

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ

ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: «*ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗ ΤΩΝ*

ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΜΕ ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΑ ΦΥΤΑ»



ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ: ΚΟΣΤΡΙΒΑ ΑΝΝΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΕΛΛΙΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΤΟΥ ΜΙΧΑΗΛ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2001

Θερμές ευχαριστίες στον κύριο
Καραμουσαντά Δημήτριο για
την πολύτιμη βοήθεια που μου
προσέφερε

ΜΕΡΟΣ 1°

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

**ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΟΝ ΔΙΕΘΝΗ ΧΩΡΟ ΚΑΙ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

1.1	Θερμοκηπιακές καλλιέργειες στο διεθνή χώρο	1-4
1.2	Τα θερμοκηπια στην Ελλάδα	4-6
1.3	Παράγοντες που συντέλεσαν στην αύξηση	6-7
1.4	Οι κυριότερες περιοχές της Ελλάδας που υπάρχουν θερμοκηπιακές καλλιέργειες κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών.	7-9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

2.1	Γενικά	10-11
2.2	Θερμοκρασία	11-12
2.3	Φως	12-13
2.4	Σχετική υγρασία	14-15
2.5	Το διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	15

ΜΕΡΟΣ 2°

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

1.1	Θέρμανση θερμοκηπίου	16-19
1.2	Αερισμός του θερμοκηπίου	20-22
1.3	Δροσισμός	22-23
1.4	Το CO ₂	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ – ΛΙΠΑΝΣΗΣ – ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

2.1	Αρδευτικά συστήματα	25-27
2.2	Σύστημα λίπανσης	27-28
2.3	Συστήματα απολύμανσης	29-32
2.4	Φωτισμός	32-35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°
ΧΡΗΣΗ Η/Υ ΓΙΑ ΑΡΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

3.1	Γενικά	36
3.2	Το περιβάλλον	36-37
3.3	Συσκευές επέμβασης στο περιβάλλον	37
3.4	Εξοικονόμηση ενέργειας	37-38
3.5	Συστήματα αυτοματισμού	38-41
3.6	Ωφελήματα από τη χρήση «έξυπνων» συστημάτων Η/Υ.	41

ΜΕΡΟΣ 3°

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°
ΠΡΟΤΑΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

1.1	Υπολογισμός των αναγκών σε νερό	42
1.2	Σύστημα άρδευσης	42-43
1.3	Υπολογισμός της δόσης άρδευσης	43-44
1.4	Σύστημα υδρολίπανσης	44
1.5	Δίκτυο στράγγισης και απολύμανσης του θερμοκηπίου	45
1.6	Σύστημα αερισμού	45-46
1.7	Σύστημα εξαερισμού θερμοκηπίου	46-47
1.8	Σύστημα δροσισμού	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΗΣ

2.1	Υπολογισμός θερμικών απωλειών του θερμοκηπίου	48-50
2.2	Σύστημα θέρμανσης	51-53
2.3	Σύστημα φωτισμού και σκίασης	53
2.4	Σύστημα εμπλουτισμού με CO ₂	53-54

ΜΕΡΟΣ 4°

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

1.1	Επιπτώσεις στον άνθρωπο από τις εργασίες στο θερμοκήπιο	55-58
-----	---	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

2.1	Προτάσεις για τα προβλήματα του κλάδου	59
-----	--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1	Ηλιακή ενέργεια	60-61
3.2	Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του θερμοκηπίου	61-63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

4.1	Γενικά	64-66
-----	--------	-------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67
---------------------	-----------

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θερμοκήπιο είναι μια κατασκευή η οποία καλύπτεται με διαφανές υλικό ώστε να είναι δυνατή η είσοδος όσο το δυνατόν περισσότερου φυσικού φωτισμού που είναι απαραίτητος στην ανάπτυξη των φυτών.

Ο σκοπός της χρησιμοποίησης στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων είναι η τροποποίηση ή η ρύθμιση πολλών από τους παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών.

Με την καλύτερη ρύθμιση του περιβάλλοντος των φυτών η παραγωγή μπορεί:

- Να αυξηθεί ποσοτικά, λόγω βελτίωσης των συνθηκών του περιβάλλοντος.
- Να προγραμματιστεί χρονικά ώστε το προϊόν να σταλεί στην αγορά σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή ανεξάρτητα των καιρικών συνθηκών που επικρατούν.
- Να βελτιωθεί ποιοτικά, λόγω προστασίας από αντίξοες καιρικές συνθήκες.

Το θερμοκήπιο παρέχει τη δυνατότητα για τη δημιουργία και τη διατήρηση ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και παραγωγή φυτών. Όμως επιμέρους παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι:

- Η σωστή κατασκευή.
- Ο κατάλληλος εξοπλισμός.
- Η ικανότητα του καλλιεργητή να χειριστεί και να καταναίμει τα διάφορα εφόδια.

Μέρος 1^ο

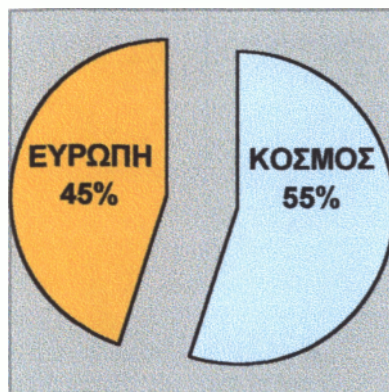
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

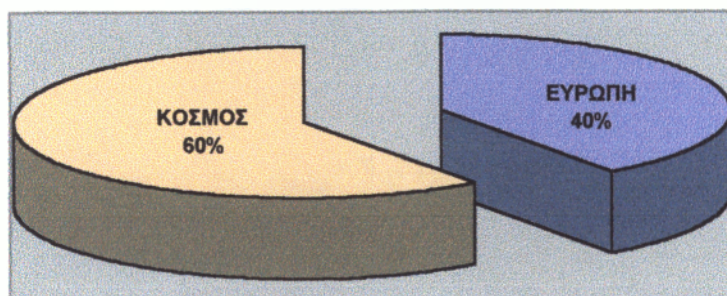
1.1 Θερμοκηπιακές Καλλιέργειες στο Διεθνή χώρο

Παγκόσμια υπάρχουν, σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία, 1.700.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία το 1/4 περίπου είναι υαλόφρακτα και τα 3/4 είναι με κάλυψη πλαστικού. Στην Ευρώπη υπάρχουν 750.000 στρ. θερμοκηπίων, από τα οποία τα υαλόφρακτα καταλαμβάνουν 250.000 στρ. δηλ. 33%, και τα πλαστικής κάλυψης 500.000 στρ. δηλ. το 66%. Σε σχέση με το συνολικό αριθμό θερμοκηπίων παγκόσμια, τα θερμοκήπια της Ευρώπης καλύπτουν το 45%, από τα οποία τα υαλόφρακτα θερμοκήπια της Ευρώπης το 55% των υαλόφρακτων θερμοκηπίων του κόσμου και τα πλαστικά της Ευρώπης το 40% των πλαστικών του κόσμου.

ΥΑΛΟΦΡΑΚΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

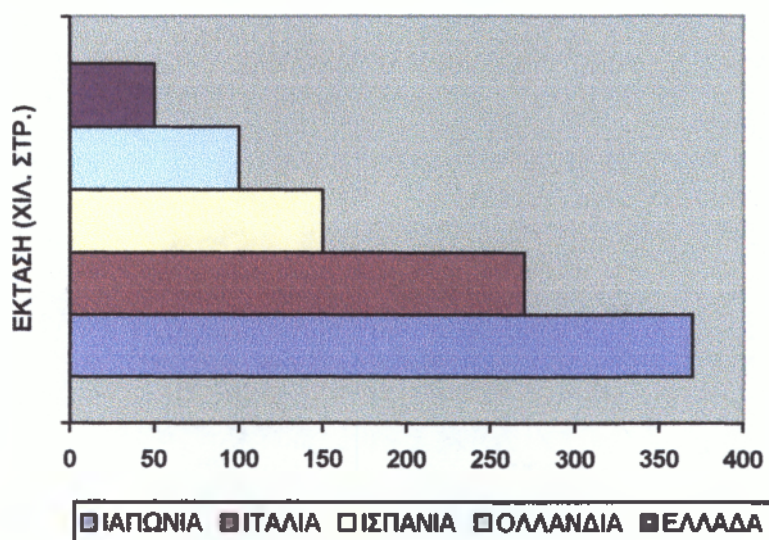


ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

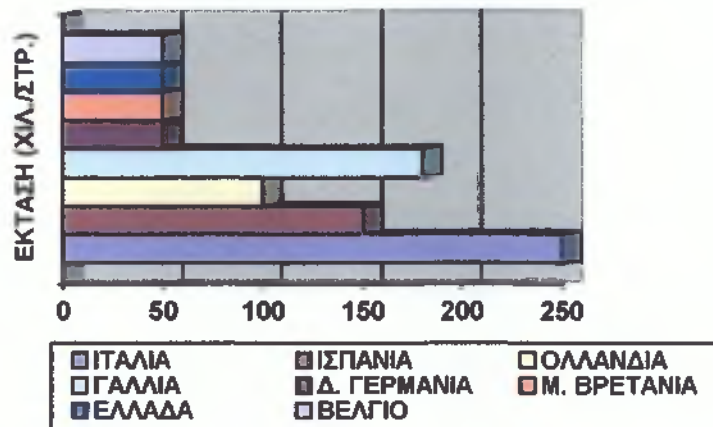


Στην Ευρώπη, η Ιταλία κατέχει την πρώτη θέση όσον αφορά το σύνολο των θερμοκηπίων με 220.000 στρ., ακολουθούν η Ισπανία με 150.000 στρ., η Ολλανδία με 100.000 στρ. και οι άλλες χώρες με μικρότερες εκτάσεις. Η Ελλάδα κατέχει μόλις την 7^η θέση με 50.000 στρ.

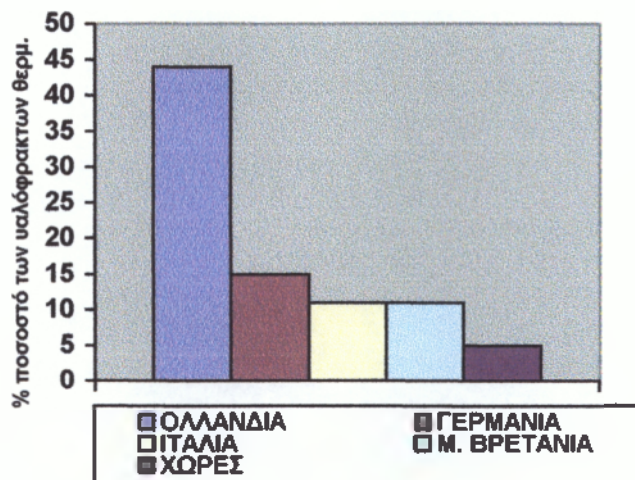
Στα υαλόφρακτα θερμοκήπια η Ολλανδία κατέχει την πρώτη θέση με 44% του συνόλου και ακολουθούν η Γερμανία με 15% και η Ιταλία, Μ. Βρετανία με 11% εκάστη και οι άλλες χώρες με μικρότερα ποσοστά. Στα καλυμμένα με πλαστικό θερμοκήπια η Ιταλία κατέχει την 1^η θέση με 43% του συνόλου και ακολουθεί η Ισπανία με 33%, η Γαλλία με 12%, η Ελλάδα με 8%.



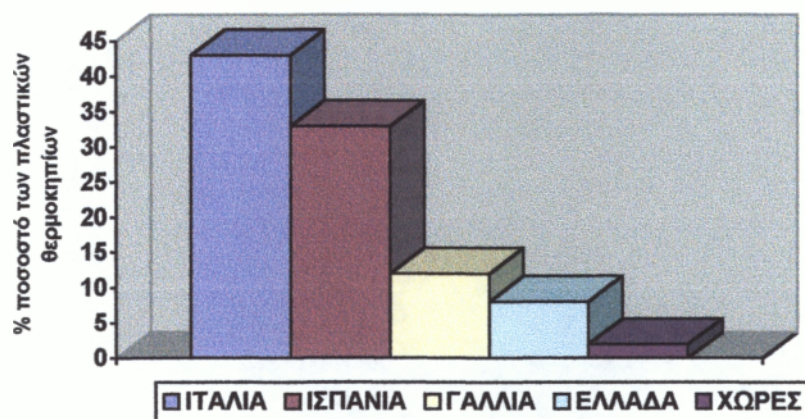
Διάγραμμα 1.1 Εκτάσεις θερμοκηπίων στον κόσμο.



Διάγραμμα 1.2 Εκτάσεις θερμοκηπίων στις χώρες της Ευρώπης.



Διάγραμμα 1.3 Ποσοστό % των υαλόφρακτων θερμοκηπίων.



Διάγραμμα 1.4 Ποσοστό % των πλαστικών θερμοκηπίων.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι ο τύπος των θερμοκηπίων που χρησιμοποιείται στις διάφορες χώρες της Ευρώπης εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε χώρας, της τεχνολογικής της ανάπτυξης και από την φύση των προϊόντων που παράγονται εκεί.

1.2 Τα Θερμοκήπια στην Ελλάδα

Στη χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η εξάπλωσή τους όμως αρχίζει μετά το 1961, με τη χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης. Η ευκολία προσαρμογής του υλικού αυτού σε οποιοδήποτε σχήμα σκελετού και η χαμηλή του τιμή, επέτρεψαν στους προοδευτικούς καλλιεργητές (σε περιοχές με πρώιμες καλλιέργειες) να κατασκευάσουν μόνοι τους θερμοκήπια για παραγωγή πρώτων κηπευτικών, χωρίς να χρειάζονται μεγάλα κεφάλαια. Αργότερα δημιουργήθηκαν και αρκετές βιοτεχνίες κατασκευής θερμοκηπίων, οι οποίες βελτίωσαν σημαντικά τις κατασκευές.

Έτσι, παρατηρήθηκε μια σημαντική εξάπλωση των θερμοκηπίων, τα οποία έφθασαν στα 40.000 περίπου στρέμματα.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου Γεωργίας (1992), η συνολική έκταση των θερμοκηπίων χωρίς να περιλαμβάνονται τα χαμηλά σκέπαστρα, ανέρχεται σε 39.539 στρ. από τα οποία 36.269 στρ. με κηπευτικά και 2.270 στρ. με ανθοκομικά.

Η αύξηση των εκτάσεων των θερμοκηπίων ήταν σημαντική την εικοσαετία 1961-1981. Τη 10ετία 1983-1992 η αύξηση συνεχίστηκε, αλλά με βραδύτερους ρυθμούς, οι οποίοι σε ετήσια βάση ήταν 1,7% για τα θερμοκήπια κηπευτικών και 9,2% για τα θερμοκήπια ανθοκομικών (τη δεκαετία 1983-1992) η έκταση των καλλιεργούμενων με κηπευτικά θερμοκηπίων αυξήθηκε κατά 17,3%, ενώ των αντίστοιχων με ανθοκομικά κατά 92,4%.

Θερμοκήπια παραγωγής ανθοκομικών ειδών είναι μεγάλες μονάδες. Στο κλάδο αυτό υπάρχει τάση για μεγαλύτερες επιχειρήσεις και οι μονάδες από 5 στρ. και πάνω αντιπροσωπεύουν το 50% περίπου των εκτάσεων. Σύμφωνα με τα στοιχεία του 1992, οι μονάδες θερμοκηπίων με ανθοκομικά είδη, πάνω από 5 στρ. ήταν 146 και καλύπτουν 1.365,7 στρ. συνολικά, δηλαδή το 41,8% της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων με ανθοκομικά στην Ελλάδα, με την ακόλουθη κατανομή:

- Άνω των 6 έως 8 στρ.: 88 μονάδες ποσοστό 60,3%.
- Άνω των 8 έως 10 στρ.: 27 μονάδες, ποσοστό 18,5%.
- Άνω των 10 στρ.: 31 μονάδες, ποσοστό 21,2%.

