

Τ.Ε.Ι ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
& ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα:

**Χρήση καυστήρων μεικτής καύσης,
για την θέρμανση των θερμοκηπίων.**

- ◆ Εισήγηση :Κος Σπανάκης Γιάννης
- ◆ Παρουσίαση: Θεοδωρακόπουλος Αθανάσιος

Ηράκλειο 2003

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο κλάδος των θερμοκηπίων στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους δυναμικότερους κλάδους της γεωργίας, παρόλο ότι ο μεγάλος όγκος των θερμοκηπίων τεχνολογικά βρίσκεται ακόμα σε χαμηλό επίπεδο.

Παρ' όλα αυτά η χρήση τους παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα όπως:

- I. Παρέχει τη δυνατότητα συγκράτησης πληθυσμού που έχει στην κατοχή του μικρής έκτασης έδαφος, στη γεωργία.
- II. Ασχολείται με εντατικές καλλιέργειες, που αξιοποιούν πολλά εργατικά χέρια.
- III. Μπορεί να συντελέσει στην αύξηση των ελληνικών εξαγωγών γεωργικών προϊόντων σε χώρες της Β. Ευρώπης
- IV. Δίνει διέξοδο στον εκσυγχρονισμό της ελληνικής γεωργίας.

Παρουσιάζει όμως δυσκολίες όπως:

- i. Η ανάπτυξη και παραγωγή φυτών έξω από το φυσικό τους περιβάλλον δημιουργεί περισσότερα προβλήματα, που πρέπει να επιλυθούν από κατάλληλα εξοπλισμένα εργαστήρια.
- ii. Ο εντατικός ρυθμός καλλιέργειας απαιτεί άμεσες λύσεις που δεν επιδέχονται καθυστερήσεις.

Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων μέσω των οποίων ο άνθρωπος επεμβαίνει στην ρύθμιση πολλών παραγόντων του περιβάλλοντος που επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών. Με την καλύτερη ρύθμιση του περιβάλλοντος των φυτών η παραγωγή μπορεί:

1. Να αυξηθεί ποσοτικά, λόγω βελτίωσης των συνθηκών του περιβάλλοντος.
2. Να προγραμματιστεί χρονικά και να σταλεί το αγροτικό προϊόν στην κατανάλωση, ανεξάρτητα από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

3. Να βελτιωθεί ποιοτικά μια και καλλιεργείται σε χώρο προστατευμένο από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες. Ειδικότερα με τη χρήση του θερμοκηπίου:

- I. Επιτυγχάνεται αποφυγή ζημιών στο παραγόμενο αγροτικό προϊόν, από αέρα, βροχή και χαλάζι,
- II. Ελέγχεται σε άριστα επίπεδα η ατμοσφαιρική και εδαφική υγρασία, η θερμοκρασία και η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στο άμεσο περιβάλλον ανάπτυξης του φυτού, και
- III. Μειώνονται αλλά δεν εξαλείφονται οι ζημιές από παθογόνα και έντομα μια και ο χώρος είναι άμεσα ελεγχόμενος από τον άνθρωπο.

Η ακρίβεια όμως με την οποία ρυθμίζεται το περιβάλλον ανάπτυξης των φυτών στο θερμοκήπιο προσδιορίζεται από τη σωστή κατασκευή, τον κατάλληλο εξοπλισμό και την ικανότητα του καλλιεργητή να χειριστή και να κατανέμει τα διάφορα εφόδια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Ανατρέχοντας στο παρελθόν ανακαλύπτουμε ότι ο άνθρωπος πολλούς αιώνες προ Χριστού, είχε κάνει τις πρώτες του προσπάθειες να καλλιεργήσει φυτά εκτός εποχής και έξω από το φυσικό τους περιβάλλον. Για το σκοπό αυτό δημιούργησε κατασκευές που περιβάλλονταν από διαφανή υλικά ώστε αφ' ενός να προστατεύονται τα φυτά από κακές καιρικές συνθήκες και αφετέρου να δέχονται όσο το περισσότερο δυνατό φυσικό φωτισμό. Με το πέρασμα των αιώνων βέβαια οι κατασκευές αυτές εξελίχθηκαν και πήραν διάφορες μορφές, μέχρι να φτάσουμε βέβαια στη σημερινή μορφή θερμοκηπίων.

Από τους αρχαίους Έλληνες συγγραφείς του 5^{ου} π.Χ. αιώνα και ιδιαίτερα από τον Πλάτωνα, γνωρίζουμε ότι σε ειδικές λατρευτικές τελετές του χειμώνα, που ήταν αφιερωμένες στον άδικο χαμό του Άδωνη και είχαν την ονομασία «Κήποι του Άδωνη», χρησιμοποιούνταν φυτά που καλλιεργούνταν σε ειδικά προστατευμένους χώρους από το κρύο. Από τον 1^ο π.Χ. αιώνα γνωρίζουμε επίσης ότι στη Ρωμαϊκή αυτοκρατορία καλλιεργούνταν φρούτα και λαχανικά εκτός εποχής, σε θερμοκήπια απλής κατασκευής και θερμοσπορεία, χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα του Τιβέριου Καίσαρα που στο καθημερινό του γεύμα περιλαμβάνονταν σαλάτα με αγγούρι, καθώς επίσης και του αυτοκράτορα Γαληνού που πρόσφερε στους καλεσμένους του καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου σύκα, και άλλα νωπά φρούτα.

Συνεχίζοντας την ιστορική αναδρομή διαπιστώνουμε ότι κατά την περίοδο του Μεσαίωνα, τα θερμοκήπια πρέπει να ήταν άγνωστα. Έχουμε

επανεμφάνιση των θερμοκηπίων τον 17^ο μ.Χ. αιώνα. Αυτή την περίοδο χρησιμοποιούσαν τα θερμοκήπια για την διατήρηση των βοτανικών κήπων, που είχαν δημιουργηθεί από φυτά που έφερναν οι εξερευνητές της εποχής από άλλες γεωγραφικές περιοχές και δεν μπορούσαν να αντεπεξέλθουν στο ψυχρό κλίμα της Βόρειας Ευρώπης.

Τον 18^ο μ.Χ. αιώνα είχε αναγνωρισθεί πλήρως η αξία του καλού φωτισμού σε ένα θερμοκήπιο. Έτσι λοιπόν άρχισαν οι μελέτες για να βρεθεί η σωστή κλίση που πρέπει να έχει το γυαλί ενός θερμοκηπίου ώστε να επιτρέπει τη δίοδο της μέγιστης δυνατής ποσότητας φωτός μέσα στο θερμοκήπιο.

Πρώτος λαός που χρησιμοποίησε την κεκλιμένη στέγη από γυαλί ήταν οι Ολλανδοί. Επίσης χρησιμοποίησαν παράλληλα και τις θερμοκουρτίνες καθώς και την κατασκευή διπλών τοιχωμάτων για τον περιορισμό των απωλειών θερμότητας.

Τον 19^ο αιώνα μ.Χ., είχαμε σημαντικές εξελίξεις στον τομέα των θερμοκηπίων, με την επινόηση και κατασκευή πολλών νεωτερισμών, που χρησιμοποιούνται ακόμα και στις μέρες μας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι αυτόματοι θερμοστάτες για τον εξαερισμό των θερμοκηπίων και η κατασκευή πολλαπλών θερμοκηπίων με κορυφές και ενδιάμεσες υδροροές. Τέλος, ενώ το υλικό κατασκευής των θερμοκηπίων μέχρι τότε ήταν το ξύλο, προτείνεται η κατασκευή τους από σίδηρο και γυαλί.

Τον 20^ο αιώνα, η εξέλιξη των θερμοκηπίων είναι ραγδαία και χρησιμοποιούνται πολλές νέες τεχνικές βελτιώσεις στην κατασκευή και στον κλιματισμό τους.

Από πλευράς υλικών κατασκευής για τους σκελετούς χρησιμοποιούνται το ξύλο, το αλουμίνιο και το γαλβανισμένο σίδηρο. Στα υλικά κάλυψης επίσης εκτός από γυαλί χρησιμοποιούνται και εύκαμπτα φύλλα πλαστικού. Όσο αφορά τέλος το κλίμα του θερμοκηπίου

σήμερα χρησιμοποιούνται τα αερόθερμα, τα συστήματα ψύξης με εξάτμιση νερού, ο εμπλουτισμός του αέρα με CO₂, ο τεχνητός φωτισμός, η υδρονέφωση καλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ, ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ, ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο σημειώθηκε η μεγαλύτερη επέκταση των θερμοκηπιακών μονάδων, οπότε και παρουσιάστηκε αυξημένη ζήτηση για προϊόντα εκτός εποχής. Από τότε μέχρι σήμερα είχαμε συνεχή αύξηση των εκτάσεων των θερμοκηπίων και ιδιαίτερα των πλαστικών.

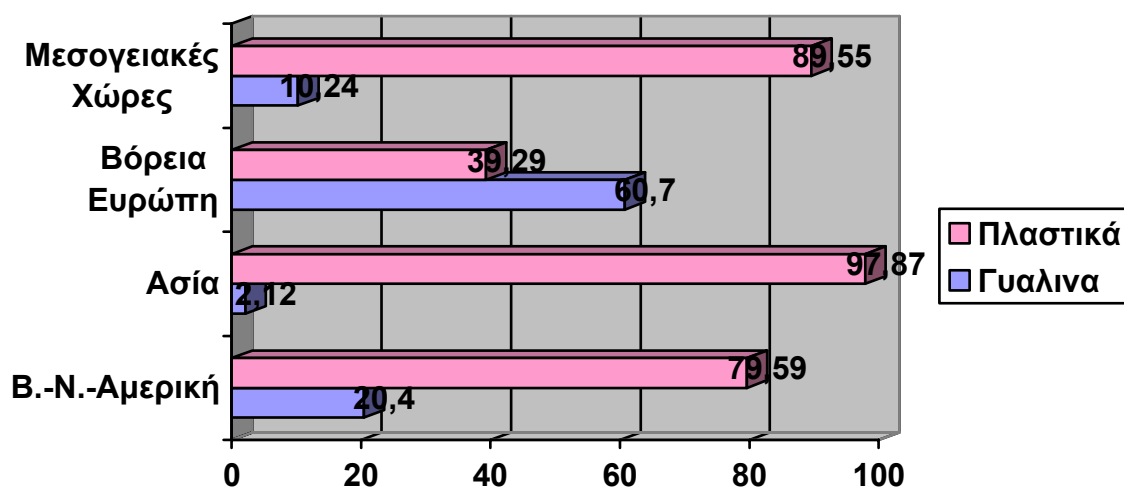
Από στοιχεία του έτους 1992, σήμερα υπάρχουν παγκοσμίως 1.670.000 στρέμματα θερμοκηπίων. Από αυτά τα 410.000 στρέμματα είναι με κάλυψη από γυαλί και τα 1.260.000 στρέμματα είναι με κάλυψη από πλαστικό.

