	3.356	40.513
1998	212	10.145	57	27.621	269	37.766	38.035	3.555	41.590
1999	229	11.616	84	28.067	313	39.683	39.996	3.559	43.555
2000	210	12.951	79	29.054	289	42.005	42.294	3.449	45.743

Πηγή : Υπουργείο Γεωργίας

Πίνακας 6.3 Διαχρονική εξέλιξη των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων σε στρέμματα

Οι παραπάνω πίνακες απεικονίζουν μια γενική κατανομή των θερμοκηπίων στον ελλαδικό χώρο ανεξάρτητα με το τύπο της κατασκευαστικής μονάδας τους και από τι υλικό είναι κατασκευασμένα. Στον Πίνακα 6.6 καταγράφονται οι τύποι των θερμοκηπίων και η καλλιεργούμενη έκταση που καταλαμβάνουν σε όλη την χώρα μέχρι το έτος του 1999, ενώ στους πίνακες 6.7 και 6.8 έχουν καταγραφεί οι τύποι των θερμοκηπίων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα. Το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι θερμοκηπιακές κατασκευές χωρικού τύπου, με αποτέλεσμα τα προϊόντα που θα παραχθούν δεν θα μπορέσουν να ανταγωνιστούν τα προϊόντα των άλλων χωρών, όπου έχουν εκσυγχρονισμένες θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις.

Έτος	Τυποποιημένα					Χωρικού Τύπου				Σύνολο έκτασης (στρέμματα)
	Κάλυψη με γυαλί	Κάλυψη με πλαστικό				Κάλυψη με πλαστικό				
		Τοξωτά Μεταλλικά	Δίρρικτα ή πολύρρικτα			Τοξωτά Μεταλλικά	Δίρρικτα ή πολύρρικτα			
			Μεταλλικά	Εύλινα	Μικτά		Μεταλλικά	Εύλινα	Μικτά	
1992	404	2.237	3.013	4.340	5.498	6.889	1.626	11.145	3.028	38.180
1995	450	4.394	2.963	3.419	5.093	6.131	1.156	6.570	7.897	38.079
1996	438	3.876	3.153	3.398	4.878	9.140	4.548	4.960	3.381	37.870
1997	413	4.921	3.988	3.345	5.357	8.826	1.019	7.299	3.560	38.727
1998	513	5.497	4.214	3.637	5.039	6.017	2.212	11.822	1.027	39.976
1999	475	6.608	5.144	3.543	5.103	6.217	2.229	11.316	1.027	41.662

Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας

Πίνακας 6.6 Κατανομή ανάλογα με τον τύπο των θερμοκηπίων σε στρέμματα

Γεωγραφικό Διαμέρισμα	Τυποποιημένα θερμοκήπια					Θερμοκήπια χωρικού τύπου				Σύνολο έκτασης (στρ.)	
	Κάλυψη με γραλί	Κάλυψη με πλαστικό					Κάλυψη με πλαστικό				
		Τοξοτά Μεταλλικά	Δίρρικτα ή Πολύρρικτα			Τοξοτά Μεταλλικά	Δίρρικτα ή Πολύρρικτα				
			Μεταλλικά	Εύλινα	Μικτά		Μεταλλικά	Εύλινα	Μικτά		
Αν. Μακεδονία και Θράκη	37	301	72	38	16	118	47	304	14	946	
Κεν. Μακεδονία	-	1.424	28	55	4	1.091	60	3.773	460	6.895	
Δυτ. Μακεδονία	-	7	-	-	-	-	1	17	-	25	
Θεσσαλία	5	328	341	100	120	280	111	78	138	1.051	
Ήπειρος	37	972	58	12	105	748	2	16	28	1.978	
Δυτ. Ελλάδα	101	1.111	156	257	200	1.425	124	67	74	3.515	
Αττική και Αν. Στερεά Ελλάδα	43	522	190	186	49	107	11	10	-	1.118	
Πελοπόννησος	28	682	374	598	84	2.233	760	171	22	4.952	
Κρήτη	163	101	2.527	2.360	4.403	-	1.004	6.637	100	16.995	
Νησιά Αιγαίου	27	161	342	31	58	14	63	995	196	1.887	
Σύνολο	441	5.609	4.088	3.637	5.039	6.016	2.183	11.768	1.031	39.812	

Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας

Πίνακας 6.7 Κατανομή ανάλογα με το τύπο των θερμοκηπίων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα το έτος 1998

Γεωγραφικό διαμέρισμα	Τύπος θερμοκηπίου		Ποσοστό (%)
	Με πλαστική κάλυψη	Γύλινα θερμοκήπια	
Κρήτη	17.285	215	40,17
Πελοπόννησος	7.794	271	18.51
Κεντρική Μακεδονία	7.225	150	16.93
Λοιπές περιοχές	9.447	1.177	24.39

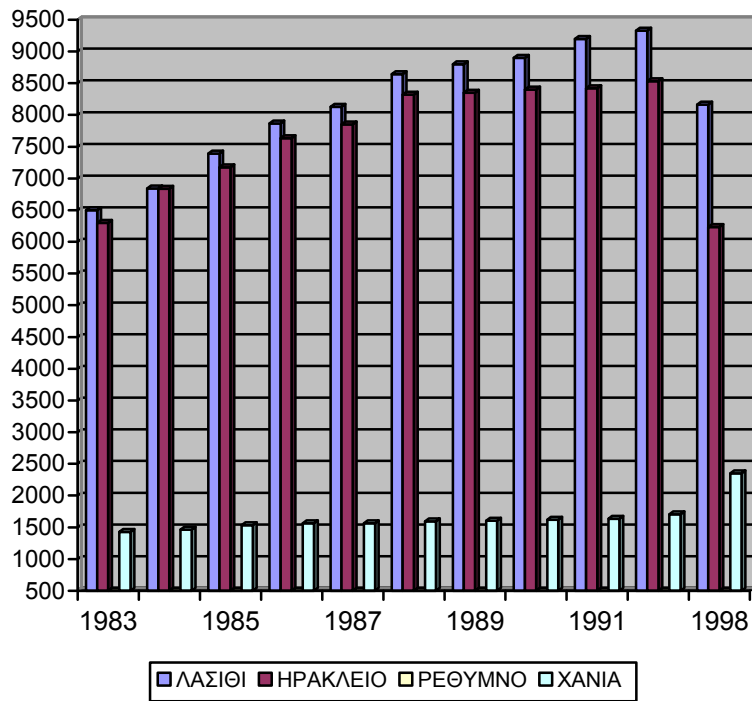
Πίνακας 6.8 Κατανομή ανάλογα με το τύπο των θερμοκηπίων ανά γεωγραφικό διαμέρισμα το έτος 1999