Τα θερμοκήπια κηπευτικών ειδών στα 5 στρ. και πάνω (μονάδες επιχειρηματικής μορφής) αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων με κηπευτικά στη χώρα μας. Σύμφωνα με στοιχεία του 1992, υπάρχουν μόνο 380 μονάδες πάνω από 5 στρ. που καλύπτουν 2.981 στρ. συνολικά, δηλαδή μόλις το 8,2% της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων με κηπευτικά στη χώρα μας, με την εξής κατανομή:

- Άνω των 6 έως 8 στρ.: 316 μονάδες, ποσοστό 83,2%.
- Άνω των 8 έως 10 στρ.: 40 μονάδες, ποσοστό 10,5%.
- Άνω των 10 στρ.: 24 μονάδες, ποσοστό 6,3%.

Οι Θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα

Στην χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 και αποτελούνται από υαλόφρακτα θερμοκήπια για την παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Η σημαντική όμως εξάπλωσή τους αρχίζει μετά το 1961, με την χρησιμοποίηση του πλαστικού φύλλου πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συντέλεσαν στην αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα είναι:

- ✓ Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας. Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές είναι ευνοϊκό και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργεια σε πολύ απλές κατασκευές χωρίς ακριβό εξοπλισμό.
- ✓ Η ανάγκη εξασφάλισης υψηλότερου εισοδήματος από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος.
- ✓ Η αύξηση της ζήτησης των θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά.
- ✓ Η γεωργική πολιτική του κράτος, που ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με την θέσπιση οικονομικών κινήτρων και την εκτέλεση αρδευτικών και άλλων έργων.

1.3 Παράγοντες που συντέλεσαν στην αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα.

Ως ευνοϊκοί παράγοντες για την αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα, μπορούν να αναφερθούν.

- ▣ Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας. Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές είναι ευνοϊκό και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε πολύ απλές κατασκευές, χωρίς ακριβό εξοπλισμό.
- ▣ Η αύξηση της ζήτησης των θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά.

- ⌘ Η κρατική πολιτική που ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών με τη θέσπιση οικονομικών κινήτρων (αναπτυξιακοί νόμοι, κανονισμοί, Μ.Ο.Π. κλπ.) και την προώθηση διάφορων έργων υποδομής.
- ⌘ Η τάση για εντατικοποίηση των καλλιεργειών που μπορούσαν να εξασφαλίσουν υψηλότερα εισοδήματα από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος.

1.4 Οι κυριότερες παροχές της Ελλάδας που υπάρχουν θερμοκηπιακές καλλιέργειες Κηπευτικών και Ανθοκομικών φυτών ποσοστό %.

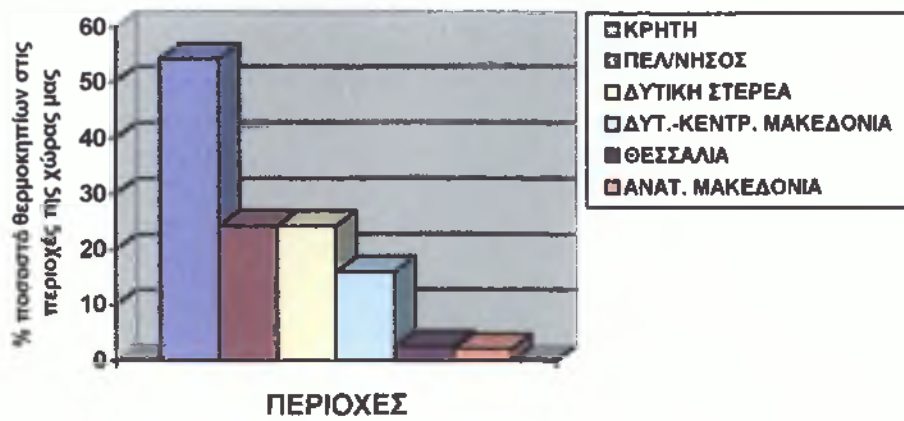
Τα θερμοκήπια Κηπευτικών είναι: Κρήτη (45,2%), στη Πελοπόννησο – Δυτική Στερεά (24,1%), στη Δυτική –Κεντρική Μακεδονία (16%), στη Θεσσαλία (2,5%) και στην Ανατολική Μακεδονία –Θράκη (2,1%).

Στα θερμοκήπια Ανθοκομικών είναι:

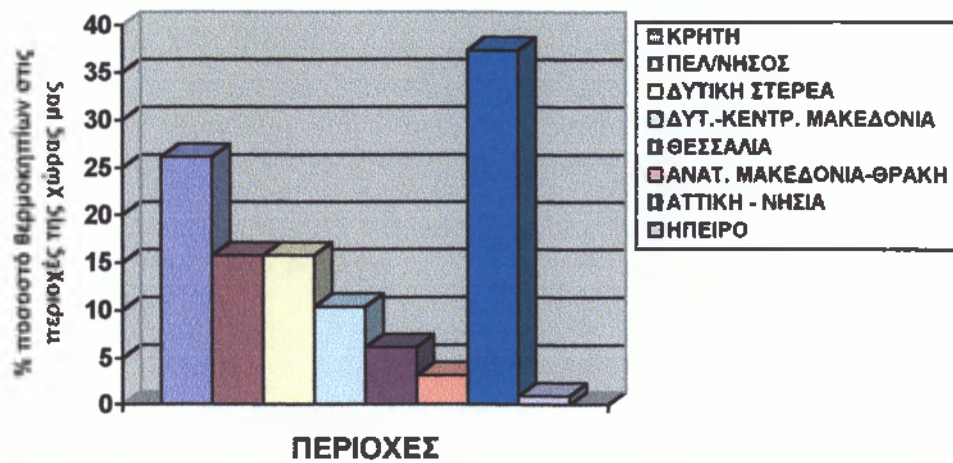
Αττική και νησιά (37,4%), στη Κρήτη (26,1%), στην Πελοπόννησο – Δυτική Στερεά (15,8%), στην Δυτική –Κεντρική Μακεδονία (10,4%), στη Θεσσαλία (6,1%), στην Ανατολική Μακεδονία –Θράκη (3,2%) και στην Ήπειρο (1%).

Πίνακας 1. Εκτάσεις με διάφορους τύπους θερμοκηπίων

Τύποι θερμοκηπίων	Συνολική έκταση (στρ.)	Χωρίς θέρμανση	Αντιπαγετική προστασία	Συστηματική θέρμανση
Υαλόφρακτα	1810	78	37	1695
Πλαστικά:				
α) Τυποποιημένα:				
Μετ. σκελετός	11.407	6.014	2.355	3.038
Ξυλ. Σκελετός	4.426	3.716	530	180
β) Χωρικού τύπου				
Μετ. σκελετός	11.571	8.337	3.036	198
Ξυλ. Σκελετός	15.131	9.005	5.839	287
Σύνολο	44.345	27.150	11.797	5.398
Πηγή: ΑΤΕ, 1992.				



Διάγραμμα 1.5 Κυριότερες περιοχές της Ελλάδος που υπάρχουν θερμοκηπιακές καλλιέργειες κηπευτικών.



Διάγραμμα 1.6 Κυριότερες περιοχές στην Ελλάδα που υπάρχουν θερμοκηπιακές καλλιέργειες ανθοκομικών.



Διάγραμμα 1.7 Ποσοστιαία σχηματική παράσταση του διαφορετικού τύπου καλύμματος θερμοκηπίων που είναι εγκατεστημένα στη χώρα μας το 1992.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

2.1 Γενικά

Η ανάπτυξη και η απόδοση του φυτού εξαρτάται από τη γενετική του σύνθεση (γονότυπος) και το περιβάλλον που έχουν εξίσου σπουδαίο ρόλο. Ο άνθρωπος κατόρθωσε να αλλάξει έστω και λίγο το γονότυπο μερικών φυτών και έτσι πέτυχε την καλλιέργεια ανεξάρτητα από τις κλιματολογικές συνθήκες. Όμως η αλλαγή στο γονότυπο είναι δύσκολη και απαιτεί πολύ χρόνο.

Επομένως, είναι πιο εύκολο να ρυθμίσουμε τους παράγοντες του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, για να επιτύχουμε καλύτερες συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των καλλιεργειών στα θερμοκήπια είναι:

A. ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ

1. Θερμοκρασία αέρα
2. Φως
3. Κίνηση του αέρα

B. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ

4. CO₂
5. Εξατμισοδιαπνοή
6. Υγρασία αέρα

Γ. ΕΔΑΦΙΚΟΙ

1. ΦΥΣΙΚΟΙ

- α. θερμοκρασία εδάφους
 - β. Υγρασία εδάφους
 - γ. ΡΗ
 - δ. Δομή εδάφους
- α. Θρεπτικά συστατικά
 - α. Μικροοργανισμοί εδάφους

2. ΧΗΜΙΚΟΙ

3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ

Δ. ΒΙΟΤΙΚΟΙ

1. Σύμμαχοι των καλλιεργειών
2. Εχθροί των καλλιεργειών
3. Ανταγωνιστές των καλλιεργειών
4. Άνθρωπος

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τους κλιματικούς παράγοντες θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, το φως και το CO₂ που επηρεάζουν τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

- Σκοποί της Ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου.

Οι σκοποί για τους οποίους ρυθμίζουμε στα θερμοκήπια τους παράγοντες ανάπτυξης των κηπευτικών είναι οι παρακάτω:

- Να βελτιωθούν οι συνθήκες ανάπτυξης των καλλιεργειών, ώστε να επιτευχθεί το μεγαλύτερο δυνατό οικονομικό αποτέλεσμα.
- Να επεκταθεί η εποχή παραγωγής, όταν οι καιρικές συνθήκες είναι δυσμενείς.
- Να αντιμετωπιστούν οι ασθένειες των κηπευτικών με τη δημιουργία συνθηκών περιβάλλοντος, που να είναι ευνοϊκές για τις καλλιέργειες και δυσμενείς για την εξάπλωση των ασθενειών.
- Να εξασφαλιστεί υψηλή παραγωγή και ποιότητα κηπευτικών για πολλά χρόνια, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.
- Να μελετηθεί η επίδραση των συνθηκών του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη των καλλιεργειών.

Η ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΠΕΤΥΧΑΙΝΕΤΑΙ, ΜΟΝΟ ΟΤΑΝ ΟΛΟΙ ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΒΡΕΘΟΥΝ Σ' ΕΝΑ ΑΡΙΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.

2.2 Θερμοκρασία

- Επίδραση της θερμοκρασίας στα φυτά

Ο παράγοντας αυτός επιδρά στη θερμοκρασία και στη δυναμική εξατμισοδιαπνοή του φυτού. Για τα είδη του εύκρατου κλίματος η άριστη θερμοκρασία είναι 20-30°C, η ελάχιστη είναι μεγαλύτερη από 0°C, ενώ η μέγιστη είναι 35°C και μπορεί να φτάσει τους 40°C σε ορισμένα στάδια βλάστησης (φύτρωμα).

Για τα είδη του τροπικού κλίματος η ελάχιστη είναι μεγαλύτερη από 15°C. Ο μηχανισμός της αντίδρασης των φυτών στην αύξηση της θερμοκρασίας εκφράζεται με την ένταση της λειτουργίας της διαπνοής. (Εξαέρωση 1gr νερού συνεπάγεται απώλεια 2.430 joule).

Η ανάπτυξη των φυτών, ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να χωριστεί σε τρεις κύκλους:

α. Απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για διακοπή του λήθαργου, τη διαφοροποίηση οφθαλμών και την καρποφορία.

β. Απαιτήσεις σε εδαφική θερμοκρασία για τη βλάστηση και το φύτεμα των σπόρων.

γ. Απαιτήσεις σε θερμοκρασία, αέρα και εδάφους για τη βλάστηση και την αναπαραγωγική φάση.

- **Η θερμοκρασία στο θερμοκήπιο**

Ο ήλιος έχει μια θερμοκρασία 6.000°C και εκπέμπει ενέργεια 7-9kwh/m³ τη θερινή περίοδο, ενώ τη χειμερινή περίοδο το ποσό αυτό μειώνεται στο 1/3.

Όταν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία των επιφανειών μέσα στο θερμοκήπιο αυξάνει περισσότερο, απ' αυτή των αντιστοίχων επιφανειών εκτός του θερμοκηπίου, γιατί ο αέρας γύρω τους είναι σχεδόν ακίνητος, οπότε και ο ρυθμός ψύξης τους με συναγωγή είναι συγκριτικά μικρότερος.

Άμεση συνέπεια είναι να αυξάνει και η θερμοκρασία του εγκλωβισμένου αέρα του θερμοκηπίου, αφού έρχεται σε επαφή με τις επιφάνειες αυτές. Σ' αυτή την αιτία που δημιουργείται από το φαινόμενο του κλειστού χώρου, οφείλεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό η ανύψωση της θερμοκρασίας του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο.

Ένα άλλο φαινόμενο που συμμετέχει σημαντικά στην αύξηση της θερμοκρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου είναι αυτό που αποκαλείται το "φαινόμενο του θερμοκηπίου". Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ηλιακή ακτινοβολία περνάει το μεγαλύτερο μέρος της από το κάλυμμα του θερμοκηπίου με μικρό μήκος κύματος το οποίο μετατρέπεται σε μεγάλο μήκος, μη μπορώντας να βγει από το θερμοκήπιο με αποτέλεσμα να έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

2.3 Φως

Στις συνθήκες του περιβάλλοντος η φωτεινότητα μεταβάλλεται λόγω του γεωγραφικού πλάτους και επομένως της θέσης του ήλιου, κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η πραγματική φωτεινότητα είναι το κλάσμα της φωτεινής ενέργειας, (δυναμική φωτεινότητα) που φτάνει στο θερμοκήπιο λόγω των νεφών και η μέση τιμή της για ένα συγκεκριμένο περιβάλλον είναι καθοριστική για να εξακριβωθούν οι δυνατότητές του για καλλιέργεια.

Όταν ο ουρανός είναι καθαρός και ο προσανατολισμός ενός θερμοκηπίου, επιτρέπουν μια μέγιστη ή ελάχιστη φωτεινότητα στο εσωτερικό.

Όταν είναι τελείως συννεφιασμένος, η φωτεινότητα διαχέεται πρακτικά προς όλες τις διευθύνσεις και σε αυτή τη περίπτωση η εσωτερική φωτεινότητα διαφοροποιείται λόγω της θέσης των τοιχωμάτων.

Τα υλικά κάλυψης ανακλούν μια ποσότητα φωτός που σχετίζεται με το είδος του υλικού και τη γωνία πρόσπτωσης. Η γωνία πρόσπτωσης εξαρτάται από την κλίση των πλευρών της στέγης και τη θέση του ήλιου. Η ασυμμετρία των πλευρών της στέγης διαφοροποιεί τις συνθήκες φωτεινότητας σε σχέση με μια θέση συμμετρική.

Ένα θερμοκήπιο με πλευρά εκτεθειμένη στο νότο με μια κλίση 25° στο οριζόντιο επίπεδο και πλευρά εκτεθειμένη στο βορρά με μια κλίση 55° μπορεί να έχει μια φωτεινότητα μεγαλύτερη κατά 11%, σε σχέση με ένα θερμοκήπιο με στέγη συμμετρική με πλευρές όμοιες και κεκλιμένες κατά 35° . Μεγαλύτερη αύξηση της φωτεινότητας επιτυγχάνεται όταν αυξάνεται η κλίση της στέγης που βλέπει στο βορρά μέχρι 65° .

- **Παράγοντες που ευνοούν το φωτισμό στα θερμοκήπια**

Όσο απλούστερος είναι ο σκελετός τόσο περισσότερο φως περνάει στο θερμοκήπιο. Σκελετοί με χοντρές διατομές ή πολλά στοιχεία, μειώνουν το φωτισμό. Ας σημειωθεί ότι σ' ένα καλό υαλόφρακτο θερμοκήπιο, τα κύρια σκελετικά στοιχεία μειώνουν κατά 4-12% το φωτισμό και κατά 2-5% τα δευτερεύοντα στοιχεία.

Το καθαρό τζάμι μειώνει το φως κατά 10% το ακάθατο κατά 70%. Το απλό θερμοκήπιο δέχεται περισσότερο φως από το πολλαπλό, λόγω ότι δέχεται περισσότερο φως από τα πλευρικά τοιχώματα.