Στους παρακάτω τρεις πίνακες βλέπουμε την κατανομή των θερμοκηπίων ανά τον κόσμο, στις Μεσογειακές χώρες, αλλά και στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πίνακας 1 : «Κατανομή θερμοκηπίων ανά τον κόσμο»

Περιοχή	Γυάλινα	Ποσοστό	Πλαστικά	Ποσοστό	Σύνολο
Μεσογ. Χώρες	79.000	10,44%	677.000	89,55%	756.000
Βόρεια Ευρώπη	258.000	60,70%	167.000	39,29%	425.000
Ασία	30.000	2,12%	1.382.000	97,87%	1.412.000
Β. Ν. Αμερική	40.000	20,40%	156.000	79,59%	196.000
Σύνολο	407.000	14,59%	2.382.000	85,40%	2.789.000

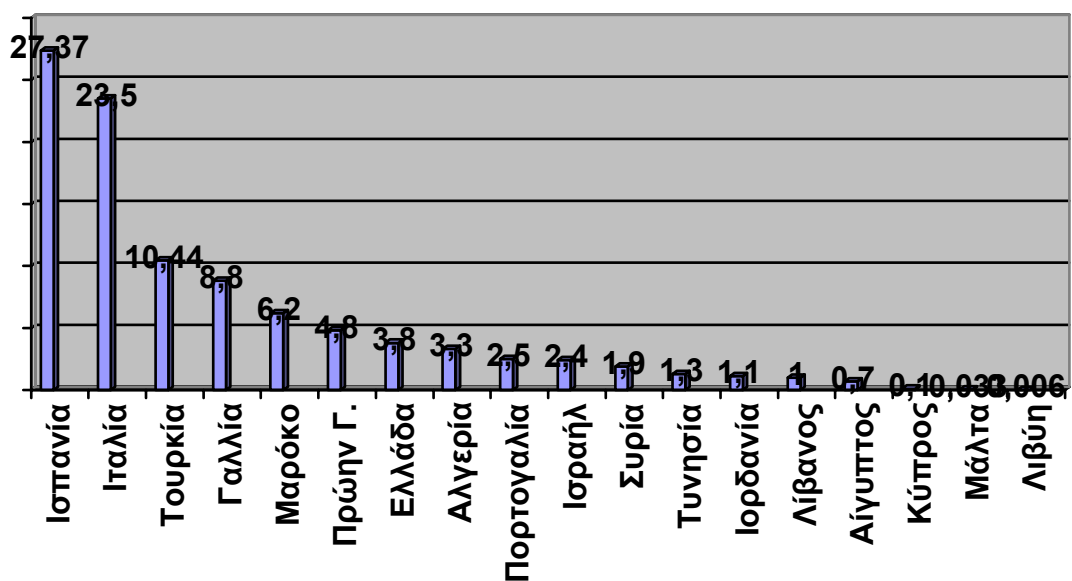
Στατιστική απεικόνιση πίνακα 1



Πίνακας 2: «Κατανομή θερμοκηπίων και υψηλών τούνελ στις Μεσογειακές χώρες»

ΧΩΡΑ	ΕΚΤΑΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ
Ισπανία	283.000	27,37%
Ιταλία	243.000	23,50%
Τουρκία	108.000	10,44%
Γαλλία	91.000	8,8%
Μαρόκο	64.650	6,2%
Πρώην Γιουγκοσλαβία	50.400	4,8%
Ελλάδα	39.750	3,8%
Αλγερία	35.000	3,3%
Πορτογαλία	26.050	
Ισραήλ	25.000	2,4%
Συρία	20.000	1,9%
Τυνησία	14.250	1,3%
Ιορδανία	12.000	1,1%
Λίβανος	11.000	1%
Αίγυπτος	8.000	0,7%
Κύπρος	2.000	0,1%
Μάλτα	350	0,033%
Λιβύη	70	0,006%
Σύνολο	1.033.950	

Στατιστική απεικόνιση πίνακα 2

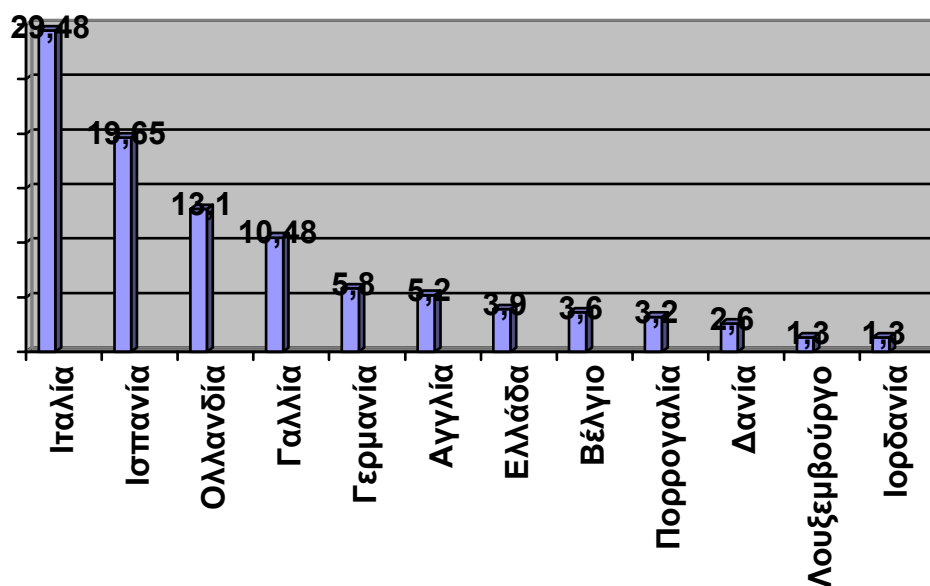


Πίνακας 3 : «Κατανομή των θερμοκηπίων στις χώρες της Ε.Ε.»

ΧΩΡΑ	ΕΚΤΑΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ
Ιταλία	225.000	29,48%
Ισπανία	150.000	19,65%
Ολλανδία	100.000	13,10%
Γαλλία	80.000	10,48%
Γερμανία	45.000	5,8%
Αγγλία	40.000	5,2%
Ελλάδα	30.000	3,9%
Βέλγιο	28.000	3,6%
Πορτογαλία	25.000	3,2%

Δανία	20.000	2,6%
Λουξεμβούργο	10.000	1,3%
Ιρλανδία	10.000	1,3%
σύνολο	763.000	

Στατική απεικόνιση πίνακα 3



Στον πρώτο πίνακα βλέπουμε την μεγάλη έκταση που καταλαμβάνουν τα πλαστικά θερμοκήπια σε σχέση με τα γυάλινα και διαπιστώνουμε ότι η έκταση τους είναι σχεδόν έξι φορές μεγαλύτερη από αυτή των γυάλινων. Επίσης στη Βόρεια Ευρώπη λόγω των δυσμενών καιρικών συνθηκών επικρατούν τα γυάλινα θερμοκήπια ώστε να παρέχουν μεγαλύτερη προστασία στα φυτά, από χαμηλές θερμοκρασίες, χιονοπτώσεις, ισχυρούς ανέμους κλπ.

Στον δεύτερο και τρίτο πίνακα διαπιστώνουμε ότι, παρότι η Ελλάδα έχει καλές σχετικά εδαφοκλιματικές συνθήκες, κατέχει μόλις την έβδομη θέση για την παραγωγή θερμοκηπιακών προϊόντων.

Τέλος στον τρίτο πίνακα με τα στοιχεία για τις χώρες της Ευρωπαϊκής ένωσης βλέπουμε ότι η Ολλανδία κατέχει την Τρίτη θέση και βρίσκεται μπροστά και από χώρες που έχουν μεγαλύτερη έκταση όπως είναι η Γαλλία και η Γερμανία. Η μεγάλη αυτή ανάπτυξη των Ολλανδικών θερμοκηπίων οφείλεται στην υψηλή τεχνολογία που έχουν αναπτύξει για την κατασκευή και τον εξοπλισμό των θερμοκηπίων καθώς και στην μακροχρόνια εμπειρία τους στις καλλιέργειες υπό κάλυψη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕ ΤΙΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΚΑΙ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα οι πρώτες συστηματικές θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις ξεκίνησαν το 1955. Τότε τα θερμοκήπια ήταν υαλόφρακτα και χρησιμοποιούνταν για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η συστηματική εξάπλωση των θερμοκηπίων αρχίζει μετά το 1960, οπότε έχουμε και ευρεία χρήση του πλαστικού ως υλικού κάλυψης.

Το πλαστικό σαν υλικό κάλυψης συγκεντρώνει αρκετά πλεονεκτήματα όπως χαμηλό κόστος, δυνατότητα προσαρμογής σε οποιοδήποτε σχήμα σκελετού, τοποθέτηση του από τον ίδιο τον παραγωγό, με αποτέλεσμα να έχουμε ραγδαία εξάπλωση των πλαστικών θερμοκηπίων, που κυριαρχούν σήμερα στην χώρα μας. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συνέβαλαν στην εξάπλωση των θερμοκηπίων στην Ελλάδα είναι οι εξής:

α) Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες. Το ζεστό και ήπιο κλίμα της χώρας μας, δίνει την δυνατότητα καλλιέργειας σε απλές κατασκευές ακόμα και χωρίς θέρμανση.

β) Η γεωργική πολιτική του κράτους που ενθαρρύνει τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες με την χορήγηση ευνοϊκών δανείων, επιδοτήσεων και με την κατασκευή έργων υποδομής.

γ) Η αύξηση της ζήτησης κηπευτικών προϊόντων εκτός εποχής.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η υπάρχουσα κατάσταση των θερμοκηπίων στη χώρα μας. Αναλυτικά παρουσιάζεται η γεωγραφική κατανομή τους και οι σημαντικότερες ανθοκομικές και κηπευτικές καλλιέργειες.

Πίνακας 1: «Κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα»

Περιοχές	Ανθοκομικά σε στρέμ.	ποσοστό	Κηπευτικά σε στρεμ.	ποσοστό	Σύνολο σε στρεμ.
Αν. Μακεδονία- Θράκη	114,4	11,28%	876	88,71%	987,4
Δ.- Κ. Μακεδονία	399	5,43%	6.949	94,56%	7348
Ήπειρος	43,6	2,33%	1.824	97,66%	1867,6
Θεσσαλία	215,4	14,78%	1.241	85,21%	1456,4
Πελοπόν.- Δ. Στερεά	553,5	6,12%	8.482	93,87%	9035,5
Αττική- Νησιά	1301,9	33,16%	2.624	66,83%	3925,9
Κρήτη	879,7	4,95%	16.889	95,04%	17768,7
Σύνολο	3504,5	8,26%	38.885	91,73%	42389,5

Από τον πίνακα 1 βλέπουμε να κυριαρχούν στη χώρα μας τα θερμοκήπια παραγωγής κηπευτικών προϊόντων. Επίσης βλέπουμε πως τα μισά από αυτά τα θερμοκήπια βρίσκονται στην Κρήτη, και αυτό γιατί στην Κρήτη το κλίμα είναι αρκετά ζεστό και βοηθάει στην παραγωγή κηπευτικών εκτός εποχής, σε απλά θερμοκήπια, χωρίς ιδιαίτερο εξοπλισμό, ακόμη και χωρίς θέρμανση.

Το γεγονός ότι τα θερμοκήπια παραγωγής κηπευτικών προϊόντων επικρατούν σε μεγαλύτερο ποσοστό συγκριτικά με τα θερμοκήπια παραγωγής ανθοκομικών προϊόντων, οφείλεται στο ότι οι κηπευτικές καλλιέργειες είναι ευκολότερες από τις ανθοκομικές, απαιτούν λιγότερες εξειδικευμένες γνώσεις και εξοπλισμό και δίνουν άμεσα παραγωγή σε μια καλλιεργητική περίοδο.

Επίσης βλέπουμε ότι τα περισσότερα θερμοκήπια ανθοκομικών βρίσκονται στην Αττική και στα Νησιά. Στις περιοχές δηλαδή απ' όπου ξεκίνησαν, πριν από 50 χρόνια. Και τέλος διαπιστώνουμε ότι τα ανθοκήπια είναι συγκεντρωμένα στις νότιες περιοχές της χώρας όπου το κλίμα είναι ευνοϊκό για την καλλιέργεια λουλουδιών.

Πίνακας 2: «Είδη ανθοκομικών θερμοκηπίων καλλιεργειών»

Είδος καλλιέργειας	Έκταση σε στρέμματα	ποσοστό
Τριαντάφυλλο	900	38,08%
Γαρύφαλλο	845	35,75%
Χρυσάνθεμο	178	7,5%
Ζέρμπερα	95	4%
Διάφορα γλαστρικά	241	10,19%
Πολλαπλασιαστικό υλικό	104,3	4,4%
Σύνολο	2363,3	

Πίνακας 3: «Είδη κηπευτικών θερμοκηπιακών καλλιεργειών

Είδος καλλιέργειας	Έκταση σε στρέμματα	Παραγωγή σε τόνους
Τομάτα	18838	185002
Αγγούρι	9968	124680
Πιπεριά	2951	17624
Μελιτζάνα	1538	12247
Φράουλα	1165	3455
Κολοκυθάκι	886	5372
Φασολάκια	620	1360
Πεπόνι	127	318
Μαρούλι	91	381

Από τους δύο παραπάνω πίνακες βλέπουμε την μεγάλη έκταση που καταλαμβάνουν οι θερμοκηπιακές μονάδες που καλλιεργούν κηπευτικά προϊόντα και διαπιστώνουμε τη διαφορά που υπάρχει συγκριτικά με τις θερμοκηπιακές μονάδες ανθοκομικών προϊόντων.