7. Η ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ

Στην Κρήτη φιλοξενείται περίπου το 41% των θερμοκηπίων της χώρας και ειδικότερα στις νότιες περιοχές του νομού Λασιθίου και Ηρακλείου λόγω του ήπιου κλίματος, που επικρατεί την χειμερινή περίοδο και εξαιτίας του μειωμένου τουρισμού, η οικονομία των περιοχών αυτών στηρίζεται αποκλειστικά στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια . Πιο συγκεκριμένα οι περιοχές της Κρήτης που στηρίζονται οικονομικά στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες είναι η Ιεράπετρα, στο νομό Λασιθίου, και το Τυμπάκι, στο νομό Ηρακλείου. Στον Πίνακα 7.1 και στο διάγραμμα 7.2 φαίνονται αναλυτικά η έκταση που καταλαμβάνουν οι θερμοκηπιακές κατασκευές σε κάθε νομό από το έτος 1983 μέχρι τη χρονολογική περίοδο του 1998.

Έτος	Ν. Ρεθύμνου	Ν. Χανίων	Ν. Ηρακλείου	Ν. Λασιθίου
1983	369	1.428	6.299	6.498
1984	385	1.463	6.838	6.844
1985	437	1.535	7.178	7.391
1986	410	1.566	7.633	7.868
1987	400	1.562	7.850	8.127
1988	426	1.594	8.320	8.643
1989	391	1.602	8.350	8.800
1990	458	1.618	8.400	8.900
1991	487	1.636	8.420	9.200
1992	362	1.706	8.533	9.328
1998	246	2.349	6.235	8.165

Πίνακας 7.1 Κατανομή των θερμοκηπιακών καλλιεργειών σε στρέμματα στην Κρήτη



Σχήμα 7.2 Απεικόνιση των θερμοκηπίων στους νομούς της Κρήτης τη χρονολογική περίοδο 1983 έως το 1998

7.1 Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ

Η Ιεράπετρα είναι χτισμένη σε μια στρατηγική γωνιά της Ευρώπης γνώρισε μεγάλη άνθηση κάτω από την επιρροή αρχαίων πολιτισμών όπως του Μινωικού, του Ελληνικού, του Ρωμαϊκού και του Βυζαντινού πολιτισμού και αργότερα των Αράβων, Σαρακηνών, Ενετών και Τούρκων, που για αιώνες ολόκληρους εναλλάσσονταν κατακτώντας την Κρήτη, η Ιεράπετρα παρέμενε πάντοτε ένα από τα ισχυρότερα εμπορικά κέντρα αποτελώντας τη "Νοτιότερη Πύλη της Ευρώπης". Σήμερα, η περιοχή της Ιεράπετρας είναι μια από τις πιο παραγωγικές περιοχές στην Ελλάδα και μια από τις κύριες πηγές πρώιμων κηπευτικών, φρούτων, λαχανικών και ελαιολάδου εξαιτίας του ήπιου κλίματος και του εύφορου εδάφους της. Μεγάλες ποσότητες πρώιμων κηπευτικών εξάγονται σε όλη την Ευρώπη συμβάλλοντας στην οικονομική ανάπτυξη της περιοχής.

Η ανάπτυξη και η εξέλιξη της Ιεράπετρας είναι συνδεδεμένη με την ιστορία και τη παραγωγική διαδικασία των εκτός εποχής κηπευτικών. Το 1925 άρχισαν να εμφανίζονται οι πρώτες υπαίθριες καλλιέργειες στη δυτική περιοχή της Ιεράπετρας, Γρα – Λυγιά και Ξερόκαμπο. Σε μερικά χρόνια οι καλλιέργειες αυξήθηκαν και σε άγονες εκτάσεις οι οποίες και μετατράπηκαν σε καλλιεργήσιμες χρησιμοποιώντας την τεχνική της αμμόστρωσης. Η αμμόστρωση, ήταν μια διαδικασία όπου τοποθετούσαν άμμο 10 με 15 πόντους σε όλη την επιφάνεια του εδάφους. Αυτή η τεχνική είχε σκοπό την αύξηση της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη πρώιμη παραγωγή και τη καταστροφή των ζιζανίων. Η τεχνική της αμμόστρωσης πραγματοποιείται και στα σημερινά θερμοκήπια κατά την κατασκευή τους. Το 1960 καλλιεργούταν 7000 περίπου στρέμματα υπαίθριας τομάτας.

Το κράτος τη δεκαετία του 1960 ίδρυσε στην Ιεράπετρα ένα Ίδρυμα Γεωργικής Έρευνας, που σκοπό είχε να βοηθήσει αλλά και να στηρίξει τους αγρότες σε θέματα τεχνολογικά και επιστημονικά. Ο Σταθμός που δημιουργήθηκε ασχολήθηκε με τα ακόλουθα:

❖ Με την κατάλληλη ποικιλία τομάτας που θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουν στην καλλιέργεια τους οι παραγωγοί της Ιεράπετρας. Για να

καταφέρει ο Σταθμός να καταλήξει στην σωστή επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας εγκατέστησε ένα δίκτυο σύγκρισης ποικιλιών.