2.4 Σχετική υγρασία

Η υγρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου εξαρτάται από την υγρασία του εξωτερικού αέρα, από την υγρασία του εδάφους του θερμοκηπίου και από την θερμοκρασία του αέρα του θερμοκηπίου. Όταν αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στο θερμοκήπιο αυξάνεται ταχύτατα η θερμοκρασία του αέρα, με συνέπεια τη μείωση της υγρασίας.

Η διατήρηση ενός κατάλληλου περιβάλλοντος υγρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου είναι απαραίτητη, όχι μόνο για την διατήρηση της υδατικής ισορροπίας των φυτών αλλά και για την αποφυγή της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών και εντόμων.

Οι μεταβολές της υγρασίας επηρεάζουν επίσης σημαντικά τη μεταφορά ενέργειας στο χώρο του θερμοκηπίου. Οπουδήποτε γίνεται αλλαγή φάσης του νερού και συνδυάζεται με φαινόμενα μεταφοράς, μπορούν να μεταφερθούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας από ή προς μια επιφάνεια.

Η εξάτμιση 1cm^3 H_2O από μια επιφάνεια 1cm^2 απορροφά περίπου $2,5\text{kJ}$ ίση με την ενέργεια που προσφέρεται σε 1cm^2 επιφάνειας από τον ήλιο, μια λαμπερή μέρα του καλοκαιριού.

Η συμπύκνωση υπό μορφή σταγόνων είναι πιο επικίνδυνη γιατί πέφτουν πάνω στα φυτά. Η επιφάνεια και συμπύκνωση στα υλικά του θερμοκηπίου, έχει ως αποτέλεσμα τη διάβρωση ή της σήψης τους, ενώ στα υλικά κάλυψης τη μείωση της περατότητας της ηλιακής ακτινοβολίας και σ' όλες τις περιπτώσεις η δημιουργία ανθυγιεινού περιβάλλοντος για τα φυτά.

Στο χώρο γύρω από τα φυτά επιδιώκουμε η σχετική υγρασία να μην είναι ούτε πολύ υψηλή, διότι ευνοείται η ανάπτυξη πολλών μυκητολογικών και βακτηριολογικών ασθενειών των φυτών, καθώς και η επιβίωση πολλών αυτών και νυμφών εντόμων, αλλά ούτε πολύ χαμηλή, διότι τότε αυξάνεται υπερβολικά η διαπνοή απ' τα φύλλα των φυτών και ακόμα ευνοείται η ανάπτυξη των ακάρεων.

-Τρόποι με τους οποίους αυξάνεται η υγρασία του χώρου:

- Βρέξιμο των διαδρόμων και πλευρικών τοιχωμάτων του θερμοκηπίου.
- Ψεκασμός νερού πάνω από τα φυτά με πολύ μικρές σταγόνες, που επιτυγχάνεται με σύστημα υψηλής πίεσης.

- Κλείσιμο των παραθύρων ή παύση της λειτουργίας των ανεμιστήρων, ώστε η υγρασία που διαπνέουν τα φυτά ή που εξατμίζεται από το έδαφος, να παραμένει μέσα στο θερμοκήπιο.

2.5 Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Το CO₂ είναι ένα από τα απαραίτητα υλικά της φωτοσύνθεσης διότι μαζί με το νερό, τα θρεπτικά συστατικά, παρουσία του φωτός και της χλωροφύλλης συμμετέχει στη σύνθεση των υδατανθράκων.

Το CO₂ στον ελεύθερο ατμοσφαιρικό αέρα απαντάται σε αναλογία 0,03% ή 300ppm. Μέσα στα θερμοκήπια η αναλογία αυτή αυξάνεται την νύχτα μέχρι 0,06%, ενώ την ημέρα μειώνεται 0,02% τότε ακριβώς το CO₂ γίνεται περιοριστικός παράγοντας για την φωτοσύνθεση και την ανάπτυξη των καλλιεργειών.

Οι ποσότητες του CO₂ που προσλαμβάνονται την ώρα από τις καλλιέργειες εξαρτώνται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, από την θερμοκρασία του αέρα και του εδάφους, από τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά, από την αναλογία του CO₂ στον αέρα, από την υγρασία του εδάφους, από το είδος και την ποικιλία της καλλιέργειας και από την ηλικία των φύλλων.

Με τον εμπλουτισμό του αέρα του θερμοκηπίου σε CO₂ επιτυγχάνεται:

- Αύξηση της παραγωγής και της ποιότητας.
- Πρωιμότητα της παραγωγής.

Όταν μεγαλώνει η συγκέντρωση του CO₂ στον αέρα, τότε κλείνει μέρος των στοματιδίων των φύλλων και αυτό εμποδίζει το "στρες" των φυτών από έλλειψη υγρασίας.

Από τα πολυάριθμα πειράματα που έγιναν σε διάφορα μέρη του κόσμου για να βρεθούν οι άριστες συγκεντρώσεις του CO₂ στον αέρα του θερμοκηπίου έχει διαπιστωθεί ότι, οι πιο ενδεδειγμένες συγκεντρώσεις CO₂ κυμαίνονται ανάμεσα σε 1000-1500ppm.

Μέρος 2^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

1.1 Θέρμανση θερμοκηπίου

Η χρησιμοποίηση της θέρμανσης στα θερμοκήπια είναι πολύ σημαντική, ιδίως για την συστηματική καλλιέργεια φυτών εκτός εποχής, αφού τα περισσότερα κηπευτικά για να αναπτυχθούν ικανοποιητικά απαιτούν θερμοκρασίες 10-25°C.

Το πόσο επηρεάζει η θερμοκρασία την ανάπτυξη των φυτών είναι γνωστό σε όλους, αφού γνωρίζουμε τις ζημιές που προκαλεί κάθε χρόνο ο παγετός ή ο καύσωνας στις καλλιέργειες.

Βέβαια στα θερμοκήπια η θερμοκρασία σπάνια ξεπερνά τα ακραία όρια, ώστε να καταστρέφει τα φυτά, συνήθως όμως απέχει αρκετά από το άριστο επίπεδο. Αυτό είναι εξίσου καταστρεπτικό, αφού μπορεί να οδηγήσει σε οψίμηση της παραγωγής, μείωση των αποδόσεων, υποβάθμιση της ποιότητας, μείωση της διατηρησιμότητας των προϊόντων και αύξηση της ευπάθειας σε παθογόνους μικροοργανισμούς.

Στην Ελλάδα η μέση ετήσια θερμοκρασία διαφέρει αρκετά μεταξύ των βορείων και νοτίων περιοχών και ακόμη περισσότερο κατά την διάρκεια των παγετών.

Εκτός από τις διαφορές που παρατηρούνται ως προς τη μέση μηνιαία θερμοκρασία υπάρχει και σημαντική διαφορά στον αριθμό ημερών παγετού κατά τη διάρκεια των οποίων απαιτείται θέρμανση για την θερμοκρασία των καλλιεργειών.

Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο δίνεται η θερμότητα στο χώρο του θερμοκηπίου τα κλασικά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται σε:

- Τοπικά συστήματα στα οποία χρησιμοποιούνται θερμάστρες παραφίνης, επαγωγής, υπέρυθρης ακτινοβολίας ή αερόθερμα.
- Κεντρικά συστήματα, όπου υπάρχει καυστήρας παραγωγής θερμού νερού ή ατμού που κυκλοφορούν σε σωληνώσεις μέσα στο θερμοκήπιο.

Σύμφωνα με έναν άλλο διαχωρισμό τα συστήματα θέρμανσης μπορούν να διακριθούν σε:

- Στατικά
- Θερμοδυναμικά

- **Στατικά συστήματα θέρμανσης**

Τα στατικά συστήματα θέρμανσης ή συστήματα κεντρικής κυκλοφορίας θερμού νερού σε σωλήνες ή θερμοσίφωνες αποτελούνται από: τον λέβητα, τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τις βαλβίδες ανάμειξης και τους σωλήνες διανομής.

Η διάταξη των σωλήνων μέσα στο θερμοκήπιο γίνεται με το σύστημα Tichelmann για να επιτυγχάνεται ομοιομορφία θέρμανσης.

Το νερό θερμαίνεται από 60-130°C. Το σύστημα αυτοματοποιείται με θερμάστρες νερού και χώρου. Παραλλαγές του συστήματος είναι η κυκλοφορία ειδικού λαδιού η κυκλοφορία νερού σε μεγάλη πίεση και η κυκλοφορία ατμού που χρησιμοποιείται για τις απολυμάνσεις του εδάφους.

Η τοποθέτηση των σωλήνων στο χώρο γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

α) Στις πλευρές και στο ύψος των υδρορροών του θερμοκηπίου. Το σύστημα αυτό είναι μεγάλης κατανάλωσης με καύσιμα και μικρής απόδοσης επειδή θερμαίνεται η οροφή του θερμοκηπίου και όχι ο χώρος όπου βρίσκονται τα φυτά και το έδαφος.

Ακόμη η ανακύκλωση του αέρα στα θερμοκήπια και ιδιαίτερα στο χώρο όπου βρίσκονται τα φυτά είναι ανεπαρκής και τα φυτά δεν αερίζονται ικανοποιητικά. Σημαντική είναι επίσης η μείωση του φωτισμού.

β) Σε απόσταση μικρή (30-60cm) από το έδαφος. Το σύστημα αυτό λειτουργεί συνήθως με χαμηλότερες θερμοκρασίες 60-65°C, άρα λιγότερα καύσιμα και με ομοιόμορφο κάθετο καταμερισμό της θερμοκρασίας.

Άλλα πλεονεκτήματα της χαμηλής θέρμανσης είναι η καλή ανακύκλωση του αέρα και ο καλός αερισμός των φυτών, που ευνοεί την μείωση της υψηλής σχετικής υγρασίας και την αύξηση του CO₂ στο επίπεδο των φυτών, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται θέρμανση του εδάφους.

Μειονεκτήματα του συστήματος είναι ότι οι σωλήνες εμποδίζουν τις καλλιεργητικές φροντίδες επίσης, επειδή οι σωλήνες δεν θερμαίνονται πάνω από 65°C, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές, το σύστημα

δεν μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητική θερμοκρασία στο θερμοκήπιο και γι' αυτό πρέπει να υπάρχει εφεδρικό σύστημα με θερμό αέρα.

γ) Με εύκαμπτους σωλήνες διανομής από πλαστικά υλικά διαμέτρου 12-15cm. Οι σωλήνες τοποθετούνται πάνω στο έδαφος κοντά στα φυτά ή στους διαδρόμους χωρίς προβλήματα από την κυκλοφορία του προσωπικού πάνω σ' αυτούς και καλύπτουν το 30-80% της καλλιεργούμενης επιφάνειας. Το νερό που κυκλοφορεί στους σωλήνες είναι χαμηλής θερμοκρασίας μέχρι 45°C και η μετάδοση της θερμότητάς του γίνεται με αγωγιμότητα προς το έδαφος και τις ρίζες των φυτών, με ακτινοβολία προς το υπέργειο μέρος των φυτών και με αγωγή προς το περιβάλλον. Πλεονεκτήματα του συστήματος είναι η δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος στο επίπεδο των φυτών, χαμηλό κόστος εγκατάστασης, οικονομία καυσίμων.

Πλεονεκτήματα των στατικών συστημάτων:

- Θέρμανση του αέρα και του εδάφους.
- Σε περίπτωση βλάβης του συστήματος η θερμοκρασία του χώρου μειώνεται σιγά – σιγά.
- Ικανοποιητικό επίπεδο σχετικής υγρασίας.
- Καλή ομοιογένεια θέρμανσης.
- Ελάχιστα προβλήματα από καυσαέρια.

Μειονεκτήματα

- Μεγάλο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.
- Δύσκολη ρύθμιση της λειτουργίας.

- Θερμοδυναμικά συστήματα θέρμανσης

Αποτελούνται από τα αερόθερμα και τα μέσα διανομής του θερμού αέρα. Τα μέρη των αερόθερμων είναι ο καυστήρας, ο αερολέβητας και ο ανεμιστήρας. Ο ανεμιστήρας απορροφά τον κρύο αέρα από το χώρο του θερμοκηπίου, τον περνά από τον αερολέβητα, όπου θερμαίνεται και στη συνέχεια τον κατευθύνει στο χώρο των φυτών. Η θερμοκρασία του αέρα που βγαίνει από το αερόθερμο είναι 35-45°C . Και η ταχύτητα του 5-20m/sec. Η

τοποθέτηση των αερόθερμων μπορεί να γίνει στο κέντρο του θερμοκηπίου, είτε στις πλευρές ή στα μέτωπα του θερμοκηπίου.

Οι πλαστικοί σωλήνες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την προώθηση του αέρα έχουν διάμετρο 40-60cm. Τοποθετούνται σε ύψος 1,50m από το έδαφος και φέρουν οπές στις δύο πλευρές. Η πυκνότητα των οπών αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από την πηγή θερμότητας.

Χωρίς να λειτουργούν οι καυστήρες, τα αερόθερμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον αερισμό του θερμοκηπίου και την απομάκρυνση της υπερβολικής υγρασίας.

Επίσης, τα αερόθερμα μπορούν να συνδυαστούν με εξαεριστήρες για τον αερισμό του θερμοκηπίου.

Πλεονεκτήματα θερμοδυναμικών συστημάτων

- Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.
- Μικρός όγκος.
- Καλή ομοιομορφία θέρμανσης.
- Εύκολη ρύθμιση λειτουργίας.

Μειονεκτήματα

- Μειώνεται η σχετική υγρασία του αέρα του θερμοκηπίου.
- Σε περίπτωση βλάβης των συσκευών η ψύξη του θερμοκηπίου είναι ταχύτερη.
- Δεν θερμαίνεται από τα καυσαέρια.

Στην επιλογή του κατάλληλου συστήματος θέρμανσης θα πρέπει να εξετάζεται:

- 1) Αν μπορεί να εξασφαλίζει την θερμοκρασία που χρειάζεται η καλλιέργεια.
- 2) Αν διανέμει ομοιόμορφα τη θερμότητα (ομοιογένεια).
- 3) Αν τα καύσιμα είναι φθηνά και εύκολα να βρεθούν.
- 4) Αν είναι εύκολη η συντήρηση και επισκευή τους.
- 5) Αν υπάρχει κίνδυνος να ζημιωθούν τα φυτά από τα καυσαέρια.

1.2 Αερισμός του θερμοκηπίου

Γενικά

Με τον όρο “αερισμός” του θερμοκηπίου εννοούμε δύο διαφορετικές τεχνικές:

α) Την ανάδευση του εσωτερικού αέρα του θερμοκηπίου με την οποία επιδιώκεται η δημιουργία ομοιόμορφων συνθηκών περιβάλλοντος σ’ όλο το χώρο του.

β) Την ανταλλαγή του θερμού αέρα του θερμοκηπίου με τον εξωτερικό αέρα που τον ονομάζουμε ειδικότερα εξαερισμό. Με τον εξαερισμό επιδιώκεται ο περιορισμός της αύξησης της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο κατά τη θερμή περίοδο και η διόρθωση της αναλογίας των διαφόρων συστατικών του αέρα μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου, όπως και της συγκέντρωσης των υδρατμών του CO₂ και των άλλων αερίων. Στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες οι ανάγκες για εξαερισμό είναι μεγάλες από νωρίς την Άνοιξη έως και αργά το φθινόπωρο.

Ο εξαερισμός διακρίνεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- ✓ Το φυσικό ή στατικό αερισμό, όπου ο αέρας κινείται λόγω των διαφορών πίεσης που δημιουργούνται από τις φυσικές συνθήκες.
- ✓ Δυναμικό αερισμό όπου οι διαφορές πίεσης δημιουργούνται από ειδικές τεχνητές συνθήκες.

- Φυσικός εξαερισμός

Ο φυσικός εξαερισμός του θερμοκηπίου γίνεται μέσω των παραθύρων που υπάρχουν στα πλάγια και στην οροφή με τρεις τρόπους:

1) Λόγω διαφοράς πίεσης που δημιουργείται από τους ανέμους. 2) Ο αέρας μπαίνει από τα παράθυρα της πλευράς με τη μεγαλύτερη πίεση και βγαίνει από εκείνα της απέναντι πλευράς με τη μικρότερη πίεση. 3) Με συνδυασμό των παραπάνω δύο τρόπων που είναι και ο συνηθέστερος στην πράξη.