Επίσης βλέπουμε ότι στα ανθοκήπια τον κύριο όγκο καλύπτουν καλλιέργειες Τριαντάφυλλων και γαρύφαλλων. Ενώ στις κηπευτικές καλλιέργειες την μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνει η καλλιέργεια τομάτας και αγγουριού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΨΥΞΗ

Το κλίμα της χώρας μας χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι και χαμηλές το χειμώνα. Έτσι εκτός από το πρόβλημα της θέρμανσης οι παραγωγοί συναντούν μεγάλες δυσκολίες κατά τη διάρκεια των ηλιόλουστων ημερών στο να προστατεύουν τις καλλιέργειες από την υπερβολική άνοδο της θερμοκρασίας. Έτσι με την εντατικοποίηση των καλλιεργειών στα θερμοκήπια αναπτύχθηκαν διάφορες τεχνικές περιορισμού της υψηλής θερμοκρασίας. Οι τεχνικές μείωσης της θερμοκρασίας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Αυτές που αναφέρονται στον φυσικό αερισμό.
- Αυτές που αναφέρονται στον τεχνητό εξαερισμό (που είναι και οι πιο αποτελεσματικές).

Με τον εξαερισμό δεν μπορούμε να πετύχουμε μείωση της θερμοκρασίας σε επίπεδο $t_{es} = t_{εξ} + 3^{\circ} C$. Για παραπέρα μείωση πρέπει να κάνουμε ψύξη του θερμοκηπίου.

ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Τα συστήματα του δροσισμού στηρίζονται στην εξάτμιση του νερού από το θερμοκήπιο. Με την εξάτμιση αυτή απορροφάται αισθητή θερμότητα από το χώρο του θερμοκηπίου που μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα.

Με τον δροσισμό τροφοδοτούμε με νερό το περιβάλλον του θερμοκηπίου το οποίο εν συνεχεία εξατμιζόμενο απορροφά μεγάλα ποσά θερμότητας και μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα. Έτσι για κάθε λίτρο νερού που εξατμίζουμε απορροφούνται 595 kcal. Η εφαρμογή της μεθόδου θέλει προσοχή γιατί μπορεί να αυξήσει την σχετική υγρασία μέσα στο θερμοκήπιο σε απαγορευτικά επίπεδα. Ο δροσισμός στα θερμοκήπια μπορεί να γίνει :

- α) Με συχνά ποτίσματα
- β) Με διάβρωση των φυτών και των διαδρόμων
- γ) Με υδρονέφωση – τεχνική ομίχλη
- δ) Με διοχέτευση του θερμού αέρα του περιβάλλοντος διαμέσου υγρών πετασμάτων

Το ποσό που θα μειώσουμε την θερμοκρασία σ' ένα θερμοκήπιο εξαρτάται από την σχετική υγρασία του χώρου. Έτσι όταν η σχετική υγρασία του χώρου του θερμοκηπίου είναι χαμηλή η ψύξη είναι πιο αποτελεσματική διότι μπορεί να εξατμιστεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού μέχρι να κορεστεί ο χώρος.

ΥΔΡΟΝΕΦΩΣΗ

Με το σύστημα αυτό εκτοξεύονται πολύ λεπτές σταγόνες νερού στο χώρο του θερμοκηπίου πάνω από τα φυτά από ειδικούς εκτοξευτές (μπεκ). Η εκτόξευση γίνεται με σύστημα αντλιών και σωλήνων, που φέρουν τα ακροφύσια. Το νερό εκτοξεύεται με υψηλή πίεση ($> 35 \text{ atm}$) ή χαμηλή ($< 7 \text{ atm}$) και η παροχή των μπεκ είναι 2- 100 lt/h.

Καλύτερα αποτελέσματα δίνει η υψηλή πίεση η οποία δημιουργεί σταγόνες διαμέτρου ($< 30 \mu$) οι οποίες εξατμίζονται αμέσως μειώνοντας τη θερμοκρασία κατά 5- 14°C. Αντίθετα, οι μεγαλύτερες σταγόνες που δημιουργεί η χαμηλή πίεση μειώνουν τη θερμοκρασία μόνο κατά 2,5° C. Οι μεγαλύτερες σταγόνες παραμένουν για ένα διάστημα πάνω στα φυτά και είναι δυνατό να προκαλέσουν κάμψη των στελεχών, διάδοση ασθενειών, καθώς και απόπλυση τόσο των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος όσο και των φυτοφαρμάκων από τα φυτά.

Η λειτουργία του συστήματος ελέγχεται από θερμοστάτες και χρονόμετρα ή από ηλεκτρονικά φύλλα. Το νερό πρέπει να μην περιέχει άλατα γιατί προκαλεί τοξικότητες στα φυτά, φράξιμο στα μπεκ, καταστροφή των σωλήνων και προβλήματα στην λειτουργία των ηλεκτρονικών φύλλων.

Το σύστημα ομίχλης είναι κατάλληλο ιδιαίτερα για τα ριζωτήρια γιατί εκτός από μείωση της θερμοκρασίας εξασφαλίζει και τις ιδανικότερες συνθήκες υγρασίας. Χρησιμοποιείται επίσης σε καλλιέργειες ανθοκομικών για κομμένο λουλούδι.

Για την καλύτερη λειτουργία του συστήματος τοποθετούνται, εξαεριστήρες στις μικρές ή μεγάλες πλευρές του θερμοκηπίου για την απαγωγή αέρος και υγρασίας.

Σύστημα υγρών πετασμάτων

Το σύστημα αυτό, γνωστό και σαν εξατμιστική ψύξη, εφαρμόζεται σε περιοχές και περιόδους με υψηλή θερμοκρασία και χαμηλή υγρασία.

Για να εφαρμοστεί ένα τέτοιο σύστημα θα πρέπει να υπάρχει αρκετό διαθέσιμο νερό, ηλεκτρική ενέργεια, το εξωτερικό περιβάλλον να είναι αρκετό ξηρό και η καλλιέργεια τέτοια που να δικαιολογούν τη σχετική δαπάνη. Υπάρχουν δύο παραλλαγές του συστήματος:

- α) Με υποπίεση ή αρνητική πίεση, που χρησιμοποιείται περισσότερο.
- β) Με υπερπίεση ή θετική πίεση.

Στο σύστημα με υποπίεση τοποθετείται στο ένα άκρο του θερμοκηπίου ή εξατμιστική επιφάνεια και οι εξαεριστήρες στο άλλο άκρο (σχ.1). με τη λειτουργία τους, ο αέρας του θερμοκηπίου οδηγείται στο εξωτερικό περιβάλλον, δημιουργείται υποπίεση και φρέσκος αέρας εξαναγκάζεται να μπει από την απέναντι πλευρά, περνώντας μέσα από το υγρό διαπερατό πέτασμα.

Για την καλή λειτουργία του συστήματος δεν πρέπει να υπάρχουν ανοίγματα και χαραμάδες διότι τότε θα εισέρχεται αέρας χωρίς να περνά μέσα από το υγρό πέτασμα μειώνοντας την αποτελεσματικότητα του συστήματος. Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι λόγω της υποπίεσης μαζί με τον αέρα διεισδύουν και ποσότητες σκόνης, που σε ορισμένες περιοχές μπορεί να είναι σημαντικές.

Το σύστημα με υπερπίεση, αντίθετα δημιουργεί σχεδόν ομοιόμορφη θερμοκρασία και δεν επιτρέπει την είσοδο σκόνης ακόμη και αν το θερμοκήπιο δεν είναι πολύ στεγανό. Κι αυτό γιατί το υγρό πέτασμα είναι τοποθετημένο μπροστά στον ανεμιστήρα που οδηγεί τον αέρα του περιβάλλοντος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου,

εξαναγκάζοντας τον να περάσει μέσα από το πέτασμα που λειτουργεί σαν φίλτρο. Έτσι ο αέρας καθαρός και με μειωμένη θερμοκρασία διατρέχει το θερμοκήπιο και εξέρχεται από το παράθυρο της απέναντι πλευράς.

Επίσης το σύστημα δροσισμού με υπερπίεσεις μπορεί να συνδυαστεί με φυσικό αερισμό, αν η εγκατάσταση του γίνει μεταξύ των δύο μονάδων ενός διπλού θερμοκηπίου (σχ.2).

Το φίλτρο του πετάσματος έχει πάχος 5 –15 cm και αποτελείται από ένα στρώμα υλικού με μεγάλη επιφάνεια εξάτμισης ($40 -60 \text{ m}^2/\text{m}^2$ στρώματος). Τέτοιο υλικό είναι οι κυψέλες από πεπιεσμένο χαρτί ή πλαστικό, η διογκούμενη άργιλος, συνθετικά νήματα, ρινίσματα ξύλου κ.α.. Συνήθως το πέτασμα αποτελείται από πεπιεσμένο χαρτί με κυψελοειδή μορφή, που δεν καταστρέφεται εύκολα (διάρκεια ζωής μεγαλύτερη από 10 χρόνια).

Τα πετάσματα τοποθετούνται 60 cm πάνω από το έδαφος και η απόσταση τους από τους εξαεριστήρες θα πρέπει να είναι 30 –50 μέτρα. Η δε τοποθέτηση τους γίνεται κατά κανόνα κάθετα. Σε πειραματικό επίπεδο έχει δοκιμαστεί και η οριζόντια τοποθέτηση, που φαίνεται ότι παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα παρά το μεγαλύτερο κόστος της. Το σημαντικότερο είναι ότι το υλικό δεν λερώνεται πολύ εύκολα σε περίπτωση αυτή χρησιμοποίησης υφάλμυρου νερού. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε περισσότερο νερό απ' όσο απαιτείται για την λειτουργία του συστήματος.

Η λειτουργία των εξαεριστήρων ρυθμίζεται από τους θερμοστάτες, ενώ υγραστάτες ελέγχουν την υγρασία των πετασμάτων και ρυθμίζουν τη λειτουργία υδραντλιών ώστε η διαβροχή να είναι ομοιόμορφη. Οι ποσότητες νερού που απαιτούνται είναι αρκετά σημαντικές και εξαρτώνται από τις εξωτερικές συνθήκες αλλά και από τις ανάγκες της καλλιέργειας.

Για να λειτουργήσει το σύστημα των υγρών πετασμάτων εξαερισμού ικανοποιητικά θα πρέπει να προσέξουμε:

- * Το θερμοκήπιο να προσανατολίζεται, κατά το δυνατό με τέτοιο τρόπο, ώστε να «αξιοποιούνται» οι επικρατούμενοι άνεμοι. Έτσι είναι προτιμότερο τα υγρά πετάσματα να τοποθετούνται από την πλευρά του κυρίαρχου ανέμου και οι εξαεριστήρες από την αντίθετη (σε σύστημα υποπίεσης).
- * Οι ανεμιστήρες θα πρέπει να αποδίδουν τον αέρα με στατική πίεση $24,5 \text{ Nt/m}^2$ ταχύτης αέρα 24 Km/h .
- * Απόσταση μεταξύ των εξαεριστήρων να είναι 7 μέτρα.
- * Τυχόν εμπόδια στην πλευρά των εξαεριστήρων θα πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον 1,5 φορές της διαμέτρου του εξαεριστήρα.
- * Στα φυτά που βρίσκονται κοντά στα υγρά πετάσματα μπορεί να προκληθούν ζημιές από τον ψυχρό αέρα. Γι' αυτό είναι χρήσιμο το ρεύμα αέρα να οδηγείτο με μια μικρή παρέκκλιση πάνω από τα φυτά.
- * Όταν έχουμε παράλληλα θερμοκήπια δεν πρέπει οι ανεμιστήρες του ενός να κατευθύνουν τον αέρα στους ανεμιστήρες του άλλου. Αν αυτό δεν μπορεί να αποφευχθεί θα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 10 μέτρα μεταξύ τους.
- * Η απόσταση της βρεγμένης πλευράς από τους εξαερισμούς άλλου θερμοκηπίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 μέτρα.
- * Εάν χρησιμοποιούνται 2-3 εξαεριστήρες θα πρέπει ο ένας να έχει δύο ταχύτητες για την ρύθμιση της παροχής αέρα.
- * Η παροχή αέρα θα πρέπει να είναι με ταχύτητα $46/\text{min}$ και παροχή από κάθε 1m^2 βρεγμένης επιφάνειας $46\text{m}^3/\text{min}$.