❖ Επίσης ασχολήθηκε με τις ασθένειες του εδάφους που παρουσιάζονται στις καλλιέργειες. Για την αντιμετώπιση των ασθενειών που παρουσιάζονται στις καλλιέργειες εγκατέστησε δίκτυο πειραματικών χημικών απολυμαντικών εδάφους, και αργότερα εφαρμόστηκε και η ηλιοαπολύμανση και ο εμβολιασμός με ανθεκτικά υποκείμενα.

❖ Τέλος ασχολήθηκε με τις καταστροφές των καλλιεργειών από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Για την προστασία των καλλιεργειών από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και κυρίως από τους ανέμους αναπτύχθηκαν διάφορες τεχνικές. Στην αρχή χρησιμοποιούσαν ανεμοφράκτες από θαμνώδη φυτά και στη συνέχεια καλάμια.



Εικόνα 7.3. Υπαίθρια καλλιέργεια με ανεμοφράκτες στη Γρα Λυγιά



Εικόνα 7.5 Υποστύλωση υπαίθριας τομάτας με καλάμια

Την δεκαετία του 1950 εμφανίστηκαν τα πρώτα υποτυπώδη θερμοκήπια, στην περιοχή της Ιεράπετρας τα οποία αρχικά ήταν ξύλινες κατασκευές και η κάλυψή τους γινόταν με γυαλί. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 άρχισαν να κατασκευάζονται θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις με ξύλινο ή καλαμένιο σκελετό και η κάλυψη τους γινόταν με πλαστικό. Την περίοδο 1965 – 1966 ο Σταθμός κατασκεύασε θερμοκήπια με ξύλινο και με καλαμένιο σκελετό, αυτός ο τύπος θερμοκηπίου που κατασκευάστηκε από το Σταθμό ονομαζόταν τύπος Πρεβέζης. Στα θερμοκήπια που κατασκευάστηκαν στην περιοχή της Ιεράπετρας σύμφωνα με το τύπο Πρεβέζης για τη στερέωση του πλαστικού στην οροφή τοποθετούσαν σύρματα παράλληλα μεταξύ τους, σε απόσταση 50 cm, στην συνέχεια το πλαστικό και τέλος μια σειρά σύρματα κάθετα στη πρώτη για την συγκράτηση του πλαστικού. Η κατασκευή των συγκεκριμένων θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι ήταν δύσκολη αλλά και χρονοβόρα, και αυτό οφειλόταν στο ότι δεν υπήρχε σε επαρκή βαθμό η απαραίτητη γνώση. Για να καλύψουν την έλλειψη γνώσης τους πάνω στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις προσπαθούσαν να αντλήσουν πληροφορίες μέσα από περιοδικά ,που εκδιδόταν την συγκεκριμένη χρονική περίοδο και αναφερόταν στα θερμοκήπια και ταξιδεύοντας σε χώρες του εξωτερικού όπου είχαν παράδοση στα θερμοκήπια.



Τον Μάρτιο του 1965 έφτασε στην Ιεράπετρα ο Ολλανδός γεωπόνος, Παύλος Χέρμαν Κούπερς (1939-1971), ο οποίος συνεργάστηκε με τους αγρότες της περιοχής για την κατασκευή των θερμοκηπίων. Η παρουσία του στην Ιεράπετρα είναι συνδεδεμένη με τη διαμόρφωση του κατάλληλου τύπου θερμοκηπίου για την περιοχή, που είναι πλέον γνωστός ως "τύπος Ιεράπετρας". Στις 20 Ιουλίου του 1966 υπογράφει ο Παύλος Κούπερ συμφωνία με τον Απόστολο Διακάκη για την κατασκευή του πρώτου θερμοκηπίου στην περιοχή της Ιεράπετρας, στο χωριό της Ανατολής. Αυτή η πρώτη κατασκευή θερμοκηπίου χαρακτηριζόταν από την τοποθέτηση ξύλινων πασάλων – στύλων σε απόσταση 2.50 X 2.50 μέτρα μεταξύ τους, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό της πυραμίδας με διαστάσεις 5 μέτρων. Το 1966 άρχισε η μαζική κατασκευή των θερμοκηπίων και η καλλιέργεια από την ύπαιθρο μεταφέρθηκε σιγά σιγά στα θερμοκήπια. Από το 1970 υπήρξε θεαματική ανάπτυξη των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων στην περιοχή, γεγονός που οδηγεί την πόλη της Ιεράπετρας να καταφέρει να μετατραπεί στο μεγαλύτερο κέντρο

παραγωγής κηπευτικών και ανθοκομικών προϊόντων της Ελλάδος. Πράγμα που αποδεικνύεται διαβάζοντας ιστορικά στοιχεία για την ανάπτυξη των θερμοκηπίων στην Ιεράπετρα αναφέροντας το γεγονός ότι μόνο μετά από ένα έτος από την μαζική παραγωγή θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων στην περιοχή έχουμε το 1971 4.000 στρέμματα θερμοκηπίων στην Ιεράπετρα ενώ στην περιοχή Τυμπακίου και Χανίων έχουμε περίπου 1.000 στρέμματα.

Μετά το πέρας τεσσάρων χρόνων από τη μαζική κατασκευή των θερμοκηπίων στην περιφέρεια της Ιεράπετρας πραγματοποιήθηκε μια μελέτη, από τον Απόστολο Διακάκη, με αφορμή τις ζημιές που προκλήθηκαν από τους ισχυρούς βόρειους ανέμους στα ξύλινα θερμοκήπια. Σύμφωνα με αυτή τη μελέτη προτείνεται η κατασκευή ενός νέου τύπου κατασκευής θερμοκηπίων ο ημιμεταλλικός, δηλαδή οι στύλοι και οι ποταμοί κατασκευάζονται από μέταλλο ενώ τα πλευρά από ξύλο.