Για να είναι αποτελεσματικός ο φυσικός εξαερισμός πρέπει τα ανοίγματα να καλύπτουν μια επιφάνεια ίση με το 25-30% της επιφάνειας του καλυμμένου εδάφους, ώστε ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα να είναι

ικανοποιητικός. Στα περισσότερα θερμοκήπια ο φυσικός εξαερισμός γίνεται με παράθυρα στις πλευρές και τα μέτωπα ανοιγοκλείνουν με χειροκίνητο τρόπο ή αυτοματοποιημένο.

Οι θερμοστάτες χώρου κλείνουν το ηλεκτρικό κύκλωμα όταν ανέβει η θερμοκρασία, οπότε ενεργοποιούνται οι ηλεκτροκινητήρες και ανοίγουν τα παράθυρα.

Το σύστημα αυτό έχει το μειονέκτημα ότι λειτουργεί με βάση μόνο την θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου χωρίς να παίρνει υπ' όψιν τους ανέμους.

Για να μην υπάρξουν προβλήματα με έναν ισχυρό άνεμο πρέπει να υπάρχει εκτός από το θερμοστάτη και ανεμόμετρο για να λαμβάνεται υπόψη και η ταχύτητα του ανέμου.

Στην Ελλάδα απαιτούνται την ώρα περίπου 40 αλλαγές του αέρα του θερμοκηπίου, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της εποχής. Ο ρυθμός αλλαγών επιτυγχάνεται με το κατάλληλο ποσοστό ανοιγμάτων οροφής και πλευρών. Ωστόσο κατά το χρονικό διάστημα Μαΐου –Σεπτεμβρίου τα ανοίγματα αυτά μπορεί να αποδειχτούν όχι ικανά να μειώσουν τις υψηλές θερμοκρασίες, οπότε είναι απαραίτητη η εφαρμογή δυναμικού εξαερισμού σε συνδυασμό ίσως και με συστήματα δροσισμού.

- **Δυναμικός εξαερισμός**

Ο δυναμικός εξαερισμός επιβάλλεται όταν δεν επαρκεί ο φυσικός εξαερισμός και εφαρμόζεται με την τοποθέτηση ηλεκτρικών ανεμιστήρων ή εξαεριστήρων. Ο αέρας του θερμοκηπίου μπορεί να ανανεώνεται ανεξάρτητα από τις συνθήκες θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο ακόμη και όταν έξω επικρατούν ζέστη και άπνοια ή ισχυροί άνεμοι.

Οι εξαεριστήρες δημιουργούν τεχνητή διαφορά πίεσης, είτε απορροφώντας αέρα από το περιβάλλον εκτός του θερμοκηπίου και διοχετεύοντάς τον στο εσωτερικό απωθώντας τον αέρα που πρέπει να ανανεωθεί (εξαερισμός με υπερπίεση), είτε συνηθέστερα απομακρύνοντας τον αέρα από το εσωτερικό του θερμοκηπίου προς το εξωτερικό, δημιουργώντας υποπίεση, οπότε φρέσκος αέρας εισέρχεται από τα παράθυρα που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά.

Σε κάθε περίπτωση ο εξωτερικός αέρας που είναι ζεστός και ξηρός δεν πρέπει να πέφτει κατευθείαν πάνω στα φυτά, αλλά να διοχετεύεται

ομοιόμορφα σ' όλο το χώρο. Για να κατανέμεται ομοιογενώς ο αέρας χρησιμοποιούνται σωλήνες πολυαιθυλενίου, διαφανείς και διάτρητοι που τοποθετούνται κατά μήκος της οροφής ξεκινώντας από τα σημεία εισόδου του αέρα ενώ το άλλο άκρο τους είναι κλειστό.

Στον εξαερισμό με υπερπίεση χρησιμοποιούνται πολύστροφοι ανεμιστήρες, τοποθετημένοι στο ύψος των υδρορροών και επιταχύνουν τον αέρα 3-4m/sec. Αντίθετα οι εξαεριστήρες που δημιουργούν υποπίεση είναι αξονικοί με λίγες στροφές χαμηλότερης ισχύος με παροχή 30.000m³/h αέρα. Οποσδήποτε η ισχύς και ο αριθμός των εξαεριστήρων πρέπει να εξασφαλίζουν 45-60 ανανεώσεις του αέρα σε μια ώρα.

Στα πολλαπλά δίρικτα ή τοξωτά θερμοκήπια οι εξαεριστήρες τοποθετούνται στις πλευρές, σε αποστάσεις 6-10m μεταξύ τους, ενώ η απέναντι πλευρά με τα παράθυρα δεν πρέπει να απέχει περισσότερο από 40m.

Αντίθετα στα απλά θερμοκήπια μικρού μήκους η είσοδος του αέρα γίνεται από τα μέτωπα και η έξοδος του από τις πλευρές. Γενικά τα παράθυρα είναι συνήθως διπλάσια σε αριθμό από τους εξαεριστήρες ή το άνοιγμα είναι συνεχές.

Ο δυναμικός εξαερισμός είναι η καλύτερη λύση για περιοχές με ισχυρούς ανέμους και ιδιαίτερα για καλοκαιρινές καλλιέργειες. Στην περίπτωση αυτή συνδυάζεται με το σύστημα δροσισμού.

Στις μεσογειακές περιοχές η θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο κατά την περίοδο του καλοκαιριού είναι πολύ υψηλή προκαλώντας ζημιές στα φυτά, ακόμα κι αν εφαρμόζεται δυναμικός εξαερισμός. Ιδιαίτερα όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ξεπερνά τους 30°C, η θερμοκρασία στο εσωτερικό δεν είναι δυνατό να πέσει κάτω από 30-35°C αν δεν χρησιμοποιηθεί σύστημα δροσισμού.

1.3 Δροσισμός

Δροσισμός του χώρου του θερμοκηπίου ορίζεται η μείωση της θερμοκρασίας του χώρου αυτού με εξάτμιση νερού.

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται κατά σειρά σπουδαιότητας είναι τα συχνά ποτίσματα, η διαβροχή των φυτών και εδάφους η εκτόξευση νερού με μορφή λεπτών σταγόνων και η βίαιη ροή αέρα μέσα από υγρά διαπερατά πετάσματα.

Η εκτόξευση νερού με μορφή λεπτών σταγόνων γίνεται με σύστημα αντλιών μεγάλης πίεσης και σωλήνων που φέρνουν ακροφύσια (μπεκ). Οι σωλήνες αυτοί τοποθετούνται στο ύψος των ανοιγμάτων ώστε ο εισερχόμενος αέρας να ψύχεται και να εμπλουτίζεται με υγρασία λόγω της εξάτμισης. Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται διαφορά 4-6°C σχετικά με τον εξωτερικό αέρα.

Καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με το σύστημα της βίαιης ροής αέρα μέσα από υγρά διαπερατά πετάσματα πάχους 5-15cm που συντίθενται από υλικά ικανά να παρουσιάσουν μεγάλη επιφάνεια εξάτμισης 40-60m², όπως είναι τα ρινίσματα λευκού ξύλου, φύκια κ.α.

Το παραπάνω σύστημα λειτουργεί με τον εξής τρόπο:

Με τη βοήθεια εξαεριστήρων δημιουργείται υποπίεση στο θερμοκήπιο και ο εξωτερικός θερμός και ξηρός αέρας, αναγκαζόμενος να περάσει μέσα από το υγρό πέτασμα, εξατμίζει το νερό και με μειωμένη θερμοκρασία διαχέεται στο θερμοκήπιο. Οι εξαεριστήρες ρυθμίζονται από θερμοστάτες και οι υδραντλίες για τη διαβροχή των πετασμάτων από υγροστάτες.

Μεγάλη σημασία έχει η ομοιογένεια διαβροχής του πετάσματος, ενώ το νερό που χρησιμοποιείται δεν πρέπει να έχει άλατα γιατί θα σχηματιστεί κρούστα στο πέτασμα και μείωση της απόδοσης μέχρι και καταστροφή του.

Με τη χρησιμοποίηση του συστήματος η υγρασία του χώρου ανέρχεται πάνω από 70% και έτσι δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη ασθενειών, γι' αυτό και είναι απαραίτητο να λαμβάνονται αυξημένα μέτρα για την αντιμετώπισή τους. Με το σύστημα δροσισμού επιτυγχάνονται τα ακόλουθα:

- Ανανέωση του αέρα και εξασφάλιση των απαιτούμενων συνθηκών θερμοκρασίας μέχρι 12°C και αύξηση της υγρασίας σε επιθυμητά επίπεδα (70-90%).
- Φιλτράρισμα του αέρα και απαλλαγή του από έντομα, σκόνες καθώς και εμπλουτισμός του με CO₂.
- Φτηνό κόστος λειτουργίας (9-12 KWh ανά στρέμμα).

1.4 Το CO₂

Ο εμπλουτισμός με CO₂ στο θερμοκήπιο γίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας γιατί τότε λειτουργεί η φωτοσύνθεση και όταν τα παράθυρα είναι κλειστά και δεν λειτουργούν οι εξαεριστήρες.

Ο εμπλουτισμός του θερμοκηπίου με CO₂ δεν γίνεται όταν τα παράθυρα είναι ανοιχτά, διότι οι απώλειες είναι μεγάλες.

Στις ελληνικές συνθήκες ο εμπλουτισμός είναι δυνατό να γίνει με θετικό αποτέλεσμα μόνον από το Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο, γιατί τότε η χρονική διάρκεια που μένουν τα παράθυρα ανοιχτά δεν είναι πολύ μεγάλη.

- **Μέθοδοι εμπλουτισμού:**

A) Καύση προπανίου σε ειδικούς καυστήρες τέλειας καύσης.

Η καύση του προπανίου γίνεται σε καυστήρες τέλειας καύσης που κρέμονται από την οροφή του θερμοκηπίου και λειτουργούν αυτόματα με φωτοκύτταρο ή με χρονοδιακόπτη και διακόπτη παραθύρων που διακόπτει τη λειτουργία τους όταν ανοίξουν τα παράθυρα ή λειτουργήσουν οι εξαεριστήρες. Το καύσιμο πρέπει να είναι υψηλής καθαρότητας κυρίως ως προς το θείο γιατί όταν το θείο καίει παράγεται SO₂ το οποίο μετατρέπεται σε θειώδες οξύ που προκαλεί εγκαύματα στα φυτά.

B) Εξάτμιση υγρού CO₂

Το υγρό CO₂ βρίσκεται σε δεξαμενή υπό υψηλή πίεση και διοχετεύεται με σωλήνες στο χώρο του θερμοκηπίου, μετά από μια σειρά βαλβίδων ρύθμισης της πίεσης. Η κατανομή στο χώρο του θερμοκηπίου γίνεται με πλαστικούς σωλήνες διαμέτρου 6-12mm, που έχουν κατά μήκος οπές ανά 30cm ένας σωλήνας για πλάτος θερμοκηπίου 5m.

Η μέθοδος αυτή είναι η συνηθέστερη στη χώρα μας.

Γ) Εξάχνωση στερεού CO₂ (ξηρός πάγος).

Ξηρό πάγο ονομάζουμε το στερεοποιημένο CO₂. Μέσα στο θερμοκήπιο τοποθετούνται ανά διαστήματα τεμάχια ξηρού πάγου, ώστε με την εξαέρωσή τους να δίνουν CO₂ σ' όλο το χώρο. Σ' αυτή την περίπτωση δεν είναι δυνατή η ρύθμιση της εξαέρωσης, διότι από τη στιγμή που θα αφεθεί ο ξηρός πάγος, εξαερώνεται χωρίς έλεγχο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ – ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

2.1 Αρδευτικά Συστήματα

Για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών, εκτός από το ευνοϊκό περιβάλλον το υπέργειο τμήμα του φυτού, θα πρέπει να δημιουργηθεί και το κατάλληλο περιβάλλον στο υπόγειο μέρος του φυτού την ρίζα.

Για μια επιτυχημένη ανάπτυξη και παραγωγή των καλλιεργειών, θα πρέπει στη ρίζα να υπάρχει άφθονο οξυγόνο και ταυτόχρονα επαρκές νερό.

Η κατανάλωση νερού σε μια καλλιέργεια προέρχεται από:

- Την εξάτμιση του νερού στην επιφάνεια του εδάφους.
- Την διαπνοή του φυτού.
- Το νερό που μπαίνει στην σύνθεση του φυτού.
- Τις απώλειες από τη ροή στην επιφάνεια και στράγγιση.

Η συχνότητα και η ποσότητα του νερού άρδευσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι το κλίμα, το φυτό, και το έδαφος. Το κλίμα και το φυτό προσδιορίζουν κυρίως τη συχνότητα του ποτίσματος ενώ οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους προσδιορίζουν την αρδευτική δόση.

Η ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες είναι μεγάλης σπουδαιότητας. Όσο καλύτερης ποιότητας είναι το νερό που χρησιμοποιείται για άρδευση τόσο μεγαλύτερη είναι η μέγιστη παραγωγή που μπορεί να επιτευχθεί στο θερμοκήπιο.

Η ποιότητα του νερού καθορίζεται κυρίως από τις συγκεντρώσεις των διαφόρων ιόντων που περιέχει. Τα ιόντα που βρίσκονται συνήθως στα υπόγεια νερά είναι: Νάτριο (Na^{++}) Χλώριο (Cl^-) Ασβέστιο (Ca^{++}) Μαγνήσιο (Mg^{++}) Δισαυθράκικα (CHCO_3^-) Θειικά (SO_4^{--}).

Αρδευτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι:

-Πότισμα με το χέρι –Πότισμα με σωλήνες που φέρουν ψεκαστικές – Με σωληνίσκους πολύ μικρής διαμέτρου –Ψεκασμός από πάνω –Πότισμα με

τριχοειδές –Πότισμα με κατάκλυση –Στάγδην πότισμα με σωλήνα λεπτών τοιχωμάτων –Στάγδην πότισμα με σωλήνα διπλών τοιχωμάτων –Σωλήνες με σταλακτήρες.

- **Κεντρική εγκατάσταση**

Για την εγκατάσταση ενός συστήματος άρδευσης θα πρέπει πρώτα να προηγηθεί μια σωστή μελέτη, λαμβάνοντας υπόψη τη διαθέσιμη ποσότητα νερού, τις απαιτήσεις των φυτών και τις κατασκευαστικές δυνατότητες.

Οι πλαστικοί σωλήνες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι στο P.V.C. διότι είναι φθηνότεροι από τους μεταλλικούς. Οι σωληνώσεις αυτές τοποθετούνται υπόγεια και όχι εναέρια, για να αποφεύγεται η σκίαση στο θερμοκήπιο.

Ο τύπος του φίλτρου που χρησιμοποιείται στην αρχή της εγκατάστασης, εξαρτάται από την καθαρότητα του χρησιμοποιούμενου νερού.

Στα τραπέζια των ανθοκομικών φυτών το νερό διανέμεται με πλαστικό σωλήνα, διαμέτρου 20mm, ο οποίος δέχεται το νερό στο μέσον του. Σωλήνας διαμέτρου 20mm και μήκους 20m, όταν τροφοδοτείται κανονικά με νερό από τη μία άκρη, μπορεί να τροφοδοτήσει ομοιόμορφα 70 γλάστρες. Ιδίου μήκους σωλήνας μπορεί να ποτίζει 280 γλάστρες όταν τροφοδοτείται στη μέση.

Το νερό μεταφέρεται στη γλάστρα με σωλήνα πολύ μικρής διαμέτρου, μήκους 60cm. Στις καλλιέργειες εδάφους η διανομή του νερού στις γραμμές των φυτών γίνεται με πλαστικό σωλήνα, διαμέτρου 10mm ή 10mm, που φέρει σταλακτήρες στις αποστάσεις των φυτών.

Όταν το έδαφος απολυμαίνεται με ατμό, θα πρέπει να μαζεύονται οι πλαστικοί σωλήνες, ειδάλλως επιταχύνεται η φθορά τους. Οι σωλήνες αυτοί πριν ξανατοποθετηθούν θα πρέπει να απολυμανθούν με χημικό απολυμαντικό και καλό πλύσιμο.