Η βρεγμένη πλευρά θα πρέπει να καταλαμβάνει όλο το μήκος της πλευράς καθορίζεται από τις ανάγκες παροχής υγρού αέρα π.χ. εάν τοποθετήσουμε βρεγμένη επιφάνεια στην μεγάλη πλευρά πλάτους 30 m και με ύψος 1,5m κ,α η παροχή του αέρα πρέπει να είναι $46\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{m}^2$.

Τότε η παροχή των εξαεριστήρων =

$$= 30\text{m} * 1,5\text{m} * 46\text{m}^2 / \text{min} / \text{m}^2 = 2070 \text{m}^3 / \text{min}$$

Ξεκινώντας τώρα αντίστροφα από την παροχή των εξαεριστήρων υπολογίζουμε το ύψος της βρεγμένης πλευράς.

* Η παροχή νερού για την σωστή λειτουργία του συστήματος είναι τουλάχιστο $4\text{lt} / \text{min}$ για 1m πλάτους του υγρού τοιχώματος.

Η μέγιστη μείωση της θερμοκρασίας που μπορεί να εξασφαλίσει ένα σύστημα δροσισμού εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται το θερμοκήπιο και τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας. Η μέγιστη δυνατή μείωση δίνεται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ξηρού και υγρού θερμομέτρου, στον ατμοσφαιρικό αέρα. Προς το παρόν δεν έχει βρεθεί οικονομικά αποδεκτό σύστημα δροσισμού θερμοκηπίου που να πετυχαίνει θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου σημαντικά χαμηλότερη από εκείνη της ατμόσφαιρας.

ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Στη χώρα μας, οι παραγωγοί αντί των παραπάνω ακριβών συστημάτων χρησιμοποιούν τον αερισμό. Με τον όρο αερισμό θερμοκηπίου εννοούμε δύο διαφορετικές τεχνικές τις οποίες εφαρμόζουμε.

- α) Την ανάδευση του εσωτερικού αέρα του θερμοκηπίου
- β) Την ανταλλαγή αέρα του θερμοκηπίου με εξωτερικό αέρα. Την ενέργεια αυτή ονομάζουμε εξαερισμό του θερμοκηπίου.

Ανάδευση αέρος

Με την ανάδευση του αέρα του θερμοκηπίου επιτυγχάνουμε ομοιομορφία συνθηκών μέσα στο θερμοκήπιο. Η ταχύτητα ανάδευσης του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,2m/sec ταχύτητα που προκαλεί ελαφρά κίνηση των φύλλων φυτών τομάτας.

Η μετακίνηση και η ανάδευση του αέρα μπορεί να γίνει με ανεμιστήρες τοποθετημένους σε διάφορες θέσεις του θερμοκηπίου, ούτως ώστε, να προκαλείται οριζόντια μετακίνηση του αέρα. Η ανάδευση του αέρα του θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με διάτρητο πλαστικό αγωγό, ο οποίος μπορεί να υπάρχει από το αερόθερμο.

Εξαερισμός θερμοκηπίου

Ο εξαερισμός του θερμοκηπίου γίνεται για μείωση όχι μόνο της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του αλλά και της σχετικής υγρασίας.

- α) Εξωτερικές θερμοκρασίες θερμοκηπίου
- β) Maximum θερμοκρασίας που είναι ανεκτή από την καλλιέργεια.
- γ) Μέγεθος θερμοκηπίου

Ο εξαερισμός σ' ένα θερμοκήπιο εκφράζεται σε ρυθμό αλλαγών του όγκου του αέρα του θερμοκηπίου ανά min ή ώρα. Ανάλογα με ρυθμό αλλαγών είναι η πτώση θερμοκρασίας σ' ένα θερμοκήπιο. Είναι φανερό ότι όσο έντονος και εάν είναι ο εξαερισμός δεν μπορούμε να επιτύχουμε τιμές θερμοκρασίας μικρότερες από τις εξωτερικές θερμοκρασίες. Ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται ο εξαερισμός διακρίνεται:

- α) Φυσικό ή στατικό ή παθητικό εξαερισμό
- β) Δυναμικό εξαερισμό

Φυσικός εξαερισμός

Είναι ο πλέον χρησιμοποιούμενος τρόπος εξαερισμού στην Ελλάδα., ο οποίος γίνεται με ανοίγματα στα πλάγια και στην οροφή των θερμοκηπίων. Οι ανταλλαγές του αέρα μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου επιτυγχάνονται με τους ακόλουθους τρόπους.

* Με τη διαφορά πίεσης που δημιουργείται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικού περιβάλλοντος και εσωτερικού χώρου. Ο θερμός αέρας μέσα στο θερμοκήπιο, επειδή είναι ελαφρύς ανεβαίνει προς τα πάνω και βγαίνει από τα ανοίγματα της οροφής.

* Με τη διαφορά πίεσης που δημιουργείται από τους ανέμους. Ο αέρας μπαίνει από τα παράθυρα της πλευράς με τη μεγαλύτερη πίεση και βγαίνει από εκείνα της απέναντι πλευράς που έχει τη μικρότερη πίεση.

Για να είναι αποτελεσματικός ο φυσικός εξαερισμός πρέπει τα ανοίγματα να καλύπτουν επιφάνεια ίση με 25-30% της επιφάνειας του καλυμμένου εδάφους. Εάν το θερμοκήπιο έχει πλάτος έως 10m είναι δυνατόν να καλύπτεται ως προς τον εξαερισμό μόνο από τα πλαϊνά παράθυρα.

Δυναμικός εξαερισμός

Όταν ο φυσικός εξαερισμός δεν επαρκεί επιβάλλεται η συνδυασμένη εφαρμογή και δυναμικού εξαερισμού διότι με τον φυσικό εξαερισμό η ανανέωση του αέρα του θερμοκηπίου δεν είναι πάρα πολύ έντονη. Έτσι στον δυναμικό εξαερισμό οι εξαεριστήρες δημιουργούν τεχνητή διαφορά πίεσης. Με αποτέλεσμα να έχουμε 60 αλλαγές του όγκου του θερμοκηπίου ανά ώρα και επιτυγχάνουμε διαφορές μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος 3-6° C. Η μετακίνηση του αέρα γίνεται με ανεμιστήρες που είναι στην μικρή ή μεγάλη πλευρά του θερμοκηπίου με δύο τρόπους: Δημιουργώντας υπερπίεση ή υποπίεση.

Εξαερισμός με υποπίεση

Για την δημιουργία υποπίεσης οι εξαεριστήρες βγάζουν αέρα από το εσωτερικό του θερμοκηπίου και από τα υπάρχοντα ανοίγματα μπαίνει νέος αέρας από το άνοιγμα, της αντίθετης πλευράς του θερμοκηπίου για να καταλάβει το δημιουργούμενο κενό (σχ.3). Αν το μήκος του θερμοκηπίου είναι 30-40 m τους εξαεριστήρες τους βάζουμε στην μικρή πλευρά του θερμοκηπίου.

Αλλά αν το μήκος είναι μεγαλύτερο τοποθετούνται εξαεριστήρες στην μεγάλη πλευρά του θερμοκηπίου και απέχουν μεταξύ τους 7 μέτρα.

Εξαερισμός με υπερπίεση

Κατά τον εξαερισμό με υπερπίεση εξαεριστήρες εισάγονται βιαίως αέρα μέσα στο θερμοκήπιο αυξάνοντας την πίεση εντός του θερμοκηπίου οπότε ο αέρας εξέρχεται από ειδικά ανοίγματα. Αν το μήκος του θερμοκηπίου είναι ως 30 μέτρα οι εξαεριστήρες μπαίνουν στις μικρές πλευρές του θερμοκηπίου (σχ.4). Αλλά αν το μήκος είναι μεγαλύτερο τότε βάζουμε τους εξαεριστήρες στην μεγάλη πλευρά και τα ανοίγματα εξόδου στην απέναντι πλευρά ή και στην πλευρά που βρίσκονται οι ανεμιστήρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Η κύρια πηγή ενέργειας για την θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου κατά την διάρκεια της ημέρας είναι η ηλιακή ακτινοβολία, όταν όμως είναι περιορισμένη και η θερμοκρασία του χώρου έχουν πέσει κάτω από τα επιθυμητά επίπεδα, χρησιμοποιείται το σύστημα θέρμανσης. Κατά τη διάρκεια της νύχτας όλη η απαιτούμενη ενέργεια για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου στα επιθυμητά επίπεδα προέρχεται από το σύστημα θέρμανσης.

Συνήθως χρησιμοποιείται κεντρική θέρμανση με ζεστό νερό ή ατμό ή και αερόθερμα που συμπληρώνονται με αεραγωγό για ομοιόμορφη κατανομή του ζεστού αέρα στο χώρο. Τα πλεονεκτήματα των πλήρως θερμαινόμενων θερμοκηπίων είναι:

- Παρέχουν τη δυνατότητα καλλιέργειας περισσότερων ειδών φυτών.
- Παρέχουν τη δυνατότητα προγραμματισμού της παραγωγής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Μειώνεται σημαντικά ο κίνδυνος απωλειών που οφείλονται σε μυκητολογικές ή βακτηριολογικές ασθένειες, οι οποίες αναπτύσσονται υπό συνθήκες υπερβολικής υγρασίας και χαμηλών θερμοκρασιών.
- Αυξάνεται η ποσότητα και βελτιώνεται η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Η χρησιμοποίηση θέρμανσης σε ένα θερμοκήπιο, επειδή είναι ακριβή διαδικασία, κρίνεται οικονομικά ωφέλιμη αν υπάρχει η δυνατότητα βελτιστοποίησης και των άλλων παραγόντων που συμμετέχουν στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

Χρησιμοποιείται όταν η χαμηλή θερμοκρασία στο χώρο του θερμοκηπίου είναι περιοριστικός παράγοντας για την αύξηση της παραγωγής, αν κάποιος άλλος παράγοντας είναι περιοριστικός όπως π.χ. η αλατότητα του εδάφους σωστό είναι πρώτα να διορθωθεί ο παράγοντας που έχει μικρότερο κόστος η διόρθωση του, αλλιώς η παραγωγικότητα ανά καταναλισκόμενη θερμική μονάδα θα είναι πολύ μικρή και το οικονομικό αποτέλεσμα μάλλον αρνητικό.

Γενικά θα πρέπει το οικονομικό όφελος από της αύξησης της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας να είναι μεγαλύτερο από την οικονομική επιβάρυνση που προκύπτει από το επιπλέον απασχολούμενο κεφάλαιο, την κατανάλωση των καυσίμων, τη συντήρηση και τις επιδιορθώσεις του συστήματος θέρμανσης.