Την περίοδο του 1967 τα πρώτα θερμοκηπιακά προϊόντα που άρχισαν να καλλιεργούνται ήταν οι ντομάτες, τα αγγούρια και οι μελιτζάνες. Πριν από την εγκατάσταση της καλλιέργειας λόγω των ασθενειών που επικρατούσαν στο έδαφος γινόταν απολύμανση του εδάφους. Για την απολύμανση του εδάφους εκείνη την χρονική περίοδο χρησιμοποιούνταν ζώα με αλέτρι, τα οποία άνοιγαν αυλακιές και ο παραγωγός στην συνέχεια έριχνε το υγρό απολυμαντικό μέσα στις αυλακιές.

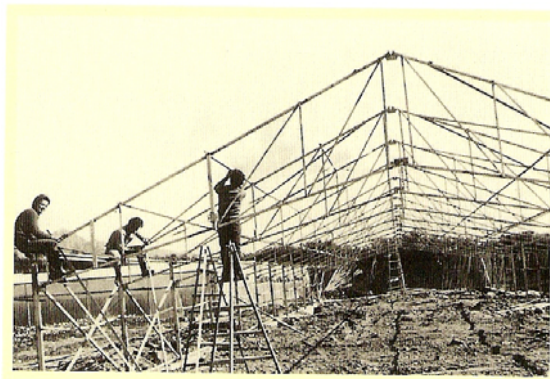
Η φύτευση γινόταν με την τοποθέτηση των σπόρων απευθείας στο έδαφος. Το πότισμα από τη στιγμή της φύτευσης των σπόρων μέχρι τα φυτά να αποκτήσουν ύψος είκοσι εκατοστών γινόταν με ποτιστήρια, ενώ όταν τα φυτά αποκτούσαν ύψος μεγαλύτερο των τριάντα εκατοστών το πότισμα γινόταν με αυλάκια (Παπαδοπούλου Ελένη). Η απευθείας σπορά των σπόρων στο έδαφος στην σημερινή εποχή έχει εγκαταληφθεί. Οι παραγωγοί παίρνουν έτοιμα σπορόφυτα από τα φυτώρια της περιοχής αλλά και άλλων περιοχών.



Εικόνα 7.6 Ο Παύλος Κούπερ κατασκευάζει το πρώτο ξύλινο θερμοκήπιο



Εικόνα 7.7 Ξύλινο θερμοκήπιο τύπου Ιεράπετρας



Εικόνα 7.8 Κατασκευή γυάλινου μεταλλικού θερμοκηπίου το 1973



Εικόνα 7.9 Κατασκευή μεταλλικού θερμοκηπίου το 1972



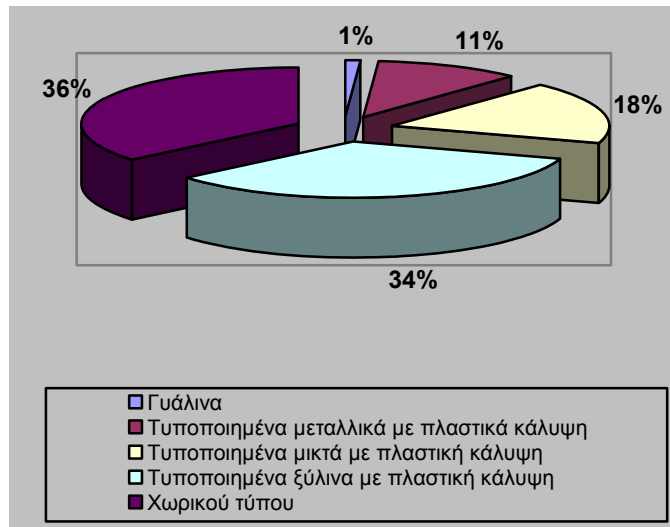
Εικόνα 7.10 Φράγμα Μπραμιανών

Το 1986 κατασκευάστηκε μια τεχνητή λίμνη στη περιοχή των Μπραμιανών με σκοπό να καλυφτούν οι ανάγκες άρδευσης των καλλιεργούμενων εκτάσεων στην περιοχή της Ιεράπετρας. Η τεχνητή λίμνη αυτή είναι γνωστή σαν το Φράγμα των Μπραμιανών, το οποίο έχει συνολική επιφάνεια 1050 στρέμματα και η χωρητικότητά του σε νερό είναι 15.000.000 m³ (Εικόνα 7.10). Όλος ο κάμπος της Ιεράπετρας αρδεύεται από το τεχνητό αυτό φράγμα, χωρίς αυτό η Ιεράπετρα δε θα μπορούσε να είναι «ο κήπος της Ευρώπης». Με την κατασκευή του φράγματος η άρδευση στα θερμοκήπια γινόταν με σωλήνες άρδευσης και εγκαταλείφτηκε το σύστημα ποτίσματος με τα ποτιστήρια και τα αυλάκια.

Τα θερμοκήπια με την πάροδο των ετών εξελίχτηκαν ως προς τον τρόπο της κατασκευής τους και τον εξοπλισμό τους. Μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε τη χρονική περίοδο 1995 – 1996 στην Ιεράπετρα είναι, ότι ο τύπος θερμοκηπίου που εξακολουθούσε να επικρατεί ήταν του χωρικού τύπου (Πίνακας 7.11). Στο Σχήμα 7.12 που ακολουθεί παρατηρούμε το ποσοστό που καταλαμβάνει ο κάθε τύπος θερμοκηπίου ξεχωριστά στον χώρο της Ιεράπετρας την χρονική περίοδο 1995 -1996.