- **Διακόπτες λειτουργίας**

Στις μικρές επιχειρήσεις χρησιμοποιούνται κυρίως οι χειροκίνητοι διακόπτες νερού. Ο καλλιεργητής πρέπει να ελέγχει καθημερινά όλο το θερμοκήπιο για να διαπιστώσει την κατάσταση της εδαφικής υγρασίας. Στις μεγάλες επιχειρήσεις προτιμούνται οι αυτοματισμοί.

Ο απλούστερος αυτοματισμός, που δεν απαιτεί την ύπαρξη ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελείται από ογκομετρικούς και υδραυλικούς διακόπτες που λειτουργούν σαν καταφράκτες, ο ένας μετά τον άλλον.

Ένας άλλος απλός αυτοματισμός είναι αυτός που δημιουργείται από χρονοδιακόπτη.

Οποιοσδήποτε αυτοματισμός κι αν υπάρχει ρυθμίζεται έτσι ώστε να μην ανοίγουν όλοι οι διακόπτες μαζί για πότισμα, αλλά διαδοχικά. Όταν ποτιστεί το ένα τμήμα, αρχίζει να ποτίζεται το άλλο, ώστε να αποφεύγονται οι μεγάλες κεντρικές εγκαταστάσεις.

2.2 Σύστημα Λίπανσης

Σήμερα στο θερμοκήπιο η χορήγηση των λιπασμάτων γίνεται συνήθως μαζί με το νερό του ποτίσματος. Ο τρόπος χορήγησης των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων με το πότισμα παρουσιάζει μια ελκυστική όψη, γιατί επιτρέπει μαζί με το πότισμα και τη σύγχρονη μεταφορά και διανομή των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων που έχει ανάγκη το φυτό.

Η αρχή της μεθόδου αφορά τη διάλυση του νερού του ποτίσματος των αναγκαίων ανόργανων στοιχείων, για να μεταφερθούν έτσι μαζί με το νερό στο επίπεδο των ριζών. Στην εφαρμογή της μεθόδου όμως υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί, από διάφορες δυσκολίες που συνδέονται με τις συνθήκες περιβάλλοντος (έδαφος, κλίμα) και τη συμπεριφορά των λιπασμάτων.

Για μια σωστή λίπανση σε εντατικά καλλιεργούμενα εδάφη θερμοκηπίων, είναι χρήσιμο η λίπανση να γίνεται συνάρτηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους και του PH.

Το νερό που είναι εμπλουτισμένο με τα λιπαντικά στοιχεία, δίνεται συνήθως στην καλλιέργεια με στάγδην άρδευση ή με καταιονισμό. Πρώτιστα ενδιαφέρει το νερό να κατανεμηθεί όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφα στην έκταση των φυτών που πρόκειται να ποτιστούν. Όταν η διανομή δεν είναι ομοιόμορφη, τα τμήματα του θερμοκηπίου που δεν ποτίζονται επαρκώς δέχονται και πολύ μικρές ποσότητες λιπασμάτων, ενώ στα τμήματα που ποτίζονται υπερβολικά μπορεί να υπάρξουν απώλειες λιπαντικών στοιχείων από έκπλυση.

Σε καλλιέργειες θερμοκηπίου που γίνονται πάνω σε υποστρώματα (Βερμικουλίτης, Περλίτης, Πορσελάνη, Τύρφη, Άχυρο κ.α.) η μέθοδος αυτή επιβάλλεται γιατί αποτελεί το μόνο λογικό τρόπο χορηγήσεως των λιπασμάτων.

Με την υδρολίπανση επιτυγχάνουν τα ακόλουθα:

- Διανομή του λιπάσματος σε ομοιόμορφη και καλύτερη ρυθμιζόμενη στο χρόνο.
- Μικρότερη συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος.
- Μεγάλη διαθεσιμότητα και γρήγορη απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων.
- Μείωση στο κόστος εργασίας και δυνατότητα αυτοματοποίησης.

Τα είδη λιπαντήρα

Οι συσκευές που συνήθως χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή του διαλύματος των θρεπτικών στοιχείων στο δίκτυο ποτίσματος είναι:

α) Τύπος δοχείου

Είναι ένας κάδος στον οποίο τοποθετείται το λίπασμα και συναρμολογείται με σωλήνες σε δύο σημεία πάνω στο δίκτυο. Ένας διακόπτης που βρίσκεται πάνω στο δίκτυο μεταξύ των δύο αυτών σημείων ρυθμίζει τη ροή του νερού μέσα από το δοχείο. Μέσα από το δοχείο περνά ένα μέρος μόνο του νερού άρδευσης και παρασύρει το λίπασμα μέσα στο δίκτυο. Το μειονέκτημα αυτής της συσκευής είναι ότι η συγκέντρωση του λιπάσματος ελαττώνεται απότομα.

β) Δοσομετρική αντλία

Μ' αυτό το σύστημα η αντλία εισάγει μια ποσότητα του μητρικού διαλύματος σε προσδιορισμένη αναλογία στο δίκτυο. Αν η παροχή του νερού μένει σταθερή, τότε και η συγκέντρωση των αλάτων στο νερό του ποτίσματος είναι σταθερή.

γ) Αναλογικοί Εισαγωγείς

Η λειτουργία τους εξαρτάται από την παροχή του νερού και μπορεί να στηρίζονται σε υδραυλική ή ηλεκτρική αρχή. Η συγκέντρωση των λιπαντικών στοιχείων στο νερό του ποτίσματος με αυτή τη συσκευή είναι σταθερή και ανεξάρτητη από τη μεταβολή της παροχής.

2.3 Συστήματα Απολύμανσης

Στις εντατικές καλλιέργειες του θερμοκηπίου η προσβολή του ριζικού συστήματος των φυτών τους επιζήμιους μικροοργανισμούς του εδάφους, αποτελεί συνεχώς πρόβλημα.

Πριν την εφαρμογή της παστερίωσης του εδάφους με ατμό ή με χημικά μέσα, ο μόνος τρόπος να αντιμετωπισθεί η συνεχής καλλιέργεια των φυτών στην ίδια θέση, ήταν η αλλαγή εδάφους κάθε χρόνο. Οπωσδήποτε αυτός ο τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος έχει υψηλό κόστος και δύσκολα εφαρμόζεται σε όλες τις περιπτώσεις.

Εκτός από την απολύμανση του εδάφους, απολύμανση γίνεται και στα υποστρώματα καλλιέργειας των καλλωπιστικών φυτών για τους ίδιους λόγους.

- **Τρόποι απολύμανσης**

Απολύμανση με Ατμό

Στη θερμοκρασία των 71° C σχεδόν όλα τα παθογόνα βακτήρια – μύκητες και διάφοροι ιοί φυτών καταστρέφονται.

Αν και μπορεί να χρησιμοποιηθούν πολλοί τρόποι για την θέρμανση του εδάφους, ο πιο κοινός τρόπος είναι η χρησιμοποίηση ατμού που περνάει μέσα από το έδαφος και αυξάνει την θερμοκρασία του.

Τα πλεονεκτήματα της απολύμανσης με ατμό είναι:

- Μη καταστροφή των χρήσιμων μικροοργανισμών.
- Μπορεί να εφαρμοσθεί χωρίς κίνδυνο για τις γειτονικές καλλιέργειες και σε ζώνες που απαγορεύονται τα χημικά.
- Το έδαφος μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέσως μόλις η θερμοκρασία του κατέβει στους 25° C .
- Η οργανική ουσία προσβάλλεται ευκολότερα από τους μικροοργανισμούς.

Άλλοι τρόποι απολύμανσης με ατμό είναι:

A) Το έδαφος σκεπάζεται με πλαστικό φύλλο και ο ατμός περνάει στο σύστημα στράγγισης που είναι προσαρμοσμένο για απολύμανση.

B) Το έδαφος σκεπάζεται με πλαστικό φύλλο και περιφερειακά τοποθετούνται βαριά αντικείμενα ώστε να στερεωθεί το κάλυμμα στο έδαφος.

Ο ατμός διοχετεύεται με σωλήνα που βρίσκεται μεταξύ του εδάφους και του πλαστικού καλύμματος. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι ο χρόνος που απαιτείται για να εισχωρήσει ο ατμός στο έδαφος είναι μεγάλος.

Γ) Στις μεγάλες θερμοκηπιακές μονάδες χρησιμοποιείται το άροτρο ατμού, που αποτελείται από:

- Έναν σωλήνα μεγάλης διαμέτρου στα άκρα του κλειστό.
- Ηνία, τα οποία στηρίζονται στο σωλήνα μεγάλης διαμέτρου.
- Πίσω από κάθε ηνίο βρίσκεται ένας σωλήνας που μεταφέρει τον ατμό.
- Από έναν εύκαμπτο σωλήνα στον οποίο φτάνει ο ατμός από τις κεντρικές σωληνώσεις διανομής και πηγαίνει στο σωλήνα μεγάλης διαμέτρου. Το σύστημα έλκεται κατά μήκος του θερμοκηπίου με τρακτέρ πίσω από το οποίο στρώνεται φύλλο πλαστικού.

Σε ανθοκομικά φυτά (Γλαστρικά)

-Εδαφικά μίγματα γλαστρικών

Τα μίγματα για τα γλαστρικά φυτά απολυμαίνονται ευκολότερα σε ένα βαγόνι, στον πυθμένα του οποίου υπάρχουν διάτρητοι σωλήνες ένας από τους οποίους περνάει ο ατμός με θάλαμο ατμού από κάτω.

-Λεκάνες καλλιέργειας λουλουδιών

Οι λεκάνες που βρίσκονται πάνω στο έδαφος καλύπτονται με ένα κοινό πλαστικό φύλλο και η απελευθέρωση του ατμού στο εδαφικό μίγμα γίνεται από χωμένους τρύπιους σωλήνες. Σε λεκάνες καλλιέργειας όπου έχει προβλεφθεί σωλήνας στράγγισης, η είσοδος και κατανομή του ατμού γίνεται από εκεί.

Σε υπερυψωμένες λεκάνες ή τραπέζια καλλιέργειας η απελευθέρωση του ατμού στο μίγμα γίνεται με διάτρητο σωλήνα που χώνεται στο μέσο του μίγματος ή με κοινό σωλήνα, του οποίου το στόμιο τοποθετείται μεταξύ του μίγματος και πλαστικού φύλλου.

-Εδαφικά μίγματα γλαστρικών

Τα μίγματα για τα γλαστρικά φυτά απολυμαίνονται ευκολότερα σε ένα βαγόνι, στον πυθμένα του οποίου υπάρχουν διάτρητοι σωλήνες από τους οποίους περνάει ο ατμός η διάτρητος ψευδοπυθμένας, με θάλαμο ατμού από κάτω.

-Για να απολυμανθεί το έδαφος του θερμοκηπίου, χρησιμοποιούνται οι εξής τρόποι:

- Το έδαφος σκεπάζεται με πλαστικό φύλλο και ο ατμός περνάει στο σύστημα στράγγισης, που είναι προσαρμοσμένο για απολύμανση. Ο ατμός διαχέεται μέσα στο έδαφος και το θερμαίνει.
- Το έδαφος σκεπάζεται με πλαστικό φύλλο στις άκρες του καλύμματος τοποθετούνται βαριά αντικείμενα, και ρίχνεται χώμα ώστε να στερεωθεί η περιφέρεια του καλύμματος στο έδαφος. Ο ατμός διοχετεύεται με σωλήνα που βρίσκεται επάνω στο έδαφος και κάτω από το κάλυμμα.
- Στις μεγάλες θερμοκηπιακές μονάδες χρησιμοποιείται το άροτρο ατμού, που αποτελείται από έναν σωλήνα μεγάλης διαμέτρου 10cm και μήκους 4 μέτρων. Πίσω από κάθε ηνίο βρίσκεται ένας σωλήνας διαμέτρου 1,2cm που μεταφέρει τον ατμό από τον μεγάλο σωλήνα στο έδαφος. Ο ατμός έρχεται από τις κεντρικές σωληνώσεις διανομής, προς τον μεγάλης διαμέτρου σωλήνα δια μέσου εύκαμπτου σωλήνα.

Κατά την κίνηση του αρότρου ατμού απαιτούνται 30 λεπτά για να περάσει το πλαστικό φύλλο επάνω από το έδαφος που δέχθηκε τον ατμό.

Μ' αυτό τον τρόπο η θερμοκρασία του εδάφους διατηρείται στους 71° C για 30 λεπτά περίπου.

- Απολύμανση με χημικά μέσα.

Στις περισσότερες περιπτώσεις στη χώρα μας, για απολύμανση του εδάφους του θερμοκηπίου, χρησιμοποιούνται τα χημικά μέσα, διότι τα περισσότερα θερμοκήπια δεν διαθέτουν λέβητες παραγωγής ατμού.

Τα χημικά απολυμαντικά εδάφους εφαρμόζονται, στο έδαφος, σε στερεά ή υγρή μορφή και αφού μετατραπούν σε αέρια, διαχέονται στους πόρους του εδάφους.

Η απολύμανση με χημικά μέσα έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- 1) Δεν καταπολεμούνται εντελώς όλες οι ασθένειες.
- 2) Παραμένουν κατάλοιπα στο έδαφος, τα οποία μπορεί να είναι επιζήμια για τα φυτά εφόσον φυτευθούν σύντομα μετά την απολύμανση.
- 3) Παραμένουν στο έδαφος μερικά κατάλοιπα της χημικής ουσίας, επικίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό.

- 4) Υπάρχουν περιορισμοί στο χρόνο εφαρμογής τους. Τα περισσότερα χημικά απολυμαντικά δρουν με τους ατμούς τους. Για να γίνει σωστά η απολύμανση του εδάφους η θερμοκρασία πρέπει να είναι κάτω από 30° C και πάνω από 10° C .

Μέθοδοι απολύμανσης με χημικό μέσο.

- Χημικά απολυμαντικά σε στερεά μορφή (σε κόκκους ή σκόνη)

Οι χημικές ουσίες σε μορφή κόκκων ή σκόνης απλώνονται σε όλη την επιφάνεια του εδάφους και αναμοχλεύεται το έδαφος μέχρι βάθους 25cm. Μετά την ανάμιξη, το έδαφος θα πρέπει να καλύπτεται με ένα φύλλο πλαστικού για να μην φύγει η πτητική δραστική ουσία. Αν δεν υπάρχει δυνατότητα κάλυψης με πλαστικό, θα πρέπει να ποτιστεί με τεχνητή βροχή.

- Χημικά απολυμαντικά σε υγρή μορφή.

α) Η συμπυκνωμένη χημική ουσία διαλύεται στο νερό, όπως αναφέρουν οι οδηγίες που βρίσκονται στη συσκευασία τους και ψεκάζονται στο έδαφος σε ποσότητα συνήθως 25 λίτρων όπως παραπάνω.

β) Η συμπυκνωμένη χημική ουσία εγχύεται απ' ευθείας στο έδαφος με ειδικούς εγχυτήρες σε βάθος 22,5cm. Το έδαφος σκαλίζεται και ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως στην πρώτη περίπτωση.

- Χημικά απολυμαντικά σε αέρια μορφή.

Η χημική ουσία φέρεται υγροποιημένη σε δοχεία με υψηλή πίεση. Όταν απελευθερωθεί στην πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα, εξαερώνεται. Το έδαφος καλύπτεται ώστε να μη διαφεύγει το αέριο. Η κάλυψη γίνεται συνήθως με πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου, που χώνεται στα άκρα του στο έδαφος.

2.3 Φωτισμός

Στην χώρα μας παρ' όλο που το καλοκαίρι, αργά την άνοιξη και νωρίς το φθινόπωρο υπάρχει αρκετός φωτισμός φυσικός, ο οποίος ικανοποιεί τις ανάγκες αυτών των φυτών, το χειμώνα ο φυσικός φωτισμός του θερμοκηπίου δεν καλύπτει πλήρως τις ανάγκες τους. Γι' αυτό η περατότητα του θερμοκηπίου στο φωτισμό του χειμώνα θα πρέπει να είναι η μέγιστη δυνατή.