Συστήματα θέρμανσης

Με γνώμονα τον τρόπο μεταφοράς θερμότητας, τα διάφορα συστήματα θέρμανσης του θερμοκηπίου μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω ομάδες:

1. Συστήματα που αποδίδουν στο χώρο του θερμοκηπίου το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας με συναγωγή (επαγωγή). Περιλαμβάνονται όλα τα συστήματα στα οποία ο αέρας του θερμοκηπίου οδηγείται στο θερμαντικό σώμα, θερμαίνεται και μετά κατανέμεται στο χώρο του θερμοκηπίου, π.χ αερόθερμα. Η μεταφορά θερμότητας στον αέρα και από τον αέρα του θερμοκηπίου, γίνεται με βεβιασμένη συναγωγή. Όταν για κατανομή του αέρα χρησιμοποιούνται και αεραγωγοί, τότε ένα μικρό μέρος της ενέργειας αποδίδεται με ακτινοβολία από την επιφάνεια των αεραγωγών.

2. Συστήματα τα οποία αποδίδουν το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας με συνδυασμό ακτινοβολίας και φυσικής συναγωγής. Περιλαμβάνονται όλα τα συστήματα στα οποία η κατανομή θερμότητας στο χώρο γίνεται με εναέριους σωλήνες ζεστού νερού ή ατμού. Η σχέση μεταξύ της ποσότητας της θερμότητας που αποδίδεται με ακτινοβολία και συναγωγής εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ρευστού και τη διάμετρο του σωλήνα. Στις συνήθεις περιπτώσεις ζεστού νερού 85° C ο λόγος τους είναι περίπου ίσος με 1.
3. Συστήματα όπου το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αποδίδεται με αγωγιμότητα. Περιλαμβάνονται τα συστήματα θέρμανσης δαπέδου ή τραπεζιών καλλιέργειας, όπου η θερμότητα με αγωγή θερμαίνει το δάπεδο και με αγωγή από το δάπεδο θερμαίνονται οι γλάστρες και η ρίζα των φυτών. Οποσδήποτε όμως τα φυτά δέχονται και αρκετή ενέργεια από ακτινοβολία και συναγωγή από τις ακάλυπτες περιοχές.
4. Συστήματα τα οποία αποδίδουν θερμότητα με συνδυασμό αγωγιμότητας, συναγωγής και ακτινοβολίας. Περιλαμβάνονται συστήματα θέρμανσης, με χαμηλή θερμοκρασία νερού, που κυκλοφορεί σε μεγάλης επιφάνειας σωλήνες, συνήθως πλαστικούς, οι οποίοι τοποθετούνται στο δάπεδο του θερμοκηπίου. Η θερμότητα μεταφέρεται με φυσική συναγωγή στον αέρα, με θερμική ακτινοβολία στα φύλλα των φυτών και με αγωγιμότητα στο έδαφος.

Συμβατικά συστήματα θέρμανσης

Η θερμότητα στο χώρο του θερμοκηπίου μπορεί να δοθεί με τους παρακάτω τρόπους:

1. Τοπικά συστήματα θέρμανσης

A) Θερμάστρες παραφίνης

B) Θερμάστρες συναγωγής

Γ) Συσκευές υπέρυθρης ακτινοβολίας

Δ) Αερόθερμα (ηλεκτρικά, υγραερίου, πετρελαίου, στερεών καυσίμων)

2. Κεντρικά συστήματα θέρμανσης

α) Λέβητες παραγωγής θερμού αέρα

β) Λέβητες παραγωγής ατμού.

Θερμάστρες παραφίνης

Οι θερμάστρες αυτές χρησιμοποιούνται μόνο για να κρατήσουν τη θερμοκρασία του χώρου λίγο πάνω από 0°C (αντιπαγετική προστασία). Όταν υπάρχει κίνδυνος παγετού, ανάβονται από τον καλλιεργητή πολλές τέτοιες θερμάστρες στο χώρο του θερμοκηπίου. Η ακριβής ρύθμιση της θερμοκρασίας του χώρου δεν είναι δυνατή.

Επίσης, εάν η παραφίνη είναι καθαρή, επειδή τα αέρια της καύσης παραμένουν μέσα στο θερμοκήπιο, υπάρχει ο κίνδυνος δημιουργίας τοξικών αερίων που βλάπτουν τα φυτά.

Θερμάστρες συναγωγής

Χρησιμοποιούνται σε πολύ μικρά ή ερασιτεχνικά θερμοκήπια επειδή έχουν μικρό κόστος. Δεν αυτοματοποιούνται ικανοποιητικά.

Τα αέρια της καύσης περνούν από έναν μεταλλικό σωλήνα με λεπτά τοιχώματα και διατρέχουν μια αρκετά μεγάλη διαδρομή μέσα στο θερμοκήπιο, ώσπου να καταλήξουν έξω, αφού έχουν πια χάσει την περισσότερη θερμότητα τους στο χώρο του θερμοκηπίου. Συνήθως η θερμάστρα τοποθετείται σε μια άκρη του θερμοκηπίου και ο σωλήνας βγαίνει από την απέναντι. Αυτός ο σωλήνας σπανιότερα διακλαδίζεται σε μικρότερους. Μερικές φορές επίσης, προκειμένου να διευκολυνθεί η κυκλοφορία των αερίων της καύσης, τοποθετείται στην έξοδο απορροφητήρας. Έτσι αποφεύγονται και διαφυγές των αερίων καύσης στο χώρο του θερμοκηπίου.

Σ' όλα τα συστήματα θέρμανσης, τα αέρια της καύσης που προέρχονται από το καύσιμο και τις διάφορες προσμίξεις που έχει το καύσιμο δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή με τα φυτά, διότι είναι τοξικά.

Ένα τέτοιο αέριο είναι το διοξείδιο του θείου, που προέρχεται από την καύση των θειούχων προσμίξεων του καυσίμου. Το SO₂ όταν διαλύεται στην υγρασία των φυτών, μετατρέπεται σε θειώδες οξύ. Το οξύ καταστρέφει τα κύτταρα με τα οποία έρχεται σε επαφή.

Από την ατελή καύση του καυσίμου επίσης μπορεί να παραχθεί μονοξείδιο του άνθρακος και αιθυλένιο, που συχνά είναι επιζήμιο στα φυτά.

Θέρμανση με υπέρυθρη ακτινοβολία

Σ' αυτά τα συστήματα η θερμότητα στέλνεται απ' ευθείας από την πηγή με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών (υπέρυθρη ακτινοβολία) κυμάτων που μεταδίδονται σε ευθεία γραμμή στο δέκτη, που στην περίπτωση μας είναι τα φυτά και το έδαφος. Ο αέρας δεν θερμαίνεται απ' ευθείας από την ακτινοβολία, αλλά με συναγωγή λόγω της επαφής του με τα φυτά, το έδαφος και τα υπόλοιπα αντικείμενα που θερμαίνονται άμεσα. Η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται όπως είναι γνωστό, είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας (σε βαθμούς Kelvin) της επιφάνειας του ακτινοβολούντος σώματος την τετάρτη δύναμη.

Η ποσότητα ακτινοβολίας που δέχεται μια επιφάνεια δέκτης μειώνεται με το τετράγωνο της απόστασης της επιφάνειας από το ακτινοβολούν σώμα ($1/d^2$).

Η πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας που συμφέρει να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση των θερμοκηπίων, είναι σωλήνες που τοποθετούνται ψηλά κατά μήκος του θερμοκηπίου, μέσα στους οποίους κυκλοφορεί κάποιο ρευστό υψηλής θερμοκρασίας, για να ακτινοβολεί μεγάλο ποσό θερμότητας. Για να μην χάνεται ενέργεια με ακτινοβολία προς την επάνω πλευρά του θερμοκηπίου, χρησιμοποιούνται ανακλαστικές επιφάνειες, οι οποίες όμως δεν θα πρέπει να είναι υπερβολικά μεγάλες για να μην προκαλούν σημαντικά προβλήματα σκίασης.

Κατά κανόνα, με τη λειτουργία αυτών των συστημάτων η θερμοκρασία των φύλλων είναι ψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα. Το έδαφος επίσης έχει συνήθως υψηλότερη θερμοκρασία από τη συνήθη αν δεν σκιάζεται από την κόμη των φυτών, διαφορετικά η θερμοκρασία που μπορεί να είναι σημαντικά κάτω από την επιθυμητή.

Η υπέρυθρη ακτινοβολία χρησιμοποιήθηκε την περίοδο της πετρελαϊκής κρίσης με στόχο κυρίως την εξοικονόμηση ενέργειας και είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Τα αντικείμενα που δέχονται στην επιφάνεια τους αυτή την ακτινοβολία θερμαίνονται. Η θερμοκρασία του αέρα κρατιέται γύρω στους 4° C χαμηλότερα από ότι οι πηγές ακτινοβολίας δεν πρέπει να είναι κοντά στα φυτά, διότι δημιουργούν προβλήματα υπερθέρμανσης τους.

Οι σωλήνες για την υπέρυθρη ακτινοβολία που χρησιμοποιούνται συνήθως στα θερμοκήπια σήμερα είναι των 17.000Wat 11.000 ή Kcal/h. Οι μεγάλης διαμέτρου σωλήνες (4'') τοποθετούνται κατά μήκος του θερμοκηπίου ψηλά, σε μεταξύ τους απόσταση 7-10 m. Στο επάνω μέρος υπάρχει μεταλλικός ανακλαστήρας 16'', ώστε όλη η ακτινοβολία να κατευθύνεται προς τα κάτω.

Κάθε τέτοιος σωλήνας μπορεί να είναι ένας καυστήρας, στον οποίο εισάγεται μίγμα αέρα και καυσίμου, το οποίο με τη βοήθεια τους 480o C, που δεν είναι τόσο υψηλή θερμοκρασία ώστε να αποτρέπει την εκπομπή κοντά στην ορατή ακτινοβολία (που θα άλλαζε τη φωτοπεριοδικότητα μερικών καλλιεργειών). Το μήκος του κάθε σωλήνα φθάνει μέχρι έξω από το θερμοκήπιο, απ' όπου μέσω μιας αναρροφητικής αντλίας βγαίνουν τα αέρια της καύσης. Η εξοικονόμηση ενέργειας σ' αυτό το σύστημα οφείλεται στα εξής:

A) Τα αέρια βγαίνουν από το σωλήνα σε θερμοκρασία κατώτερη από ότι στους συνηθισμένους καυστήρες. Αυτό σημαίνει καλύτερη

εκμετάλλευση των καυσίμων. Η αποδοτικότητα της καύσης υπολογίζεται σε 90%

Β) Η χαμηλότερη θερμοκρασία στον αέρα του θερμοκηπίου εξασφαλίζει χαμηλότερη θερμοκηπιακή διαφορά του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα και επομένως λιγότερες θερμικές απώλειες του θερμοκηπίου.

Γ) Μειώνεται η στρωμάτωση του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο, με αποτέλεσμα πάλι λιγότερες θερμικές απώλειες με επαγωγή στο κάλυμμα και μειωμένες διαφυγές αέρα.

Δ) Παρουσιάζει μείωση κατά 75% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλίσκει σε σχέση με την παραδοσιακή θέρμανση, διότι ο μόνος κινητήρας που απαιτείται είναι αυτός για την έξοδο των αερίων καύσης.

Βέβαια σ' ένα τέτοιο σύστημα θέρμανσης δεν χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες μέσα στο θερμοκήπιο, γιατί η κυκλοφορία του αέρα θα μείωνε τη θερμοκρασία των φυτών. Ας σημειωθεί ότι οι καλλιεργητές που το χρησιμοποιούν στις ΗΠΑ αναφέρουν μείωση στην κατανάλωση καυσίμου κατά 30-50%. Αναφέρονται όμως και σημαντικά προβλήματα ανομοιόμορφης θέρμανσης στα σκιασμένα μέρη, ιδιαίτερα του εδάφους.