Τύπος θερμοκηπίου	Έκταση (στρ.)
Γυάλινα θερμοκήπια	56
Τυποποιημένα μεταλλικά με πλαστική κάλυψη	900
Τυποποιημένα μικτά με πλαστική κάλυψη	2850
Τυποποιημένα ξύλινα με πλαστικά κάλυψη	1524
Χωρικού τύπου	3100

Πίνακας 7.11 Καταλαμβανόμενη έκταση ανάλογα με το τύπο του θερμοκηπίου την περίοδο 1995-1996 στην Ιεράπετρα



Σχήμα 7.12. Ποσοστό καταλαμβανόμενης έκτασης ανάλογα με το τύπο των θερμοκηπίων την περίοδο 1995-1996



Εικόνα 7.13 Τοξωτό θερμοκήπιο

Σήμερα η καλλιεργούμενη έκταση που καταλαμβάνουν τα θερμοκήπια είναι περίπου των 30.000 στρεμμάτων. Ο τύπος του θερμοκηπίου που κατασκευάζεται ακόμα και σήμερα στην πόλη της Ιεράπετρας είναι ο τύπος " Ιεράπετρας". Εκτός από τα θερμοκήπια του τύπου Ιεράπετρας συναντάμε στην περιοχή και τοξωτά θερμοκήπια σε μικρή όμως κλίμακα (Εικόνα 7.13). Η εγκατάσταση ξύλινων θερμοκηπίων χωρικού τύπου έχει αντικατασταθεί από την κατασκευή τυποποιημένων θερμοκηπίων, μεταλλικών και ημιμεταλλικών. Η εξέλιξη στα θερμοκήπια τύπου Ιεράπετρας έχει πραγματοποιηθεί αναφορικά στο σύστημα του εξαερισμού του θερμοκηπίου, τη θέρμανση και το σύστημα άρδευσης που έχουν πλέον εγκατασταθεί στον εσωτερικό του χώρο. Εκτός από την εξέλιξη που έχει σημειωθεί κατά την διάρκεια των ετών στον εξοπλισμό του θερμοκηπίου, το θερμοκήπιο του τύπου Ιεράπετρας έχει εξελιχθεί και ως προς την κατασκευή του. Τα περισσότερα θερμοκήπια που κατασκευάζονται την σημερινή εποχή είναι με ψαλίδια και λιγότερα με ενδιάμεσο στύλο. Οι αποστάσεις μεταξύ των στύλων στα θερμοκήπια με ενδιάμεσο στύλο εξακολουθούν να είναι 2,50 μέτρα, στα θερμοκήπια όμως με ψαλίδια η απόσταση μεταξύ των στύλων είναι συνήθως πέντε μέτρα.

Το σύστημα εξαερισμού που χρησιμοποιείται στον σημερινό τύπο θερμοκηπίων είναι εκτός από τον φυσικό και ο δυναμικός εξαερισμός. Με τον όρο φυσικό εξαερισμό στα ξύλινης κατασκευής θερμοκήπια εννοούσαμε το άνοιγμα των πλευρικών παραθύρων. Στα μεταλλικής και ημιμεταλλικής κατασκευής θερμοκήπια εκτός από την ύπαρξη πλευρικών παραθύρων συναντάμε και παράθυρα οροφής (Εικόνα 7.14). Στις σημερινές θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης της ηλεκτρικής ενέργειας. Με την χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας τα πλευρικά παράθυρα και τα παράθυρα της οροφής ανοίγουν αυτόματα μέσω ενός θερμοστάτη ή χειροκίνητα πατώντας ένα διακόπτη. Σε θερμοκήπια μεγάλης έκτασης έχουν τοποθετηθεί κατά μήκος των τοιχωμάτων του θερμοκηπίου ανεμιστήρες για τη μείωση της θερμότητας στο εσωτερικό, όπως επίσης και συστήματα οριζόντιας και αξονικής μετακίνησης του αέρα.



Εικόνα 7.14. Παράθυρα οροφής



Εικόνα 7.15. Σύστημα υδρονέφωσης

Το υποτυπώδες σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιούνταν στις πρώτες θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις, ήταν μια αυτοσχέδια σόμπα που είχε κατασκευαστεί το 1967, από τον Παύλο Κούπερ. Η αυτοσχέδια αυτή σόμπα λειτουργούσε με πετρέλαιο, αλλά δεν χρησιμοποιήθηκε λόγω των ζημιών που προκλήθηκαν σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Ο χώρος του θερμοκηπίου γέμιζε με καπνούς με συνέπεια να δημιουργηθεί έλλειψη οξυγόνου στο εσωτερικό. Ελάχιστα σημερινά θερμοκήπια διαθέτουν σύστημα θέρμανσης λόγω του ήπιου κλίματος της περιοχής. Συνήθως τα συστήματα θέρμανσης τα συναντάμε σε εγκαταστάσεις φυτωρίων και θερμοκήπια που καλύπτουν μεγάλη έκταση. Τα κυριότερα συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια της Ιεράπετρας είναι τα αερόθερμα και θερμάστρες που χρησιμοποιούν μαζούτ, πυρηνόξυλο ελιάς, φυσικό αέριο και πετρέλαιο. Με την θέρμανση του εσωτερικού χώρου περιορίζονται οι πιθανότητες εμφάνισης μυκητολογικών ασθενειών, λόγω των άριστων συνθηκών που επικρατούν μέσα σε αυτό. Στα φυτώρια της περιοχής συναντάμε πάνελ δροσισμού, επειδή το σύστημα του αερισμού δεν είναι επαρκές για τη μείωση της υψηλής θερμοκρασίας που επικρατεί στο εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου. Στα μικρής έκτασης θερμοκήπια η τοποθέτηση ενός πάνελ δροσισμού είναι ασύμφορη λόγω του υψηλού κόστους. Στις περισσότερες θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις το πιο κοινό και οικονομικό σύστημα δροσισμού που χρησιμοποιείται είναι η υδρονέφωση (Εικόνα 7.15).