Για την αύξηση του φωτισμού κατά την διάρκεια του χειμώνα μπορεί κανείς να επέμβει ευνοώντας τον φυσικό φωτισμό και χρησιμοποιώντας τεχνητό φωτισμό. Ο φυσικός φωτισμός ευνοείται από τους εξής παράγοντες:

- α. Απλούστερος σκελετός.
- β. Καθαρά υλικά κάλυψης από ξένες ύλες
- γ. Το απλής γραμμής είναι πιο φωτεινό.
- δ. Οι σωληνώσεις να τοποθετούνται υπόγεια και όχι εναέρια.

- **Τεχνητός φωτισμός**

Σε περιόδους που δεν είναι αρκετός ο φυσικός φωτισμός χρησιμοποιείται συχνά συμπληρωματικός φωτισμός, ώστε να συμπληρώνεται 12-16 ώρες την ημέρα φωτισμός πυκνότητας 2.000 Lux – 10.000 Lux και άνω.

A. Πηγές τεχνητού φωτισμούς

1) ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ

Χρησιμοποιούνται κυρίως για την αύξηση της φωτοπεριόδου.

2) ΚΟΙΝΟΙ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Χρησιμοποιούνται κυρίως για την αύξηση της φωτοσύνθεσης δραστηριότητας.

3) Gro – Lux

Χρησιμοποιείται σε κλειστούς θαλάμους ανάπτυξης φυτών.

4) ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΑΝΑΚΛΑΣΤΗΡΑ

Είναι λαμπτήρες φθορισμού πολύ μεγάλης ισχύος 400W.

5) ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΜΕ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΕΤΑΛΛΟΑΛΟΓΟΝΑ.

6) ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

Είναι και αυτοί λαμπτήρες φθορισμού μεγάλης ισχύος.

7) ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

Χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στα θερμοκήπια. Μπορούν να τοποθετηθούν κοντά στα φυτά χωρίς κίνδυνο υπερθέρμανσης.

B. Σκίαση του θερμοκηπίου.

Υπάρχουν φυτά που για να αναπτυχθούν καλύτερα απαιτείται από το μέσον της άνοιξης μέχρι το μέσον του φθινοπώρου σκίαση 40%.

Η σκίαση μπορεί να γίνει:

1) ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΣΠΡΕΣ ΒΑΦΕΣ

Η συνηθέστερη βαφή είναι αυτή που αποτελείται από στόκο, νερό και λίγο λινέλαιο. Χρησιμοποιούνται επίσης πλαστικά χρώματα πολύ αραιωμένα.

Η βαφή του καλύμματος του θερμοκηπίου νωρίς την άνοιξη δεν πρέπει να γίνεται με πυκνό διάλυμα, διότι έτσι μειώνεται η ένταση του φωτισμού κάτω από τα επιθυμητά όρια.

Το χειμώνα, όταν δεν χρειάζεται σκίαση, θα πρέπει να πλένεται το κάλυμμα για να απομακρυνθούν οι βαφές.

2) ΚΟΥΡΤΙΝΕΣ ΑΡΑΙΗΣ ΥΦΑΝΣΗΣ

Είναι ο καλύτερος τρόπος για να μειωθεί η ένταση του φωτισμού. Κλείνουν ή ανοίγουν ανάλογα με την ένταση του φωτισμού. Με τις κουρτίνες αυτές δεν μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα του θερμοκηπίου γιατί η ηλιακή ενέργεια εξακολουθεί να μπαίνει στο χώρο του θερμοκηπίου.

- Σύστημα ελέγχου του φωτισμού (Φωτοπεριοδισμού)

Για την επιμήκυνση του φωτοπεριοδισμού χρησιμοποιούνται λάμπες πυρακτώσεως, ενώ για την επιμήκυνση της νύχτας χρησιμοποιούνται σκούρες κουρτίνες.

-Για την επιμήκυνση του φωτοπεριοδισμού:

A. Κρέμεται μια σειρά από λάμπες πυρακτώσεως των 60W, μια σε κάθε 1,20m, στο μέσον κάθε λεκάνης καλλιέργειας. Το ύψος του εδάφους δεν πρέπει να είναι περισσότερο από 1,50m.

B. Άλλος τρόπος είναι ο ταυτόχρονος φωτισμός δύο λεκανών από μια σειρά λαμπτήρων των 100W. Η μεταξύ τους απόσταση είναι 1,80m καθώς και το ύψος από το έδαφος.

Γ. Όταν ο φωτοπεριοδισμός ρυθμίζεται σε όλη την έκταση του θερμοκηπίου τότε χρησιμοποιούνται λαμπτήρες 150W, σε αποστάσεις 3m x 3m και τοποθετούνται στο ύψος της υδρορροής.

Το κόστος φωτισμούς, μειώνεται αν αντί για συνεχή φωτισμό εφαρμόσουμε περιοδικό. Σ' αυτήν την περίπτωση ο χρόνος φωτισμού είναι το 20% της περιόδου.

Όπου εφαρμόζεται αυτό το σύστημα φωτισμού, το θερμοκήπιο μπορεί να χωριστεί σε περιοχές. Ο κυκλικός αυτός φωτισμός που ρυθμίζεται με χρονοδιακόπτη, επιτρέπει μικρότερες κεντρικές καλωδιώσεις και επομένως μικρότερο κόστος εγκατάστασης.

-Για την αύξηση της διάρκειας της νύχτας.

Αυτό πετυχαίνεται με σκούρες κουρτίνες που κλείνουν από τις 7 το απόγευμα ως τις 7 ή και αργότερα το πρωί. Εάν κλείσουν νωρίτερα υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης του θερμοκηπίου.

Η μείωση της διάρκειας της ημέρας είναι καθημερινά απαραίτητη μέχρι να εμφανισθεί χρώμα στους οφθαλμούς. Το άνοιγμα ή το κλείσιμο μπορεί να γίνεται με το χέρι ή αυτόματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΧΡΗΣΗ Η/Υ ΓΙΑ ΑΡΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

3.1 Γενικά

Η ανάγκη για δυναμική ρύθμιση του περιβάλλοντος μέσα στο θερμοκήπιο, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας, την αύξηση των αποδόσεων και τη βελτίωση της παραγωγής, οδηγεί στη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η λήψη γρήγορων αποφάσεων, με την επεξεργασία βιολογικών, φυσικών και οικονομικών δεδομένων.

3.2 Το περιβάλλον

Η ανάπτυξη και παραγωγή ενός φυτού εξαρτώνται από την κληρονομικότητά του, δηλαδή το είδος και την ποικιλία ή το υβρίδιο, καθώς και από το περιβάλλον μέσα στο οποίο θα αναπτυχθεί.

Το περιβάλλον θερμοκηπίου συνιστούν όλα τα φυσικά μεγέθη του, που επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών. Για ένα συγκεκριμένο κληρονομικό δυναμικό υπάρχει πάντα ένα βέλτιστο περιβάλλον, το οποίο επιτρέπει στους χαρακτήρες του φυτού που προσδιορίζονται από το δυναμικό αυτό, να αναπτυχθούν στον καλύτερο δυνατό βαθμό. Οποσδήποτε, η ανάπτυξη των χαρακτήρων του φυτού θα πρέπει να είναι προς την επιθυμητή κατεύθυνση γι' αυτό το βέλτιστο περιβάλλον διαφέρει ανάλογα με το σκοπό της καλλιέργειας. Αν π.χ. με την καλλιέργεια επιδιώκεται η παραγωγή καλλωπιστικών φυτών γλάστρας, τότε το βέλτιστο περιβάλλον αποσκοπεί στη μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης της κόμης και την καλή ποιότητα της (εμφάνισης).

Οι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν καθοριστικά την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών στο θερμοκήπιο, μπορεί να χωριστούν σε δύο ομάδες.

A) Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού, που επιτελούνται κυρίως στο υπόγειο μέρος του και είναι κυρίως η ακτινοβολία, η

Οι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν καθοριστικά την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών στο θερμοκήπιο, μπορεί να χωριστούν σε δύο ομάδες.

A) Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού, που επιτελούνται κυρίως στο υπόγειο μέρος του και είναι κυρίως η ακτινοβολία, η θερμοκρασία του αέρα, η σχετική υγρασία, το διοξείδιο του άνθρακα και οι μικροοργανισμοί.

Το περιβάλλον της κόμης επηρεάζεται από το χώρο του θερμοκηπίου, ενώ αυτό της ρίζας από το έδαφος, τα υποστρώματα καλλιέργειας ή τα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών που τυχόν χρησιμοποιούνται.

3.3 Συσκευές επέμβασης στο περιβάλλον

Σήμερα συνήθως με ένα σύστημα αυτοματισμού ρυθμίζονται:

A) Η θερμοκρασία, με επεμβάσεις στα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμούς και ψύξης.

B) Η σχετική υγρασία, με επεμβάσεις στο σύστημα υδρονέφωσης, εξαερισμού και θέρμανσης.

Γ) Το νερό στη ρίζα, με επεμβάσεις στο σύστημα άρδευσης.

Δ) Τα λιπαντικά στοιχεία στη ρίζα, με επεμβάσεις στο σύστημα λίπανσης.

Ε) Το CO₂ του χώρου, με επεμβάσεις στο σύστημα τροφοδοσίας CO₂.

Στ) Ο συμπληρωματικός φωτισμός, με επεμβάσεις στην ηλεκτρονική τροφοδοσία των λαμπτήρων.

3.4 Εξοικονόμηση ενέργειας

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι το στοιχείο που επιδρά περισσότερο στο κόστος παραγωγής των προϊόντων του θερμοκηπίου, μέσω της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση.

Το πρόβλημα της ενέργειας στα θερμοκήπια είναι σημαντικά διεθνώς και στη χώρα μας, γιατί σ' αυτούς τους χώρους η κατανάλωση ενέργειας είναι πολύ μεγάλη, 6-12 φορές μεγαλύτερη απ' ό,τι σε συνήθεις κατασκευές ίσου όγκου.

- Εφαρμόζοντας τρόπους μείωσης των απωλειών ενέργειας από το χώρο του θερμοκηπίου και
- Αυξάνοντας την παραγωγή των προϊόντων ανά μονάδα καταναλισκόμενης ενέργειας.

3.5 Συστήματα αυτοματισμού

Αρχικά απλοί θερμοστάτες και υγροστάτες έδιναν εντολές στις συσκευές και ρύθμιζαν τις συνθήκες περιβάλλοντος, με μεγάλες αποκλίσεις από τις επιθυμητές τιμές, ακόμη μέχρι και 30%. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν πολυσύνθετα κέντρα ελέγχου, τα οποία αντισταθμίζουν ένα μέρος από τα μειονεκτήματα των απλών θερμοστατών (ρύθμιση διαφορετικού (see roine), αλλά δεν ξεπερνούν τα όρια του θερμοστατικού ελέγχου.

- Αναλογικά συστήματα

Συστήματα αυτοματισμού δέχονται σήματα από αισθητήρια θερμοκρασίας, υγρασίας, ανέμου και κάνουν ρύθμιση P.I.D. (αναλογικός, ολοκληρωτικός, διαφορικός έλεγχος). Το βασικότερο μειονέκτημά τους είναι ότι ενεργούν μηχανιστικά, δε διαθέτουν τη δυνατότητα πρόβλεψης και δεν μπορούν να ενεργήσουν στην κατεύθυνση της ολοκληρωμένης εξοικονόμησης ενέργειας.

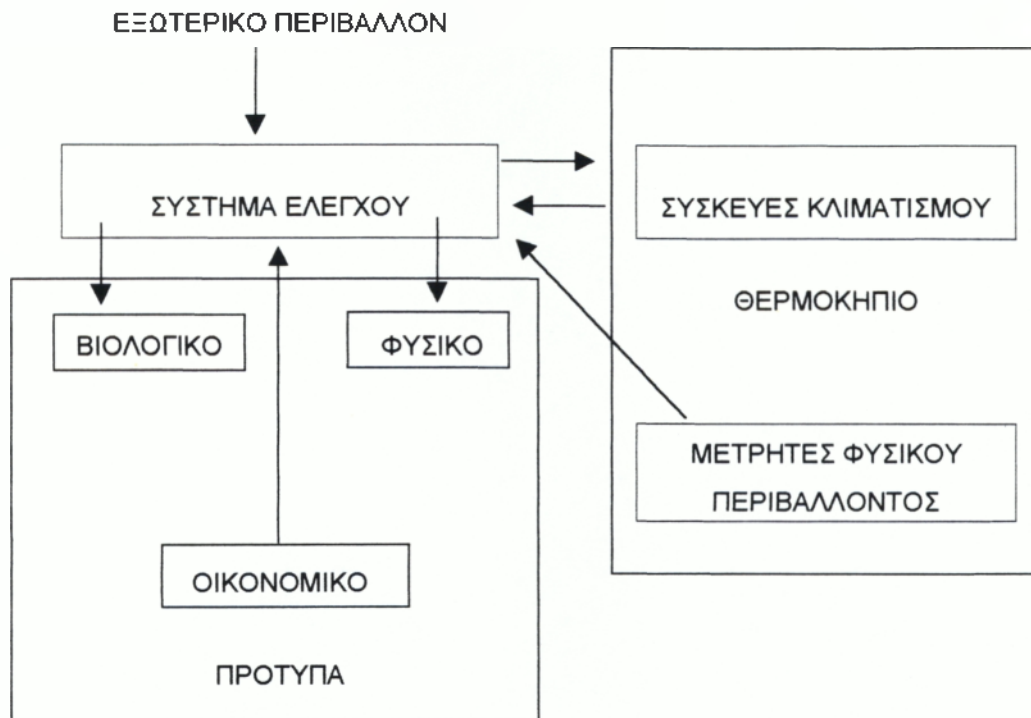
- Ψηφιακό σύστημα αυτοματισμού από το Γ.Π.Α.

Στη γενική του μορφή το σύστημα αυτό που αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών αποτελεί ένα σύστημα αυτόματου ελέγχου συνθηκών περιβάλλοντος ενός θερμοκηπίου, όπου ο έλεγχος αφορά κυρίως τις συσκευές θέρμανσης, εξαερισμού, τροφοδοσίας CO₂ άρδευσης και λίπανσης.

Η ανατροφοδότηση του συστήματος ελέγχου έρχεται από τρεις πηγές:

- την κατάσταση του εξωτερικού περιβάλλοντος και του χώρου του θερμοκηπίου (φυσικό πρότυπο).
- Τις βιολογικές ανάγκες του φυτού (βιολογικό πρότυπο)
- Την κατάσταση της αγοράς (οικονομικό πρότυπο).

(βλ. Σχ. 1).



Σχ. 1: Ψηφιακό σύστημα αυτοματισμού που αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών του Γ.Π.Α.

- Φυσικό πρότυπο

Με το φυσικό πρότυπο προσδιορίζονται σε κάθε περίπτωση οι εισροές και οι απώλειες του θερμοκηπίου σε ενέργεια, έτσι ώστε οι λειτουργίες της θέρμανσης και του εξαερισμού να γίνονται με τη μικρότερη δυνατή σπατάλη ενέργειας.

Ένα φυσικό πρότυπο συνήθως περιλαμβάνει:

A) Τη σχέση της ηλιακής ενέργειας στο χώρο του θερμοκηπίου με τα φυσικά χαρακτηριστικά του και την κατάσταση του περιβάλλοντος.

B) τις σχέσεις των απωλειών ενέργειας του θερμοκηπίου με τα φυσικά χαρακτηριστικά του και την κατάσταση του περιβάλλοντος.

Γ) το συνδυασμό της ηλιακής ενέργειας στο χώρο του θερμοκηπίου, τις απώλειες ενέργειας, την επιθυμητή κατάσταση στο χώρο του θερμοκηπίου και τα χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης και του συστήματος εξαερισμού, έτσι ώστε να προσδιορίζεται κάθε φορά η κατάλληλη κατάσταση του συστήματος θέρμανσης και εξαερισμού, για να προκύπτει η μικρότερη

δυνατή σπατάλη και η καλύτερη δύναμη αξιοποίηση της παρεχόμενης ενέργειας.

- Βιολογικό πρότυπο

Με το βιολογικό πρότυπο γίνεται κυρίως ο προσδιορισμός της βέλτιστης για το φυτό τιμής της θερμοκρασίας και της συγκέντρωσης του CO₂ κάθε χρονική στιγμή. Ο προσδιορισμός της βέλτιστης θερμοκρασίας αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία, γιατί η θερμοκρασία επηρεάζει σχεδόν όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού.