Αερόθερμα

Η θέρμανση με αερόθερμα χρησιμοποιείται πολύ στο θερμοκήπιο, διότι η αρχική εγκατάσταση στοιχίζει φθηνότερα απ' ό,τι στη θέρμανση με ζεστό νερό. Έχει υψηλή αποδοτικότητα, αυτοματοποιείται εύκολα και δεν παρουσιάζει αδράνεια στην αύξηση της θερμοκρασίας χώρου. Σε πολύ μικρό χρόνο από τότε που ο θερμοστάτης θα δώσει την εντολή στο αερόθερμο να λειτουργήσει, θερμαίνεται ο αέρας του θερμοκηπίου. Η χρονική αυτή διάρκεια στα κεντρικά συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούν ζεστό νερό για τη μεταφορά θέρμανσης, είναι αρκετά μεγάλη.

Μειονέκτημα των συστημάτων θέρμανσης με αερόθερμα είναι ότι σε ψυχρά κλίματα δεν θερμαίνεται ικανοποιητικά το έδαφος. Με

γνώμονα την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται, τα αερόθερμα μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω ομάδες:

α) Ηλεκτρικά αερόθερμα:

Αποτελούνται από ένα ηλεκτρικό ανεμιστήρα και ηλεκτρικές αντιστάσεις. Ο ανεμιστήρας ωθεί τον αέρα του θερμοκηπίου να περάσει από τις ηλεκτρικές αντιστάσεις, θερμαίνεται και επανέρχεται στο θερμοκήπιο. Επειδή η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι αρκετά υψηλή, ο τρόπος αυτός θέρμανσης θερμοκηπίων είναι ακριβός. Χρησιμοποιείται όμως στα πειραματικά και ερασιτεχνικά θερμοκήπια, διότι αυτοματοποιείται πιο εύκολα και ρυθμίζει με ακρίβεια τη θερμοκρασία του χώρου. Ο ανεμιστήρας μπορεί να εργάζεται συνεχώς για να κυκλοφορεί τον αέρα του θερμοκηπίου, ανεξάρτητα αν λειτουργούν οι αντιστάσεις ή όχι. Δια τηρεί έτσι ομοιόμορφες συνθήκες σ' όλο το χώρο του θερμοκηπίου. Η λειτουργία των αερόθερμων ρυθμίζεται από θερμοστάτη χώρου.

β) Αερόθερμα ατμού ή ζεστού νερού:

Ο ατμός ή το ζεστό νερό προέρχονται από ένα λέβητα παραγωγής ατμού ή ζεστού νερού. Ο ατμός ή το ζεστό νερό κυκλοφορεί σ' ένα σύστημα σωλήνων μεγάλης επιφάνειας, στους οποίους ένας ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας ωθεί τον αέρα του θερμοκηπίου να περάσει μεταξύ τους και να θερμανθεί.

γ) Αερόθερμα πετρελαίου, αερίου ή στερεών καυσίμων:

Αποτελούνται από τρία λειτουργικά μέρη: το δοχείο καύσης, το μεταλλάκτη θερμότητας και τον ανεμιστήρα.

Το καύσιμο καίγεται στο δοχείο καύσης για να παραχθεί η θερμότητα, η οποία περιέχεται αρχικά στα αέρια της καύσης που

ανεβαίνουν από ένα σύστημα πολλών σωλήνων με λεπτά τοιχώματα (που αποτελεί το μεταλλάκτη του αερόθερμου), οι οποίοι καταλήγουν στην καπνοδόχο. Ένας ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας στο πίσω μέρος του αερόθερμου σπρώχνει τον αέρα του θερμοκηπίου στο μεταλλάκτη, ώστε να πάρει τη θερμότητα και να επιστρέψει στο χώρο του θερμοκηπίου.

Η λειτουργία του αερόθερμου ρυθμίζεται από θερμοστάτη τοποθετημένο στην κατάλληλη θέση μέσα στο θερμοκήπιο. Στην αγορά κυκλοφορούν αερόθερμα για κατακόρυφη ή οριζόντια μετακίνηση του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο.

Τα κατακόρυφης μετακίνησης, που κυρίως είναι αερόθερμα ατμού ή ζεστού νερού, προωθούν τον αέρα του θερμοκηπίου από επάνω προς τα κάτω. Συνήθως κατασκευάζονται σε τέτοιο μέγεθος που να καλύπτουν απόσταση ίση με το πλάτος της κατασκευαστικής μονάδας του θερμοκηπίου. Κρέμονται από την οροφή του και τοποθετούνται κατά μήκος του, σε διαστήματα μήκους όσο το πλάτος της κατασκευαστικής μονάδας του θερμοκηπίου. Παρουσιάζουν σχετική ανομοιομορφία θέρμανσης του χώρου και καμιά φορά συμβαίνει να στεγνώνει περισσότερο το έδαφος ακριβώς κάτω από τα αερόθερμα, με αποτέλεσμα ανομοιομορφία στην ανάπτυξη των φυτών.

Αυτό το πρόβλημα περιορίζεται με τα οριζόντια μεταφοράς αερόθερμα που χρησιμοποιούνται σήμερα στις περισσότερες περιπτώσεις. Με την οριζόντια κατανομή του αέρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μεγαλύτερα αερόθερμα, με αποτέλεσμα μειωμένο αρχικό χρόνο κτήσης και εγκατάστασης. Αυτό το σύστημα θέρμανσης προσαρμόζεται επίσης εύκολα σε ολοκληρωμένο σύστημα θέρμανσης και ψύξης.

Σε όλα τα αερόθερμα που έχουν θάλαμο καύσης, το καύσιμο καίγεται με ταυτόχρονη κατανάλωση οξυγόνου. Σε ένα κλεισμένο θερμοκήπιο, δεν είναι σπάνιο να καταναλωθεί όλο το O_2 του χώρου, με

αποτέλεσμα σβήσιμο του καυστήρα και πάγωμα του θερμοκηπίου. Είναι επίσης σύνηθες σε κλειστό θερμοκήπιο η συγκέντρωση του οξυγόνου να μειωθεί σημαντικά και να γίνεται ατελής καύση, με αποτέλεσμα σπατάλη καυσίμου και επί πλέον κίνδυνο να διαρρεύσει άοσμο μονοξείδιο του άνθρακος μέσα στο θερμοκήπιο, επικίνδυνο για τη ζωή αυτών που εργάζονται μέσα.

Σε μια σωστή εγκατάσταση αερόθερμου ο αέρας της καύσης προέρχεται από τον εξωτερικό χώρο. Ο καυστήρας συνδέεται με τον εξωτερικό αέρα με άκαυστο εύκαμπτο σωλήνα (διατομή ενός τετραγωνικού εκατοστού του μέτρου για κάθε 134W ισχύος καυστήρα), που στις περισσότερες περιπτώσεις χώνεται κάτω από το έδαφος. Συνήθως χρησιμοποιείται σωλήνας διαμέτρου 20 cm, με διατομή 314cm^2 , για κάθε 42000KW. Το εξωτερικό του άκρο θα πρέπει να καλύπτεται με συρμάτινο πλέγμα, έτσι ώστε να εμποδίζεται να μπαίνουν μέσα μικρά ζώα. Η καπνοδόχος των αερόθερμων βγαίνει ακριβώς πάνω από το θερμοκήπιο και το ύψος της θα πρέπει να είναι αρκετό ώστε να μην επιστρέφει ο καπνός στο θερμοκήπιο. Το μήκος της καπνοδόχου από το δοχείο της καύσης πρέπει να είναι από 2,7+4m, για να εξασφαλίζεται κατάλληλο ρεύμα.

EIKONA

ΒΙΟΜΑΖΑ

Η ενέργεια που χάνεται με τα φυτικά και ζωικά υπολείμματα ή απόβλητα μπορεί να αξιοποιηθεί, με την εφαρμογή της κατάλληλης τεχνολογίας. Η βιομάζα, όπως λέγεται το σύνολο αυτών των οργανικών υλικών (άχυρα, στελέχη, κελύφη καρπών, κουκούτσια, κλαδιά, υποπροϊόντα γεωργικών βιομηχανικών και μονάδων, επεξεργασία ξύλου κ.α), αποδίδει ενέργεια με διάφορους μεθόδους, οι κυριότεροι από τις οποίες είναι:

- Η άμεση καύση, που είναι η πιο απλή και παλιά μέθοδος. Μια τέλεια καύση, 1 κιλό ξερής βιομάζας, (10% υγρασία) δίνει περίπου 3.900 Kcal.

Γενικά χρησιμοποιούνται λέβητες που αποτελούνται από το χώρο καύσης με επένδυση από πυρίμαχα υλικά, το σύστημα μεταφοράς της θερμότητας με αγωγή και ακτινοβολία, το σύστημα τροφοδοσίας του

καυσίμου και το σύστημα εξόδου των καυσαερίων. Υπάρχουν επίσης συσκευές ασφάλειας, ελέγχου και ρυθμίσεων, καθώς και τα συστήματα κίνηση ή και αποθήκευσης του ρευστού που θερμαίνεται.

Καλή απόδοση κατά την καύση έχουν υλικά περιεκτικότητας σε νερό έως 350 gr/κίλο και πλούσια κυτταρίνη και λιγνίνη, όπως είναι τα ξύλα, υπολείμματα συγκομιδής σιτηρών, ξερών οσπρίων, ελαιολάδων και ινωδών φυτών (βαμβάκι κ.α), υπολείμματα κλαδέματος οπωροφόρων και δασικών δέντρων και θάμνων ή αμπελιού, καλάμια υποπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών κτλ. Το είδος του καυσίμου επηρεάζει τη λειτουργία, την τροφοδοσία και την απόδοση του λέβητα.

Η δυνατότητα χρησιμοποίησης των υλικών αυτών στη θέρμανση των θερμοκηπίων εξαρτάται από το κόστος συλλογής τους, το κόστος μεταφοράς, αποθήκευσης ή επεξεργασίας τους, το κόστος απομάκρυνσης της στάχτης και συντήρησης του καυστήρα, καθώς και από το πόσο εύκολη είναι η τροφοδοσία του καυστήρα με το καύσιμο.

Περισσότερο διαδεδομένη είναι η χρήση του πυρηνόξυλου, υποπροϊόντος της πυρηνελαιουργίας, το οποίο βρίσκεται σε αφθονία στην Ελλάδα και σε προσιτή τιμή, ιδίως στις ελαιοκομικές περιοχές (Κρήτη, Λακωνία κ.α). Οι πυρηνολέβητες διαθέτουν συνήθως ένα μεγάλο χώρο καύσης, ώστε να γίνεται καλή καύση του πυρηνόξυλου.

Τα καυσαέρια ακολουθούν μια διαδρομή που εγκλωβίζει τη φωτιά στο λέβητα και επιτρέπει μεγαλύτερη αξιοποίηση της θερμότητας. Επίσης, με ανάλογη διαμόρφωση και κάθετη τοποθέτηση των φλογαυλών, ελαχιστοποιείται η επικάθηση στάχτης, μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά με την κατάλληλη κατασκευή του συγκροτήματος και το καθάρισμα να μη γίνεται καθημερινά, αλλά ανά δεκαπενθήμερο. Τέλος, είναι δυνατό να υπάρχει θέση για προσαρμογή καυστήρα μαζούτ ή ελαφρύ πετρελαίου ή αερίου καυσίμου, για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών.

Ιδιαίτερη σημασία έχει επίσης η κατασκευή του σιλό αποθήκευσης του καυσίμου, της καπνοδόχου και του λεβητοστασίου, ώστε το όλο συγκρότημα να λειτουργεί αποδοτικά και χωρίς προβλήματα.

Σημειώνεται ότι 1 κιλό πυρηνόξυλο έχει θερμογόνο δύναμη 3.800 Kcal, έναντι 10.200 Kcal/κιλό του πετρελαίου (δηλαδή 1 κιλό πετρέλαιο ισοδυναμεί με 2,7 κιλά πυρηνόξυλο). Επίσης, το κόστος κατασκευής ενός λεβητοστασίου με πυρηνόξυλο είναι αυξημένο, αλλά αν υπολογίσει κανείς τη σημαντική οικονομία από τη διαφορά τιμής του καυσίμου και την έλλειψη αδράνειας στη θέρμανση, η οποία παρατηρείται στα κλασσικά συστήματα (επειδή δε συμφέρει οικονομικά η συνεχής λειτουργία τους) το όφελος που προκύπτει ετησίως είναι μεγαλύτερο.