Η τοποθέτηση της καλλιέργειας μέσα στο θερμοκήπιο επιτυγχάνεται με την απευθείας σπορά των σπόρων στο έδαφος ή με τη φύτευση έτοιμων σπορόφυτων. Η απευθείας φύτευση των σπόρων στο έδαφος εφαρμόζεται σε λίγες περιπτώσεις και σε προϊόντα όπως το αγγούρι και τα φασόλια. Η φύτευση γίνεται σε δύο γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 80cm και τα σπορόφυτα απέχουν μεταξύ τους 50cm, αφήνεται ένας διάδρομος περίπου ένα μέτρο και στην συνέχεια φυτεύονται άλλες δύο γραμμές κ.ο.κ. (Εικόνα 7.16). Για την άρδευση της καλλιέργειας εφαρμόζεται το σύστημα της στάγδην άρδευσης (Εικόνα 7.17). Με το σύστημα αυτό δύο σταλακτηφόροι σωλήνες, που έχουν τοποθετηθεί στις γραμμές φύτευσης χορηγούν νερό στα φυτά σε μορφή σταγόνων. Το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, προέρχεται από το φράγμα των Μπραμιανών και μέσω ενός αρδευτικού δικτύου φτάνει στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις. Τα τελευταία χρόνια και λόγω της έλλειψης νερού, που οφείλεται στη μειωμένη βροχόπτωση, για την

κάλυψη των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό οι παραγωγοί έχουν κατασκευάσει δεξαμενές νερού στο χώρο του θερμοκηπίου. Το βρόχινο νερό συλλέγεται μέσα στην δεξαμενή, με την βοήθεια των υδρορροών, που έχουν τοποθετηθεί στο σκελετό του θερμοκηπίου. Οι δεξαμενές που κατασκευάζονται είναι είτε υπέργειες (Εικόνα 7.18) είτε μέσα στο έδαφος (Εικόνα 7.19). Οι υπέργειες δεξαμενές κατασκευάζονται από καμπυλωτά κυματοειδούς μορφή χαλύβδινα ελάσματα και για τους δύο τύπους δεξαμενών χρησιμοποιείται μεμβράνη.



Εικόνα 7.16. Γραμμές φύτευσης σε ξύλινο θερμοκήπιο



Εικόνα 7.17. Σύστημα στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια μελιτζάνας



Εικόνα 7.18. Υπέργεια μεταλλική δεξαμενή



Εικόνα 7.19. Υπόγεια δεξαμενή

Η λίπανση των φυτών δεν γίνεται λιπαίνοντας ένα ένα φυτό όπως γινόταν στα πρώτα χρόνια. Για την λίπανση ο παραγωγός έχει ένα βαρέλι μέσα στο διαλύει τα υδατοδιαλυτά λιπάσματα και με το σύστημα του λιπαντήρα Venturi διοχετεύεται το διαλυμένο λίπασμα απευθείας στην καλλιέργεια. Το 90% των σύγχρονων θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων έχουν εγκαταστήσει μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου ή σε μία αποθήκη εκτός θερμοκηπίου μηχανήματα υδρολίπανσης. Με τα μηχανήματα της υδρολίπανσης η άρδευση και η λίπανση της καλλιέργειας γίνεται αυτόματα (Εικόνα 7.20). Τα μηχανήματα αυτά διαθέτουν διαφορετικό αριθμό βαρελιών ,ανάλογα με το τύπο του μηχανήματος που θα χρησιμοποιηθεί, για την ανάμιξη των λιπασμάτων και του οξέος. Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται περισσότερο στην περιοχή της Ιεράπετρας έχουν τη δυνατότητα έκχυσης ταυτοχρόνως δύο λιπασμάτων και του οξέος.



Εικόνα 7.20. Σύστημα υδρολίπανσης

Σαν υλικό κάλυψης του θερμοκηπίου η πλειονότητα των παραγωγών χρησιμοποιούν το πλαστικό και λιγότερο το γυαλί και το πολυεστέρα. Η κάλυψη με γυαλί παρατηρείται κυρίως σε θερμοκήπια που καλλιεργούν ανθοκομικά, ενώ ο πολυεστέρας χρησιμοποιείται στα τοξωτά θερμοκήπια. Το νάilon μπορεί να τοποθετηθεί από τον ίδιο τον παραγωγό ή και από ειδικό συνεργείο, ενώ για την τοποθέτηση του γυαλιού και του πολυεστέρα απαιτείται ειδικό συνεργείο. Για την κάλυψη ενός στρέμματος θερμοκηπίου χρησιμοποιείται 400 με 450 περίπου κιλά πλαστικού. Εκτός από την τοποθέτηση του νάilon στα πλευρικά παράθυρα και σε μερικές περιπτώσεις στα παράθυρα της οροφής τοποθετείται εντομολογικό δίχτυ. Το εντομολογικό δίχτυ χρησιμοποιείται στην κάλυψη του θερμοκηπίου για την αποφυγή της εισόδου εντόμων τον εσωτερικό χώρο τα οποία με την είσοδό τους θα προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στην καλλιέργεια.

Εκτός από τα θερμοκήπια που η καλλιέργεια γίνεται στο έδαφος υπάρχουν και πολύ ελάχιστες θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις υδροπονικής καλλιέργειας. Η υδροπονική καλλιέργεια είναι μια προηγμένη και εξελιγμένη τεχνική καλλιέργειας με την οποία τα φυτά αναπτύσσονται χωρίς τη χρησιμοποίηση του εδάφους ή εδαφικών μιγμάτων. Στα περισσότερα υδροπονικά συστήματα τα φυτά αναπτύσσονται πάνω σε αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο διάλυμα. Με την υδροπονική καλλιέργεια σε σύγκριση με τη συμβατική καλλιέργεια :

- Αυτοματοποιείται η διαδικασία της άρδευσης και της λίπανσης
- Δεν υπάρχει κίνδυνος ασθενειών του εδάφους
- Εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών στοιχείων

Εκτός των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει η υδροπονική καλλιέργεια έχει και σημαντικά μειονεκτήματα. Αυτά είναι:

- Το υψηλό κόστος εγκατάστασης
- Ο παραγωγός να γνωρίζει καλά για τη θρέψη των φυτών

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται ελάχιστα στρέμματα με υδροπονία. Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε την χρονική περίοδο 1992 η καλλιεργούμενη έκταση ήταν περίπου 350στρέμματα. Στην Ιεράπετρα οι παραγωγοί που ασχολούνται με την υδροπονική καλλιέργεια είναι ελάχιστοι λόγω της έλλειψης γνώσης που υπάρχει και του υψηλού κόστους εγκατάστασης.

Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονική καλλιέργεια είναι:

- Θρεπτικό διάλυμα ,όπως το NFT
- Φυσικά αδρανή υλικά, όπως η άμμος
- Διογκωμένα συνθετικά οργανικά υλικά, όπως πολυστερίνη, ουριοφορμαλδεΐδη
- Οργανικά υποστρώματα ,όπως τύρφη, φλοιός δέντρου.

Στις θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις που υπάρχουν στην περιοχή της Ιεράπετρας καλλιεργούνται κυρίως ανθοκομικά προϊόντα αν και υπάρχουν μερικοί παραγωγοί που καλλιεργούν κηπευτικά, κυρίως ντομάτες , αγγούρια και πιπεριές. Τα υπόστρωματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονική καλλιέργεια της περιοχής είναι το θρεπτικό διάλυμα NFT και νερό και τα αδρανή υλικά όπως ο πετροβάμβακας (Grodan), ο περλίτης και η ελαφρόπετρα .

Για τη φύτευση της καλλιέργειας το έδαφος του θερμοκηπίου πρέπει πρώτα να ισοπεδωθεί και να έχει κλίση όταν δεν εφαρμόζεται στην διαδικασία της λίπανσης η μέθοδος ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος όχι μεγαλύτερη από 0,30%, ενώ όταν εφαρμόζεται η κλίση του εδάφους πρέπει να είναι από 1,50% έως 2,0%. Στην συνέχεια, η επιφάνεια του εδάφους θα καλυφθεί με ένα λευκό πλαστικό πάχους 0,2-0,8mm ή με ένα ασπρόμαυρο πλαστικό, όπου η μαύρη όψη του τοποθετείται στην κάτω επιφάνεια, ενώ η λευκή στην επάνω. Η κάλυψη του εδάφους με πλαστικό αποσκοπεί :

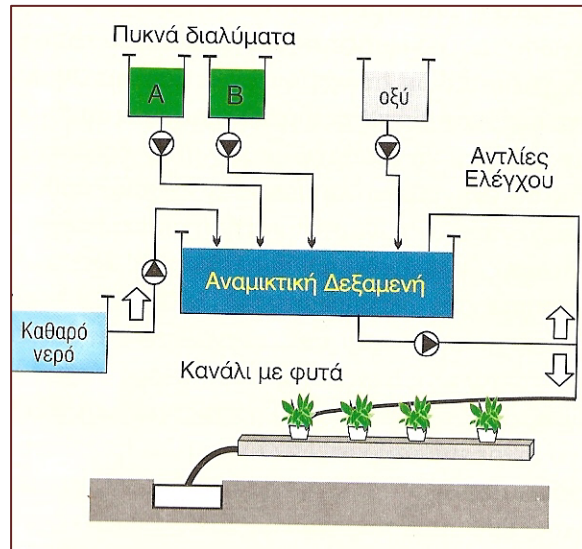
- Στην αποφυγή ανάπτυξης ζιζανίων μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου
- Στο να αποφευχθούν οι μολύνσεις των φυτών από τις ασθένειες του εδάφους και
- στη βελτίωση του φυσικού φωτισμού, που πετυχαίνεται με την αντανάκλαση του φωτός.

Μετά την τοποθέτηση του πλαστικού στην επιφάνεια του εδάφους τοποθετούνται λωρίδες από πλάκες πολυστερίνης σε απόσταση ίσες με τις γραμμές φύτευσης. Κατά μήκος των πλακών πολυστερίνης δημιουργείται ένα αυλάκι στο εσωτερικό του οποίου τοποθετείται ένας σωλήνας θέρμανσης για τη θέρμανση των φυτών. Πάνω στις πλάκες τοποθετείται το υπόστρωμα με το οποίο θα πραγματοποιηθεί η υδροπονική καλλιέργεια. Τα υποστρώματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με τη μέθοδο φύτευσης που περιγράφηκε είναι ο πετροβάμβακας και ο περλίτης. Στην περίπτωση που σαν υπόστρωμα θα χρησιμοποιηθεί το θρεπτικό

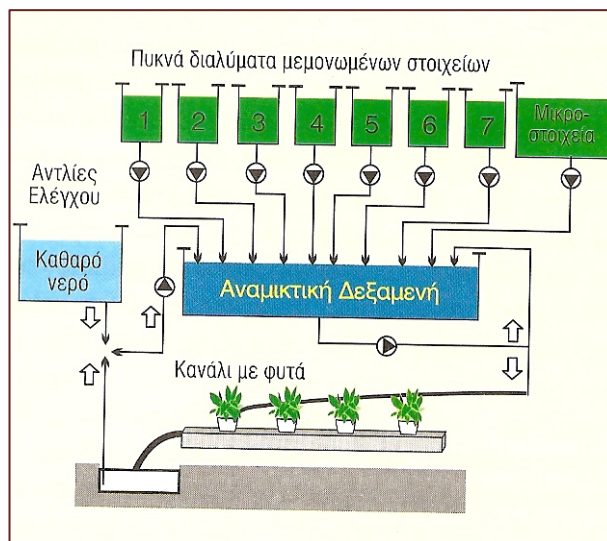
διάλυμα NFT η διαμόρφωση του θερμοκηπίου για τη φύτευση της καλλιέργειας είναι διαφορετική. Τα κανάλια στα οποία βρίσκονται τα φυτά και μέσα στα οποία ρέει το θρεπτικό διάλυμα είναι κατασκευασμένα ή από λαμαρίνα στερεωμένη σε σιδερένιο σκελετό ,ή από διογκωμένη πολυστερίνη είτε από διαμορφωμένα κανάλια σε τσιμεντένιο έδαφος.