Σ' ένα βιολογικό πρότυπο μπορεί να περιλαμβάνονται:

A) Η σχέση μεταξύ της έντασης του φωτός, της συγκέντρωσης του CO₂ της θερμοκρασίας και της φωτοσύνθεσης ενός απλού φύλλου.

B) Ο συνδυασμός της κατανομής του φωτός στην καλλιέργεια με τη φωτοσύνθεση του φύλλου, ώστε να υπολογιστεί η παραγωγή της φωτοσύνθεσης στο σύνολο της καλλιέργειας.

Γ) Η σχέση μεταξύ της αναπνοής των φυτών με τη θερμοκρασία, ώστε τελικά να μπορεί να εκτιμηθεί η επίδραση της θερμοκρασίας στο σύνολο της παραγωγής των φυτών.

Δ) Ο υπολογισμός της αύξησης και παραγωγής των φυτών.

E) Η αριστοποίηση της νυχτερινής θερμοκρασίας μέσω της μεγιστοποίησης της αύξησης και παραγωγής.

Στ) Ο υπολογισμός των απωλειών νερού με τη διαπνοή των φυτών και της απορρόφησης των ανόργανων λιπασμάτων στοιχείων από τη ρίζα.

- Σύστημα άμεσης απόκρισης.

Μια άλλη προσέγγιση στον αυτοματισμό του θερμοκηπίου, που γίνονται προσπάθειες να εξελιχθεί σήμερα, είναι η μέθοδος της άμεσης απόκρισης.

Σε αυτή τη μέθοδο, αναπτύσσονται τρόποι μέτρησης της «ικανοποίησης του φυτού» από το παρεχόμενο περιβάλλον. Έτσι η τιμή ενός παράγοντα ρυθμίζεται να μεταβάλλεται στην κατεύθυνση που προσφέρει τη μεγαλύτερη «ικανοποίηση» στο φυτό, με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Η μέθοδος αυτή απαιτεί αισθητήρια υψηλής ακρίβειας και συχνά πολύ μικρού όγκου για τη μέτρηση στοιχείων που έχουν σχέση με τη φυσιολογική κατάσταση του φυτού.

3.6 Ωφελήματα από τη χρήση «έξυπνων» συστημάτων Η/Υ.

Η χρησιμοποίηση «έξυπνης» κεντρικής μονάδας αυτοματισμού στα θερμοκήπια έχει συνήθως τα ακόλουθα ωφελήματα.

- A) Την αύξηση της ποιότητας και ποσότητας της γεωργικής παραγωγής του θερμοκηπίου, λόγω της ακριβέστερης ρύθμισης των συνθηκών του περιβάλλοντος.
- B) Την εξοικονόμηση ενέργειας σε έναν παραγωγικό κλάδο, όπως είναι τα θερμοκήπια.
- Γ) Την τεχνολογική ανάπτυξη της επιχείρησης, παρέχοντας τη δυνατότητα εισαγωγής σύγχρονων συστημάτων παραγωγής.
- Δ) Τη δυνατότητα σύνδεσης του κεντρικού Η/Υ ελέγχου με κεντρικό δίκτυο Η/Υ για την παροχή χρήσιμων πληροφοριών στον παραγωγό.
- Ε) Τη δυνατότητα χρησιμοποίησης του Η/Υ ταυτόχρονα και για την οργάνωση του λογιστηρίου της επιχείρησης.
- Στ) Τη δυνατότητα εκπαίδευσης και εξοικείωσης του επιχειρηματία καλλιεργητή και του προσωπικού της επιχείρησης σε συστήματα σύγχρονης οργάνωσης και ελέγχου μονάδων παραγωγής.

Μέρος 3^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΠΡΟΤΑΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

1.1 Υπολογισμός των αναγκών σε νερό.

Η συχνότητα και η ποσότητα του νερού άρδευσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων είναι το κλίμα, το φυτό και το έδαφος.

Οι μεγαλύτερες καταναλώσεις σε μια σωστή αρδευόμενη καλλιέργεια προέρχονται από την διαπνοή και την εξάτμιση.

Για τον υπολογισμό της ποσότητας του νερού που φεύγει με την εξατμισοδιαπνοή στις καλυμμένες καλλιέργειες μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η παρακάτω απλή σχέση που βασίζεται στην ηλιοφάνεια, το είδος της καλλιέργειας και το στάδιο ανάπτυξης.

$$ETP = \frac{P \times K \times F}{2,51} \times I$$

όπου:

ETP = Εξατμισοδιαπνοή

P = Συντελεστής για το καλλιεργούμενο φυτό. (Για τα ανθοκομικά φυτά είναι 0,75).

K = Συντελεστής που προσδιορίζεται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

F = Η περατότητα του υλικού καλύψεως στην ηλιακή ακτινοβολία (75%).

I = Η ηλιακή ενέργεια σε mg/m^2 .

1.2 Σύστημα άρδευσης (στάγδην)

Η άρδευση της καλλιέργειας γίνεται με στάγδην πότισμα. Χρησιμοποιούνται μαύροι πλαστικοί σωλήνες P.V.C. μικρής σχετικής διαμέτρου 12-20mm, ένας για κάθε διπλή γραμμή φύτευσης. (KATIF).

Οι μαύροι πλαστικοί σωλήνες είναι συνδεδεμένοι με έναν κεντρικό σωλήνα μήκους 10m και πάχους 5cm (2,5 ίντσες). Στην εν λόγω καλλιέργεια η απόσταση που πρέπει να έχουν τα φυτά επί των γραμμών είναι 50cm και μεταξύ των διπλών γραμμών 100cm. Η μια διπλή γραμμή απέχει από την άλλη 50cm.

Το μήκος των σωληνών που θα χρησιμοποιήσουμε είναι 120m (ένας για κάθε διπλή γραμμή).

Κάθε διπλή σειρά αποτελείται από 80 φυτά.

Σε κάθε διακλάδωση των σωληνώσεων με τον κεντρικό σωλήνα υπάρχει διακόπτης παροχής νερού, ο οποίος λειτουργεί αυτόματα από τον κεντρικό πίνακα λειτουργίας του συστήματος.

Η ρύθμιση του ποτίσματος γίνεται με χρονοδιακόπτη. Μπορεί να ανοίγει και να κλείνει τους διακόπτες ποτίσματος σε χρόνο που ρυθμίζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις σε νερό μεταξύ 1 λεπτού και 30 λεπτών και σε διαστήματα ανά μία ώρα ή ανά μία ημέρα κτλ.

Ο κεντρικός πίνακας λειτουργίας του συστήματος είναι έτσι ρυθμισμένος ώστε να μην ανοίγουν όλοι οι διακόπτες μαζί για το πότισμα.

Στην αρχή της εγκατάστασης υπάρχει κεντρικός διακόπτης που ρυθμίζει την παροχή νερού σε όλο το θερμοκήπιο, καθώς επίσης και φυγοκεντρικά φίλτρα για να εξασφαλίζεται η καθαρότητα του νερού.

Οι σωληνώσεις θα τοποθετηθούν υπόγεια για να αποφεύγεται η σκίαση του θερμοκηπίου.

Όταν το έδαφος απολυμαίνεται με ατμό θα πρέπει να μαζεύονται οι πλαστικοί σωλήνες.

1.3 Υπολογισμός της δόσης άρδευσης

Έχει υπολογιστεί ότι μια καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο (Οκτώβριος – Ιούνιος) στην Ν. Ελλάδα, έχει πραγματικές ανάγκες 600 τόνους νερό/στρέμμα.

Όταν αρδεύεται με την μέθοδο στάγδην, που έχει 85% συντελεστή αποτελεσματικότητας, τότε χρειάζονται 700tn/στρ.

Για την θερμοκηπιακή μονάδα που προτείνουμε:

Στα 1000m² χρειάζονται 700tn

Στα 220 m^2 $x = 154 \text{ tn}$.

Το μήνα: $154:9 = 17 \text{ tn}$ ή 17.000 kgr

Την ημέρα: $17.000:31 \cong 570 \text{ kgr}$.

Το κάθε φυτό $570:480 = 1,2 \text{ lt/ ημέρα}$.

Αρα απαιτούνται $1,2 \text{ lt}$ νερό για κάθε φυτό ημερησίως. Αν η παροχή του αυτορυθμιζόμενου σταλακτηφόρου είναι 2 lt/h τότε ο χρόνος άρδευσης είναι:

Στην 1 ώρα 2 lt

$x_1 = 0,6 \text{ ώρες}$ $1,2 \text{ lt}$

$x_1 = 0,6 \text{ ώρες}$ ή 36 λεπτά ημερησίως.

Χωρίζοντας το θερμοκήπιο σε δύο περιοχές ρυθμίζουμε το σύστημα άρδευσης έτσι ώστε να ποτίζουμε 18 λεπτά το πρωί και 18 λεπτά το απόγευμα.

1.4 Σύστημα Υδρολίπανσης

Στον κεντρικό σωλήνα άρδευσης, στο τμήμα που βρίσκεται έξω από το θερμοκήπιο συνδέουμε τη συσκευή παροχής θρεπτικού διαλύματος στο δίκτυο ποτίσματος. Στο σημείο που γίνεται σύνδεση υπάρχει διακόπτης τέτοιος ώστε όταν δεν χρειάζεται λίπανση η καλλιέργεια να απομονώνεται το σύστημα.

Το σύστημα παροχής αποτελείται από ένα δοχείο διάλυσης λιπασμάτων 250 lt το οποίο συνδέεται μέσω ενός μεταλλικού σωλήνα με το δοχείο πυκνού διαλύματος χωρητικότητας 250 lt . Από το δοχείο πυκνού διαλύματος φεύγει ένας αντλιτικός σωλήνας $1''$ που οδηγεί το διάλυμα στην δοσομετρική αντλία.

Επίσης, στη δοσομετρική αντλία φτάνει ένας δεύτερος σωλήνας $2''$ (ιντσών) που δίνει το νερό άρδευσης.

Από την δοσομετρική αντλία στέλνεται το τελικό διάλυμα στο σύστημα σωληνώσεων και τελικά στα φυτά, μέσω μεταλλικού σωλήνα $2''$ (ιντσών) που συνδέεται με τον κεντρικό σωλήνα.

1.5 Δίκτυο στράγγισης και απολύμανσης του θερμοκηπίου

Στο υπόψη θερμοκήπιο επειδή μπορεί να υπάρξουν προβλήματα στράγγισης κατασκευάζεται ανεξάρτητο σύστημα στράγγισης γύρω και μέσα στο θερμοκήπιο. Οι σωλήνες στράγγισης είναι τοποθετημένοι σε τέτοιες αποστάσεις και βάθη ώστε το ίδιο το δίκτυο να μπορεί να χρησιμοποιείται και για την απολύμανση του εδάφους με ατμό.

Το δίκτυο αποτελείται από μεταλλικούς σωλήνες, ώστε να αντέχουν υψηλές θερμοκρασίες κατά την απολύμανση, $1\frac{1}{2}$ (ιντσών). Οι σωλήνες είναι τοποθετημένοι κατά πλάτος του θερμοκηπίου και καταλήγουν σε τάφρο διαλογής νερού ένα μέτρο έξω από το θερμοκήπιο. Η απόσταση μεταξύ τους είναι 2m και έχουν κλίση 0,5%.

Το βάθος που είναι τοποθετημένοι είναι 40cm. Θα χρειαστούμε 121m μεταλλικού σωλήνα $1\frac{1}{2}$.

Για να απολυμανθεί το έδαφος του θερμοκηπίου χρησιμοποιούμε ατμό ο οποίος περνάει στο δίκτυο στράγγισης και θερμαίνει το έδαφος. Το έδαφος προηγουμένως έχει καλυφθεί με μαύρο πλαστικό. Ο ατμός παράγεται με κιντά ατμοπαραγωγικά μηχανήματα.

Επίσης, Για 1m^3 υποστρώματος απαιτούνται 16kgf Ατμό

Για 220m^3 >> >> $x = 3.520\text{kgf}$.

Για 1kgf ατμό απαιτούνται 121KJ ενέργεια

Για 3.520kgf >> $x_1 = 425.920 \text{ KJ}$.

1.6 Σύστημα αερισμού

Η κυκλοφορία του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο γίνεται με οριζόντια μετακίνηση αυτού.

Το σύστημα αποτελείται από 4 ανεμιστήρες, επειδή το μήκος του είναι μεγαλύτερο από 20m και το πλάτος μεγαλύτερο από 8m.

Οι δύο ανεμιστήρες τοποθετούνται στις 2 γωνίες της διαγωνίου και οι άλλοι δύο στη μέση των δύο μεγάλων πλευρών του θερμοκηπίου.

Η συνολική παροχή των ανεμιστήρων είναι το 1/4 του όγκου του θερμοκηπίου ανά λεπτό. Η ευνοϊκή διάμετρος των ανεμιστήρων είναι περίπου 30cm και τοποθετούνται πλησίον της οροφής με μια κλίση 10°-15° (μοίρες) προς το εσωτερικό του θερμοκηπίου.

• **Υπολογισμός παροχής για κάθε ανεμιστήρα**

Η συνολική παροχή είναι το 1/4 του όγκου του θερμοκηπίου ανά λεπτό. Ο όγκος του θερμοκηπίου είναι 88m³. Επομένως η συνολική παροχή του εν λόγω θερμοκηπίου είναι 88/4 = 22m³/ λεπτό.

1.7 Σύστημα εξαερισμού θερμοκηπίου

Το εν λόγω θερμοκήπιο εξαερίζεται με φυσικό τρόπο. Υπάρχουν ανοίγματα εξαερισμού (παράθυρα) στις κατακόρυφες πλευρές και στην οροφή του θερμοκηπίου κατασκευασμένα κατά μήκος συνεχόμενα. Η προσαρμογή του παραθύρου στον σκελετό γίνεται από την επάνω πλευρά και είναι αρθρωτή. Το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων γίνεται μέσω οδοντωτών βραχιόνων. Οι βραχίονες συγκρατούν την κάτω πλευρά του παραθύρου καθ' όλο το μήκος του και συνδέονται μεταξύ τους με ένα σωληνωτό άξονα, έτσι ώστε με την περιστροφή αυτού του άξονα να μετακινούνται όλοι οι βραχίονες μαζί και να ανοίγουν ή να κλείνουν το παράθυρο.

Η περιστροφή του άξονα γίνεται με ηλεκτροκινητήρα δεξιόστροφο και αριστερόστροφο, στον οποίο έχει παρεμβληθεί μειωτήρας στροφών. Η εντολή για το άνοιγμα ή το κλείσιμο των παραθύρων γίνεται με θερμοστάτη χώρου. Υπάρχει όμως πάντα η δυνατότητα ανοίγματος με το χέρι στην περίπτωση που θα υπάρξει διακοπή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το εμβαδόν των πλευρών της οροφής είναι 233,2m². Για την οροφή η έκταση των ανοιγμάτων αντιστοιχεί στο 24% του συνολικού εμβαδού πλευρών οροφής.

Άρα: Στα 100m² 24m²
 Στα 233,2m² x ≅ 56m² συνολικά για την οροφή.

Σε κάθε πλευρά αντιστοιχούν 28m².

Για τις πλάγιες πλευρές η έκταση των ανοιγμάτων πρέπει να αντιπροσωπεύει το 6% του συνόλου. Το συνολικό εμβαδό των πλευρών είναι 132m^2 .

Άρα: Στα 100m^2 6m^2
Στα 132m^2 $x_1 = 8\text{m}^2$

Σε κάθε πλευρά 4m^2 .

1.8 Σύστημα δροσισμού (Υδρονέφωση)

Η ψύξη του θερμοκηπίου γίνεται με σύστημα υδρονέφωσης. Η ψύξη επιτυγχάνεται με εκτόξευση νερού υπό μορφή λεπτών σταγόνων, στο χώρο του θερμοκηπίου. Επιλέχθηκε αυτό το σύστημα για το θερμοκήπιο α) διότι ο εξαερισμός γίνεται με παράθυρα και β) θεωρείται το οικονομικότερο από τα συστήματα ψύξης που μπορούν να αυτοματοποιηθούν.