EIKONA

Λέβητας Βιομάζας

ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΘΕΡΜΟ ΝΕΡΟ

Ή ΑΤΜΟ

Η θερμότητα παράγεται στον καυστήρα, που τοποθετείται σε μόνιμη θέση μέσα ή έξω από το θερμοκήπιο και μεταφέρεται με νερό που θερμαίνεται ή με ατμό που παράγεται στο λέβητα. Το θερμό νερό ή ο ατμός οδηγείται στο θερμοκήπιο με σωληνώσεις.

Το σύστημα αυτό έχει το πλεονέκτημα, όταν σχεδιαστεί σωστά, να θερμάνει ικανοποιητικά και τον αέρα και το έδαφος του θερμοκηπίου, μειονεκτεί όμως στο ότι έχει μεγάλη αδράνεια, δηλαδή από τη στιγμή που θα δεχθεί την εντολή να θερμάνει το χώρο ή να σταματήσει τη θέρμανση μέχρι να πραγματοποιηθεί μεσολαβεί μεγάλο χρονικό διάστημα.

Στις κεντρικές θερμάνσεις είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν διαφόρων ειδών καύσιμες ύλες υγραέριο, πετρέλαιο, μαζούτ, κάρβουνο, βιομάζα. Η κεντρική θέρμανση χρησιμοποιείται κυρίως στα υαλόφρακτα θερμοκήπια μεγάλης έκτασης, διότι η λειτουργία και συντήρηση της σ'

αυτά τα θερμοκήπια, συγκριτικά με τη χρησιμοποίηση πολλών αερόθερμων, υπολογίζεται ότι στοιχίζει φθηνότερα.

Στα θερμοκήπια που είναι καλυμμένα με φύλλο πολυαιθυλενίου συνήθως αποφεύγεται η χρησιμοποίηση του, γιατί το πολυαιθυλένιο είναι περατό στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία και γι' αυτό παρουσιάζονται μεγαλύτερες απώλειες ενέργειας από τους σωλήνες θερμού νερού του τοποθετούνται στην περιφέρεια.

Παλαιότερα, η τοποθέτηση του λέβητα γινόταν σε ξεχωριστό δωμάτιο. Σήμερα τοποθετείται συνήθως στους χώρους εργασίας ή μέσα στο θερμοκήπιο, για να αποφεύγονται οι απώλειες ενέργειας από τα τοιχώματα του λέβητα και τους σωλήνες μεταφοράς.

Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που ο λέβητας τοποθετηθεί μέσα στο θερμοκήπιο παρουσιάζεται συνήθως με την υγρασία και την σκόνη πρόωρη φθορά από διάβρωση.

ΛΕΒΗΤΑΣ

Ένας λέβητας αποτελείται από τον καυστήρα που τροφοδοτεί και αναφλέγει το καύσιμο, τον θάλαμο καύσης μέσα στον οποίο καίγεται, και τα μεταλλικά τοιχώματα που περιβάλλουν τον θάλαμο καύσης, στα οποία υπάρχουν χώροι κυκλοφορίας του νερού. Η θερμότητα από την καύση περνά μέσω των τοιχωμάτων του θαλάμου καύσης στο νερό και το θερμαίνει.

Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια των τοιχωμάτων του θαλάμου καύσης, τόσο μεγαλύτερη είναι και η μεταφορά θερμότητας στο νερό. Στους καινούργιους λέβητες προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση τους, αυξάνεται η επιφάνεια με τη δημιουργία ελικοειδών χωρών, απ' όπου περνούν τα θερμά καυσαέρια πριν φθάσουν στην καμινάδα. Οι χώροι αυτοί θα πρέπει να καθαρίζονται τακτικά, ώστε να αποτρέπεται η δημιουργία στρωμάτων αιθάλης που μειώνει τη μεταφορά θερμότητας.

Στο νερό που χρησιμοποιείται στους λέβητες πρέπει να γίνεται επεξεργασία, ώστε να μην αφήνονται άλατα στα τοιχώματα του λέβητα, διότι δημιουργείται πέτρα που μειώνει τη θερμική αγωγιμότητα.

Στην αγορά υπάρχουν πολλά είδη λεβήτων ζεστού νερού ή ατμού. Στα περισσότερα όχι μεγάλης έκτασης θερμοκήπια, η θέρμανση γίνεται με θερμό νερό που παράγεται από λέβητα νερού. Στα μεγάλης έκτασης θερμοκήπια (π.χ. άνω των 30 στρεμμάτων) συχνά προτιμάται η θέρμανση με ατμό. Οι λέβητες ατμού είναι περίπου ίδιοι με τους λέβητες ζεστού νερού, έχουν όμως μεγαλύτερη αντοχή τοιχωμάτων και πλεονεκτούν στα παρακάτω σημεία:

- α) Είναι πιο αποδοτικοί, διότι έχουν μικρότερες απώλειες.
- β) Ο ατμός, εκτός από τη θέρμανση του θερμοκηπίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην απολύμανση του εδάφους και των εδαφικών μιγμάτων.
- γ) έχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής, διότι γίνεται μικρότερη διάβρωση του μετάλλου.

Για τα πλεονεκτήματα τους αυτά οι λέβητες ατμού συχνά χρησιμοποιούνται και στα συστήματα θέρμανσης με ζεστό νερό, θερμαίνοντας το νερό μέσω μεταλλάκτη.

Γενικά όταν χρησιμοποιείται λέβητας ατμού, η διανομή της θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου μπορεί να γίνει με :

- α) Σωληνώσει ατμού
- β) Σωληνώσει ζεστού νερού μέσω μεταλλάκτη
- γ) Θερμό αέρα μέσω μεταλλάκτη

Οι λέβητες παραγωγής ατμού είναι οπωσδήποτε πιο ακριβοί από τους λέβητες θερμού νερού και απαιτούν συντήρηση από ειδικευμένο άτομο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΛΕΒΗΤΕΣ ΜΙΚΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Λυόμενος

Κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους και μεγέθη, με σκοπό την εξυπηρέτηση μεσαίων οικιακών, γεωργικών και βιομηχανικών αναγκών θέρμανσης με καύση πυρηνόξυλου και κάθε άλλου πυρηνόκαρπου ή τεμαχισμένου ξύλου με μέγιστο μέγεθος 3 cm περίπου και οποιουδήποτε άλλου στερεού καυσίμου.

Είναι προϊόντα συνδυασμού της σύγχρονης τεχνολογίας στην κατασκευή λεβήτων ζεστού νερού κατάλληλων για την καύση φτωχών καυσίμων (ξύλα, κάρβουνα, πυρηνόξυλο, διάφορα πυρηνόκαρπα, τεμαχισμένα ξύλα και λοιπά,) και των εξελιγμένων καυστήρων για κακοποιημένα στερεά καύσιμα. Επειδή είναι λυόμενος μπορεί να περάσει από τις συνηθισμένες πόρτες και δεν προβληματίζουν καθόλου οι μεγάλες τελικές διαστάσεις του. Μπορεί να περάσει απ' όπου μπορεί να περάσει και άνθρωπος. Τα στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους, μέσα στο λεβητοστάσιο, επάνω στη βάση, με χαλύβδινες φλάντζες έξω από την εστία του λέβητα και ιδιαίτερα όταν έχουμε να αντικαταστήσουμε λέβητες σε δύσκολης πρόσβασης χώρους.

Οι μεγάλες διαστάσεις των τροφοθαλάμων και της οριζόντιας βάσης και τροφοδόχου, σε συνδυασμό με τους κατακόρυφους αεραλούς, δίνουν τα ίδια αποτελέσματα όπως και ένα πολυκυκλωνικός αποτεφρωτήρας. Η χωρητικότητα των τροφοθαλάμων επαρκεί για πάρα πολλές ώρες λειτουργίας και συγκρατείται εκεί σχεδόν όλη η στάχτη.

Ο λέβητας αποτελείται από στοιχεία παράλληλα τοποθετημένα και με τρόπο που να δημιουργούν ένα τεράστιο χώρο καύσεως, απαραίτητο για την καλή καύση των στερεών και φτωχών καυσίμων.

Τα στοιχεία συνδέονται υδραυλικά μεταξύ τους και με το υπόλοιπο υδραυλικό δίκτυο, με κολλεκτέρ και φλάντζες έξω από τον θάλαμο καύσεως. Επάνω το κολλεκτέρ προσαγωγής και κάτω δεξιά ή αριστερά (κατά παραγγελία) το κολλεκτέρ επιστροφής.

Η δομή τους εγκλωβίζει τη θερμότητα και εξοικονομεί καύσιμα. Φεύγοντας τα καυσαέρια από το κάτω μέρος του λέβητα, είναι χαμηλότερα από την εστία αφού ανέβουν μέχρι το υψηλότερο σημείο του λέβητα. Στο μπροστινό στοιχείο του λέβητα, μια μεγάλη περιστρεφόμενη μονωμένη πόρτα, επιτρέπει την εύκολη επίσκεψη για έλεγχο, καθαριότητα ή επισκευή του θαλάμου καύσεως. Επίσης υπάρχει κατάλληλα διαμορφωμένη θέση για προσαρμογή καυστήρα μαζούτ ή ελαφρού πετρελαίου ή αερίου καυσίμου.

Στην ευρύχωρη βάση του λέβητα που γίνεται η συγκέντρωση των καυσαερίων, πριν οδηγηθούνε στην καπνοδόχο πετυχαίνουμε εκτόνωση και ουσιαστική πλήρη συγκράτηση της στάχτης. Η βάση κάθετα στο έδαφος και τελική εξαγωγή των καυσαερίων μπορεί κατά παραγγελία να τοποθετηθεί δεξιά ή αριστερά.

Η μπογιά στις λαμαρίνες της καμινάδας δεν καίγεται ούτε αλλάζει χρώμα, γιατί οι λέβητες έχουν χαμηλή θερμοκρασία στην έξοδο τους. Γίνεται η μεγαλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της θερμογόνου δύναμης του καυσίμου και έχουμε τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης.

Η μόνωση του λέβητα είναι υαλοβάμβακας με προστασία από γαλβανιζέ λαμαρίνα, βαμμένη στο φούρνο με επικάλυψη πλαστικού φιλμ, περιορίζοντας στο ελάχιστο τις απώλειες. Η τροφοδοσία του καυσίμου υλικού στον πυρηνοκαυστήρα μπορεί να γίνει με μεταφορικούς κοχλίες ή και πνευματικά, ανάλογα με την περίπτωση.

Ο πυρηνοκαυστήρας αποτελείται από δύο βασικά τμήματα. Αυτό που κάθεται μέσα στον λέβητα και το εξωτερικό του τμήμα.

Από το εξωτερικό τμήμα του πυρηνοκαυστήρα ένας ατέρμονας κοχλίας, κάνει την προώθηση του πυρηνόξυλου, με κίνηση που δίνει ένας ηλεκρομειωτήρας σε συνδυασμό με γρανάζια και αλυσίδα ή με ρυθμιζόμενο αυξομειωτήρα (κατά παραγγελία).

Στην αρχή του ατέρμονα είναι διαμορφωμένο το στόμιο που ανάλογα με το μέγεθος του λέβητα και την παραγγελία μας, κάθεται το σιλό ή έρχεται η εκροή ενός διαφραγματικού τροφοδότη ή ενός τροφοδοτικού κοχλίας ή ταινίας.

Το τμήμα που είναι μέσα στο λέβητα αποτελείται από χαλύβδινη κατασκευή που επάνω της είναι στερεωμένα τα μαντεμένα εξαρτήματα που σχηματίζουν την εστία καύσεως. Εκεί είναι διαμορφωμένα τα κανάλια του αέρα καύσεως. Στην μέση της βάσης, βιδώνεται το κεντρικό μαντεμένο στοιχείο, που καταλήγει το πυρηνόξυλο από τον προωθητικό κοχλία. Από εδώ αρχίζει το ανέβασμα του μέσα στο χώρο καύσης.