Στην υδροπονική καλλιέργεια σημαντικό ρόλο παίζει η ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται στην άρδευση. Η υψηλή συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου μειώνει την παραγωγή της καλλιέργειας, ενώ η υψηλή συγκέντρωση μαγγανίου, βορίου ή ψευδαργύρου καθιστά το νερό ακατάλληλο για χρήση. Το καλύτερο νερό για άρδευση είναι το βρόχινο ή το αφαλατωμένο. Για την άρδευση χρησιμοποιούνται σταλάκτες με παροχή 1-2 lt /ώρα και η διαδικασία γίνεται αυτόματα με χρονοδιακόπτη ή με όργανα μέτρησης της εξατμισοδιαπνοής.

Η λίπανση μιας υδροπονικής καλλιέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους: με την ανακύκλωση του διαλύματος (Εικόνα 7.21) ή χωρίς ανακύκλωση διαλύματος (Εικόνα 7.22). Σε θερμοκήπια όπου η λίπανση γίνεται με την ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, το θρεπτικό διάλυμα βρίσκεται μέσα σε μια δεξαμενή χωρητικότητας 2-3 m³/στρέμμα η οποία γεμίζει αυτόματα με νερό. Κατά την διάρκεια της ανακύκλωσης πρέπει να ελέγχεται τακτικά η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος και να αντικαθίσταται από καινούριο όταν αυτή χαλάσει. Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την παραγωγή και την ανάπτυξη των φυτών διοχετεύονται στην δεξαμενή από κάποια άλλα δοχεία που περιέχουν διαλύματα σε πυκνή μορφή ενώ η αραιώσή του διαλύματος γίνεται με το νερό της δεξαμενής. Τα πυκνά αυτά διαλύματα είναι τοποθετημένα σε τρία διαφορετικά δοχεία. Στο ένα δοχείο τοποθετείται το νιτρικό ή το φωσφορικό οξύ , στο δεύτερο το νιτρικό ασβέστιο και στο τελευταίο δοχείο τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία. Η διοχέτευση του οξέος και των πυκνών διαλυμάτων στην δεξαμενή γίνεται με δοσομετρική αντλία η οποία παίρνει εντολή από το πεχάμετρο και το αγωγιμόμετρο αντίστοιχα που είναι συνδεδεμένο στο μηχάνημα υδρολίπανσης . Η μέθοδος της ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος εφαρμόζεται στα υποστρώματα πετροβάμβακα, περλίτη και θρεπτικού διαλύματος NFT. Με την δεύτερη μέθοδο λίπανσης στην οποία δεν εφαρμόζεται ανακύκλωση του διαλύματος χρησιμοποιούνται δύο δοχεία για τα διαλύματα. Στο ένα δοχείο προστίθεται το νιτρικό ασβέστιο μαζί με το νιτρικό οξύ ενώ στο δεύτερο τα υπόλοιπα στοιχεία.



Εικόνα 7.21 Υδροπονικό σύστημα χωρίς ανακύκλωση θρεπτικού διαλύματος



Εικόνα 7.22 Υδροπονικό σύστημα με ανακύκλωση θρεπτικού διαλύματος

Το κόστος για την κατασκευή ενός θερμοκηπίου είναι αρκετό υψηλό, αλλά το κόστος του θερμοκηπίου εξαρτάται από τον τύπο του θερμοκηπίου που θα κατασκευαστεί και τι θέλει ο παραγωγός να εγκαταστήσει από τεχνικό εξοπλισμό μέσα σε αυτό. Το ξύλινο θερμοκήπιο έχει πιο χαμηλό κόστος από ένα μεταλλικό, αν ο παραγωγός τοποθετήσει θερμοκουρτίνες ή μηχανήματα για υδρολίπανση το κόστος ανεβαίνει. Στον παρακάτω πίνακα αναγράφεται το κόστος της κατασκευής ενός θερμοκηπίου, ανάλογα με το τύπο και τα υλικά που θα τοποθετηθούν.

Τύπος θερμοκηπίου και εξοπλισμός θερμοκηπίου	Κόστος (€) / στρέμμα
Ξύλινο θερμοκήπιο χωρικού τύπου Ιεράπετρας	5.870
Τυποποιημένο ξύλινο θερμοκήπιο με ενδιάμεσο στύλο και αερισμό οροφής	7.337
Τυποποιημένο ξύλινο θερμοκήπιο με ψαλίδια και αερισμό οροφής	8.800
Ημιμεταλλικό θερμοκήπιο με ενδιάμεσο στύλο και αερισμό οροφής	10.270
Μεταλλικό θερμοκήπιο με ψαλίδια	26.470
Υαλόφρακτο θερμοκήπιο μαζί με τα τζάμια	32.280
Θερμοκουρτίνες	9.370
Ανεμιστήρες εξαγωγής αέρα	1.990
Θέρμανση	15.940
Πάνελ δροσισμού	2.170

Πίνακας 7.23. Κόστος κατασκευής ενός θερμοκηπίου

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγγελίδης Σ, Γεωργακάκης Δ, Καλογερά Α

Γεωργικές Εγκαταστάσεις

Βασιλείου Ν.

Αρχές σχεδιασμού θερμοκηπίων, Αγροτική Τράπεζα Ελλάδος, 1992

Γεωργία – Κτηνοτροφία

Αφιέρωμα θερμοκήπια, Αγρότυπος ΑΕ, Τεύχος Νοέμβριος 9/1999

Γραφιαδέλλη Δρος Μ.

Σύγχρονα Θερμοκήπια, Έκδοση Β', 1987

ΕΘΙΑΓΕ Ιεράπετρας

Κανάκης Ανδρέας Γ.

Γενική Λαχανοκομία, 2^η Έκδοση βελτιωμένη, 2005

Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν.

Θερμοκήπια, Έκδοση Γ', 2001

Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν

Υδροπονικές Καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα, 1994

Παπαδοπούλου – Κοντοπόδη Ελένη

Από τους ανεμοφράκτες στα θερμοκήπια

Becket Kenneth A.

Θερμοκήπια Εγκατάσταση- Καλλιέργεια- Εχθροί- Ασθένειες- Παθήσεις, 1998