Τα ειδικά διαμορφωμένα πλευρικά μαντεμένα κομμάτια κατευθύνουν τον πρωτογενή και δευτερογενή αέρα καύσης, προθερμασμένο, λόγω των διαδρομών που ακολουθεί στην πορεία του μέσα στην εστία καύσης, προς το πυρηνόξυλο, λόγω των διαδρομών που ακολουθεί στην πορεία του μέσα στην εστία καύσης, προς το πυρηνόξυλο. Δυο ανεξάρτητοι ανεμιστήρες δίνουν τον απαραίτητο αέρα από διαφορετικούς δρόμους, με ελεγχόμενη την παροχή τους.

Ο ένας για τον δευτερογενή αέρα καύσης και ο άλλος για τον πρωτογενή. Στην αναρρόφηση ρυθμίζουμε τον αέρα με την μετακίνηση του κλαπέτου εισόδου στον αέρα. Η κατάθλιψη ρυθμίζεται ανοίγοντας αντίστοιχα τα κλαπέτα ανακούφισης ή της διαφορετικής πίεσης. Το προωθούμενο πυρηνόξυλο ανυψώνεται ομοιόμορφα και ψεκάζεται με

τον πρωτογενή αέρα σε παράλληλα και κλιμακωτά επίπεδα προς το κέντρο, ενώ ο δευτερογενής αέρας ψεκάζει προς τα έξω.

Μετά το πρώτο άναμμα στην αρχή της περιόδου καύσεως το πυρηνόξυλο σε κάθε νέο ξεκίνημα αυταναφλέγεται.

Ο ελάχιστος ικανός χρόνος αυτανάφλεξης είναι 24 ώρες. Εάν υπάρχει περίπτωση να μην λειτουργήσει ο λέβητας μέσα στις επόμενες 24 ώρες και θέλουμε να είμαστε σίγουροι ότι την επόμενη φορά θα αυταναφλεγεί, τότε πρέπει χειροκίνητα ή αυτόματα π.χ. με χρονοδιακόπτη, να τον λειτουργήσουμε για 15 λεπτά, τουλάχιστον μια φορά την ημέρα. Ανάλογα με την επιθυμία μας μπορεί να τοποθετηθεί ηλεκτρονικός αναφλεκτήρας, ώστε κάθε φορά που ξεκινάει ο λέβητας να σιγουρεύει αλλά και να επιτηρεί την φωτιά. Τότε προστίθεται αυτοματισμός με PLC και η επιτήρηση γίνεται όπως ακριβώς και στους καυστήρες πετρελαίου με έξοδο φωτεινό ή ηχητικό συναγερμό.

Οι λέβητες αυτοί γενικά μπορούν να λειτουργήσουν σε οποιοδήποτε σύστημα θέρμανσης έχουμε, πλευρικό, οροφής, επιδαπέδιο ή ενδοδαπέδιο, με μεταλλικούς ή πλαστικούς σωλήνες με αερόθερμα, με ανοικτό ή κλειστό δοχείο διαστολής. Είναι δοκιμασμένοι σε πίεση 10 Bar.

Για να μετατραπούν σε λέβητες καύσεως πετρελαίου πρέπει να συμπληρωθούν σε πόρτα συγκράτησης του πετρελαιοκαυστήρα και πίνακα οργάνων NS 100 τότε η μια από τις δύο πόρτες στο κάτω μέρος παραμένει ανοικτή.

ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟ

Το πυρηνόξυλο είναι υλικό που προέρχεται συνήθως από την σύνθλιψη της ελιάς για την εξαγωγή του λαδιού είτε είναι από ελαιοτριβείο είτε από πυρηνελαιουργείο. Πολλές φορές έχει και άλλες προσμίξεις όπως τσόφλια αμυγδάλου, καρυδότσουφλα, τρίμματα από ξύλα κλπ καύσιμα υλικά. Η απόδοση που έχουμε από επίσημες μετρήσεις

φρέσκου πυρηνόξυλου από κουκούτσια ελιάς είναι 3.900 Kcal/h ανά κιλό.

Η τροφοδοσία που εμείς ρυθμίζουμε κατά την τοποθέτηση των γραναζιών στους λέβητες μας, είναι μεταξύ του 60 και 80% της μεγαλύτερης ισχύος του. Πολλές φορές συμβαίνει να έχουμε ανάγκες θέρμανσης λίγο μεγαλύτερες από την ρύθμιση μιας ή και το πυρηνόξυλο να μην έχει την καλύτερη απόδοση. Τότε αλλάζουμε τα γρανάζια στον μηχανισμό τροφοδότησης για να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα ως εξής: αν πχ. Στον άξονα του μειωτήρα έχουμε 10 δόντια και στον άξονα του κοχλία προώθησης υλικού έχουμε 20 δόντια και θέλουμε να μεγαλώσουμε την τροφοδοσία, βάζουμε 11 δόντια στον μειωτήρα και μεγαλώνουμε κατά 10% την παροχή. Το ίδιο έχουμε αν αντί 20 βάλουμε 18 δόντια στον κοχλία. Με αλλαγή και στους δύο άξονες έχουμε την διπλάσια αύξηση.

Τα γρανάζια που χρησιμοποιούμε είναι τύπου ποδηλάτου και η αλυσίδα τύπου $\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{16}''$. Οι βίδες πρέπει να είναι καλά σφιγμένες στην σωστή θέση των γραναζιών για να μην ξεσέρνουν και να είναι ευθεία η αλυσίδα. Επίσης πρέπει να λαδωθούν πολύ λίγο και να ξεκινήσει η λειτουργία, αλλά στην αρχή χωρίς φορτίο για να είμαστε σίγουροι. Ρυθμίζεται στην συνέχεια ο αέρας ανοίγοντας λίγο- λίγο μέχρι να καθαρίσει η φλόγα.

Πρέπει να φροντίσουμε το πυρηνόξυλο να είναι καλής ποιότητας και απαλλαγμένο χώματος και σκληρών αντικειμένων. Καλό είναι να περνάμε το υλικό του πυρηνοκαυστήρα από σίττα που θα τοποθετήσουμε στο σιλό. Το άναμμα του πυρηνοκαυστήρα γίνεται μια φορά με την έναρξη της περιόδου θερμότητας.

Γεμίζουμε την χυτοσιδηρά σκάφη του καυστήρα με πυρηνόξυλο μέχρι το επάνω επίπεδο ψεκασμού με αέρα, το περιχύνουμε με λίγο

πετρέλαιο ή οινόπνευμα και το ανάβουμε με σβηστό καυστήρα για 5 έως 10 φορές. Κατόπιν αφήνουμε ανοιχτό τον καυστήρα.

Ρυθμίζουμε τον αέρα καύσεως (αφού περάσουν 15 λεπτά λειτουργίας) σε σημείο ώστε να γεμίζει ο θάλαμος φωτιά προσέχοντας ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο καπνός της καμινάδας.

Με την υπερθέρμανση του νερού του λέβητα στο επιθυμητό σημείο επάνω (άνω των 70° C) ή το ζέσταμα του θερμοκηπίου, σβήνει ο καυστήρας με το σταμάτημα του ηλεκτρομειωτήρα και ανεμιστήρα. Από αυτή τη στιγμή και μέχρι 20-30 ώρες ο καυστήρας ξανανάβει μόνος του χάρις στην αυτανάφλεξη λόγω υπέρξεως διάπυρης μάζας σε μικρό χρονικό διάστημα 5 sec έως 1min ανάλογα με τις ώρες που έχει μείνει στάσιμος.

Οι στάχτες πέφτουν κατά πρώτον κάτω από το σκαφάκι του καυστήρα σε ένα αρκετά μεγάλο θάλαμο για να μην είναι απαραίτητος ο σύντομος καθαρισμός του (2-3 ημέρες). Σε 20-40 μέρες ανάλογα με την ποιότητα του πυρηνόξυλου χρειάζεται γενικός καθαρισμός του λέβητα- στον φλογοθάλαμο- στους φλογοσωλήνες- στο δεύτερο τεφροδόχο από την πόρτα του οποίου καθαρίζουμε και την οριζόντια καμινάδα, όπου χρειάζεται.

Κατά την προμήθεια επίσης του πυρηνόξυλου πρέπει να προσέχουμε να είναι φρέσκο, και το αερίζουμε 2-3 φορές και το αποθηκεύουμε εξασφαλίζοντας σωστό αερισμό.

Μετά τη λήξη της περιόδου θέρμανσης καθαρίζουμε λεπτομερώς τον λέβητα και τον αλείφουμε με μηχανέλαιο ή μπογιά για να προλάβουμε τυχόν οξειδώσεις. Αποσυναρμολογούμε τον κοχλία μεταφοράς υλικού και ελέγχουμε τις πλευρές των ελικώσεων προωθήσεως πυρηνόξυλου και αναγομώνουμε τις φθαρμένες ή αντικαθιστούμε όλο τον κοχλία. Αντικαθιστούμε τις γρασοβαλβολίνες στον ηλεκτρομειωτήρα, γρασάρουμε τα ρουλεμάν, ελέγχοντας και την

στεγανότητα της τσιμούχας. Ξανατοποθετούμε τα εξαρτήματα προσέχοντας την ευθυγράμμιση των γραναζιών.

Καπνοδόχος

Για στερεά καύσιμα το ελάχιστο ύψος της καπνοδόχου είναι 6m και οπωσδήποτε 2m πιο πάνω από το υψηλότερο σημείο της οροφής.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΚΑΠΝΟΔΟΧΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

ΙΣΧΥΣ ΛΕΒΗΤΑ	ΥΨΟΣ 6Μ	ΥΨΟΣ 9Μ	ΥΨΟΣ 12Μ	ΥΨΟΣ 16 Μ
34.000	25X25	20X20	-	-
42.300	25X25	20X25	-	-
50.400	25X30	25X25	-	-
57.600	30X30	25X30	-	-
65.600	-	25X30	20X20	-
73.600	-	30X30	25X30	-
84.000	-	30X35	25X30	-
98.400	-	30X35	30X30	30X25
112.800	-	-	30X35	30X25
127.200	-	-	35X35	30X30
141.600	-	-	35X35	
156.000	-	-	35X35	30X30

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ, ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕ ΤΙΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΚΑΙ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	
ΨΥΞΗ.....	
- ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ.....	
- ΥΔΡΟΝΕΦΩΣΗ.....	
- ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΡΩΝ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ.....	
- ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	
ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ.....	
- ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	
- ΒΙΟΜΑΖΑ.....	
- ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΘΕΡΜΟ ΝΕΡΟ Ή ΑΤΜΟ.....	
- ΛΕΒΗΤΑΣ.....	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο	
ΛΕΒΗΤΕΣ ΜΙΚΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ.....	
ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟ.....	

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γεωργίου Ν. Μαυρογιαννόπουλου «Θερμοκήπια».
- Ν. Σαμαράς : Εταιρία κατασκευής θερμοκηπίων
- Στατιστική υπηρεσία του Υπουργείου Γεωργίας : Στατιστικά στοιχεία ετών 1992-93-94-95
- Σπανάκης Ιωάννης. Σημειώσεις μαθήματος « Εξοπλισμοί και Αυτοματισμοί θερμοκηπίων».
- Παναγροτική Κρήτης
ΓΡΑΦΙΑΔΕΛΗΣ Μ.1980 «Σύγχρονα θερμοκήπια». Εκδόσεις
- Ευσταθιάδης Θ. 1987. Θερμοκήπια. Εκδόσεις εκδοτική αργοτεχνική
- Θεοδοσιάδου Ευή 1990. Μείωση της θερμοκρασίας στα θερμοκήπια.
Γεωργική Τεχνολογία
- Παπάζογλου Ε. – Κυρίτσης Σ.- Σούτερ Χ.
Αντλίες θερμότητας. Έκδοση ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ Αθήνα