Στο σύστημα αυτό το νερό ψεκάζεται στον αέρα επάνω από τα φυτά με υψηλές πιέσεις και με εκτοξευτήρες (μπεκ) μικρής παροχής.

Το σύστημα μπορεί να εξασφαλίσει διάφορες θερμοκρασίες $5-14^\circ\text{C}$. Κατά την διάρκεια του ψεκασμού είναι απαραίτητη η ταυτόχρονη λειτουργία του συστήματος εξαερισμού, δηλαδή τα παράθυρα πρέπει να είναι ανοικτά. Για την πίεση χρησιμοποιούνται τουρμπίνες σταθερής πίεσης.

Τοποθετούμε έναν εκτοξευτήρα παροχής 2lt/h για κάθε 25m^2 θερμοκηπίου. Στο εν λόγω θερμοκήπιο θα τοποθετήσουμε 3 εκτοξευτήρες κατά πλάτος και 3 εκτοξευτήρες κατά μήκος. Η απόσταση των εκτοξευτών κατά μήκος είναι $5,5\text{m}$. Κατά πλάτος αναγράφονται στο σκαρίφημα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

2.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών του θερμοκηπίου

Πριν προχωρήσουμε στην προμήθεια και εγκατάσταση των μέσων θέρμανσης του θερμοκηπίου, πρέπει να υπολογίσουμε τις απώλειες θερμότητας που θα έχει το θερμοκήπιο στις πιο αντίξοες καιρικές συνθήκες. Οι απώλειες θερμότητας με αγωγή προς τον ατμοσφαιρικό αέρα και προς το έδαφος υπολογίζονται από τον τύπο $\Theta = S \times K \times \Delta\Theta$.

Όπου:

Θ : Οι απώλειες θερμότητας σε Kcal/h

S: Επιφάνεια του υλικού κάλυψης ή δαπέδου σε m^2

K: Ο συντελεστής θερμοαγωγιμότητας ($Kcal/m^2 \cdot h^{\circ} C$) ο οποίος για το πολυκαρβονικό είναι $K = 3$ και για το έδαφος $K = 1,6$.

$\Delta\Theta$: Η διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού θερμοκηπίου με περιβάλλον. Στις πιο αντίξοες καιρικές συνθήκες $25^{\circ}C$.

Απώλειες θερμότητας από το υλικό κάλυψης

α) Για την ανατολική πλευρά

$$\Theta_A = \left. \begin{array}{l} S_{\pi\lambda} \times K \times \Delta\Theta \\ S_{\pi\lambda} = 22 \times 3 = 66m^2 \end{array} \right\} \Theta_A = 66 \times 3 \times 25 \Rightarrow \Theta_A = 4.950 \text{ Kcal/h.}$$

Για την ανατολική πλευρά ο τελικός συντελεστής με προσαυξήσεις είναι 1,25.

Άρα: $\Theta_A = 4.950 \times 1,25$

$$\Theta_A = 6.188 \text{ Kcal/h}$$

β) Για την δυτική πλευρά, ομοίως: $\Theta_D = 6.188 \text{ Kcal/h}$.

γ) Για την νότια πλευρά

$$\Theta_N = \left. \begin{array}{l} S_{\pi\lambda} \times K \times \Delta\Theta \\ S_{\pi\lambda} = 10 \times 3 = 30m^2 \end{array} \right\} \Theta_N = 30 \times 3 \times 25 \Rightarrow \Theta_N = 2.250 \text{ Kcal/h.}$$

Για την νότια πλευρά το τελικός συντελεστής με προσαυξήσεις είναι 1,25.

Άρα: $\Theta_N = 2.250 \times 1,25 \Rightarrow \Theta_N = 2.813 \text{ Kcal/h.}$

δ) Για την βόρεια πλευρά

$\Theta_B = 30 \times 3 \times 25 \Rightarrow \Theta_B = 2.250 \text{ Kcal/h.}$

Για την βόρεια πλευρά ο συντελεστής με προσαυξήσεις είναι 1,4

Άρα: $\Theta_B = 2.250 \times 1,4 \Rightarrow \Theta_B = 3.150 \text{ Kcal/h.}$

ε) Για τις πλευρές της οροφής:

$$\left. \begin{array}{l} \Theta_{op} = S_{op} \times K \times \Delta\theta \\ S_{op} = (22 \times 5,3) \times 2 = 249\text{m}^2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \Theta_{op} = 249 \times 3 \times 25 \\ \Theta_{op} = 18.675 \text{ Kcal/h} \end{array}$$

Για την οροφή ο τελικός συντελεστής με προσαυξήσεις είναι 1,2

Άρα $\Theta_{op} = 1,2 \times 18.675 \text{ Kcal/h}$

$\Theta_{op} = 22.410 \text{ Kcal/h}$

Επομένως $\Theta_1 = \Theta_A + \Theta_D + \Theta_N + \Theta_B + \Theta_{op}$

$\Theta_1 = 42.999 \text{ Kcal/h}$ περίπου 43.000 Kcal/h.

Απώλειες θερμότητας από το δάπεδο

$$\left. \begin{array}{l} S_{\Delta\Lambda\Pi} = 220\text{m}^2 \\ \Theta_{\Delta\Lambda\Pi} = S_{\Delta\Lambda\Pi} \times K \times \Delta\theta \\ K = 1,6 \end{array} \right\} \Theta_{\Delta\Lambda\Pi} = 220 \times 1,6 \times 25 = 8.800 \text{ Kcal/h.}$$

Ο τελικός συντελεστής με προσαυξήσεις είναι 1,2.

Άρα: $\Theta_{\Delta\Lambda\Pi} = 10.560 \text{ Kcal/h.}$

ΤΕΛΙΚΑ: $\Theta = \Theta_1 + \Theta_{\Delta\Lambda\Pi}$

$\Theta = (43.000 + 10.560) \text{ Kcal/h.}$

$\Theta = 53.560 \text{ Kcal/h.}$

Οι απώλειες με ακουστικό εξαερισμό

Γνωρίζοντας ότι 1 Kcal ανυψώνει τη θερμοκρασία του αέρα $3,5\text{m}^3$ κατά 1°C .

Ο όγκος του θερμοκηπίου είναι:

$$V_{\Theta} = 220 + \frac{1}{2} 10 \times 1,2 \times 22 = 352\text{m}^3$$

Τότε έχουμε 1Kcal	$3,5\text{m}^3$	1°C
$\Theta_{\text{ΕΞ}}$	352m^3	25°C

$$\Theta_{\text{ΕΞ}} = \frac{352 \times 25}{3,5} \Rightarrow \Theta_{\text{ΕΞ}} = 2.514 \text{ Kcal/h.}$$

Οι απώλειες με ακτινοβολία προς την ατμόσφαιρα

$$\Theta_{\text{AA}} = 4,4 \times 10^{-8} \times \eta \times S_{\text{εδ}} \times (T_{\text{εσ}}^4 - T_{\text{εξ}}^4)$$

Όπου:

$$\eta = 0,8$$

$$S_{\text{εδ}} = \text{Εμβαδό εδάφους σε } \text{m}^2$$

$T_{\text{εσ}}, T_{\text{εξ}}$ = Θερμοκρασίες σε Κέλβιν. $T_{\text{εσ}}$ = εσωτερική.

$$\Theta = 25^\circ \quad (\text{δηλαδή } T_{\text{εσ}} = 273 + 25 \text{ ή } T_{\text{εσ}} = 298 \text{ K})$$

$$\Theta_{\text{εξ}} = 0^\circ\text{C} \quad (\text{δηλαδή } T_{\text{εξ}} = 273 \text{ K})$$

$$\Theta_{\text{AA}} = 4,4 \times 10^{-8} \times 0,8 \times 220 \times (298^4 - 273^4)$$

$$\Theta_{\text{AA}} = 3025 \text{ kKcal/h ή } \Theta_{\text{AA}} \cong 3000 \text{ Kcal/h.}$$

Οι συνολικές απώλειες είναι:

$$\Theta_{\text{ΟΛ}} = \Theta + \Theta_{\text{ΕΞ}} + \Theta_{\text{AA}}$$

$$\Theta_{\text{ΟΛ}} = 53560 + 2514 + 3000$$

$$\Theta_{\text{ΟΛ}} = 59000 \text{ Kcal/h}$$

Οι συνολικές απώλειες υπολογίζονται γύρω στις **60.500 Kcal/h.**

2.2 Σύστημα θέρμανσης

Μετά από υπολογισμούς βρέθηκε ότι η ενέργεια που καταναλίσκεται για την θέρμανση του θερμοκηπίου είναι 60.500 Kcal.

Η θερμότητα στο χώρο του θερμοκηπίου δίνεται με κεντρικό σύστημα θέρμανσης και συγκεκριμένα με λέβητα παραγωγής θερμού νερού. Ο λέβητας είναι κατασκευασμένος από χάλυβα. Αυτό επιλέχθηκε γιατί έχει χαμηλότερο κόστος και ευκολότερο τρόπο συντήρησης. Ο καυστήρας είναι μεικτός (Diesel, πυρήνας) και αυτό γιατί έχει καλύτερη απόδοση και συγχρόνως επιτυγχάνεται οικονομία στα καύσιμα.

Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται για την διανομή της θερμότητας στην περιφέρεια του θερμοκηπίου είναι μαύροι σιδηροσωλήνες διαμέτρου 5cm (2"). Το μήκος των σωλήνων που χρειάζονται στο χώρο του θερμοκηπίου προσδιορίζεται από τις απαιτούμενες θερμίδες και την απόδοση των σωλήνων. Έτσι:

Σωλήνας διατομής 2" δίνει 112 W

$$112 \times 0,860 = 96,32 \text{ Kcal/h.}$$

Το 1m δίνει 96.32 Kcal/h

Το x 60.500 Kcal/h

$$x = 628,2\text{m} \quad \text{δηλαδή } 629\text{m}$$

Οπότε χρειάζεται 629m μαύρων σιδηροσωλήνων.

Επειδή οι τομάτες (και οι αγγουριές), όπως έχουμε τονίσει φυτεύονται σε διπλές γραμμές, η τοποθέτηση των σωλήνων γίνεται περιμετρικά της διπλής γραμμής φύτευσης. Οι σωληνώσεις κρέμονται από το σκελετό του θερμοκηπίου και μπορούν να μετακινηθούν καθ' ύψος παράλληλα με την αύξηση των φυτών.

Με το σύστημα αυτό το έδαφος και τα φυτά επωφελούνται από τη θερμική ακτινοβολία των σωλήνων και ταυτόχρονα ο γύρω από αυτά αέρας θερμαίνεται με επαγωγή. Μ' αυτό τον τρόπο η θερμοκρασία των φυτών ρυθμίζεται στο καλύτερο δυνατό επίπεδο και ταυτόχρονα γίνεται εξοικονόμηση ενέργειας.

Επίσης, μπορούν και να λύνονται για να μην εμποδίζουν τις καλλιεργητικές φροντίδες πριν και κατά τη φύτευση ή και κατά την διάρκεια της καλλιέργειας.

- Συγκεκριμένα 62m μονού σωλήνα θα τοποθετηθούν περιφερειακά του θερμοκηπίου.
- 480m διπλού θα τοποθετηθούν περιφερειακά των διπλών σειρών φύτευσης.
- 8m μονού θα τοποθετηθούν στην πόρτα περιμετρικά.
- 10m μονού σωλήνα θα χρησιμοποιηθούν για να συνδέονται οι περιφερειακές σωλήνες γύρω από τις γραμμές φύτευσης.
- 61,5m μονού σωλήνα θα τοποθετηθούν στην οροφή
- Τα υπόλοιπα 7,5m θα χρησιμοποιηθούν για τις υπόλοιπες συνδέσεις, που απαιτούνται.

A. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ

$$\left. \begin{array}{l} \text{α. Παροχή } Q = \frac{Q_{\lambda}}{1000 \cdot \Delta t} \\ \text{όπου: } Q_{\lambda} = 60.500 \times 1,3 = 78.650 \text{ Kcal/h} \end{array} \right\} Q = \frac{78.650}{1000 \cdot 20} = 3,9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Επιλέγουμε λέβητα 80.000 Kcal.

β. Μανομετρικό

$$H = 2 \times L \times R_z = 2 \times 629 \times 10 = 12,6 \text{ m}$$

Σύμφωνα με τις καμπύλες κυκλοφορητών επιλέγουμε τον κυκλοφορητή h/50.

B. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΥΣΤΗΡΑ

$$W = \frac{Q_{\lambda}}{24.000} = \frac{80.000}{24.000} = 3,33 \text{ Gal (Γαλόνια)}.$$

Γ. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΥ

Επιλέγεται βάσει του λέβητα, ύψος από δεδομένο πίνακα

Δ. ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

$$\Delta \Delta = \frac{Q_{\lambda}}{400} = \frac{80.000}{400} = 200$$

Ε. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

2.3 Σύστημα φωτισμού και σκίασης

A. Φωτισμού

Χρησιμοποιούμε λαμπτήρα χαμηλής πίεσης Νατρίου (L.P.S.). Το καλώδιο που χρησιμοποιούμε είναι 3mm x 1,5mm.

Στο πλάτος του θερμοκηπίου θα βάλουμε 3 λαμπτήρες ανά 2,5m ενώ στο μήκος θα βάλουμε 8 λαμπτήρες ανά 2,5m.

Το συνολικό μήκος καλωδίου που θα χρησιμοποιήσουμε είναι 59m.

B. Σκίασης

Χρησιμοποιούμε κουρτίνες αραιής ύφανσης, που κλείνουν ή ανοίγουν ανάλογα με την ένταση του φωτισμού. Είναι σκούρου χρώματος (μαύρο).

Το κλείσιμο ή το άνοιγμα γίνεται με σύστημα αυτοματισμού.

2.4 Σύστημα εμπλουτισμού με CO₂

Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO₂ γίνεται με εξάτμιση υγρού CO₂.

Το υγρό CO₂ βρίσκεται σε δεξαμενή υψηλής πίεσης και κατανέμεται στο χώρο με πλαστικές σωλήνες διαμέτρου 12mm.

Συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσουμε 50m πλαστικό σωλήνα. Κάθε σωλήνας έχει 74 οπές, μια ανά 30cm.

- **Κεντρική μονάδα αυτοματισμού**

Η αυτόματη ρύθμιση του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου αποσκοπεί στην δημιουργία του καλύτερου δυνατού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών αλλά και στη μείωση του κόστους παραγωγής.

Ο έλεγχος του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου γίνεται με την χρησιμοποίηση Η/Υ. Ο υπολογιστής δέχεται τις ενδείξεις των αισθητήριων οργάνων και έχει την δυνατότητα να ρυθμίζει:

- α) Την θερμοκρασία (αερισμού, εξαερισμού, δροσισμού, θέρμανση).
- β) Την σχετική υγρασία
- γ) Το νερό στη ρίζα
- δ) Την υδρολίπανση (δόσεις –σε ποιες ποσότητες –ποια λιπαντικά στοιχεία)
- ε) Το CO₂
- στ) Το φωτισμό
- ζ) Την δυνατότητα ειδοποίησης (συναγερμός) του καλλιεργητή σε περίπτωση που οι συνθήκες περιβάλλοντος του θερμοκηπίου μείνουν ανεξέλεγκτες.
- η) Την δυνατότητα παροχής χρήσιμων πληροφοριών στο παραγωγό, μέσω σύνδεσης με κεντρικό δίκτυο Η/Υ.

Μέρος 4^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Επιπτώσεις στον άνθρωπο από τις εργασίες στο θερμοκήπιο.

Η θερμοκηπιακή καλλιέργεια θεωρείται ίσως η περισσότερη δυναμική καλλιέργεια. Η παραγωγή γεωργικών προϊόντων εκτός εποχής έχει αποκτήσει βαρύνουσα σημασία και στην αγορά, αποφέροντας υψηλό εισόδημα στον παραγωγό, αλλά και προϊόν με καλή εμφάνιση ποιότητα. Όμως, το περιβάλλον μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου πολλές φορές είναι πολύ επικίνδυνο για την υγεία του εργαζομένου μέσα σ' αυτό. Μελέτες που έχουν γίνει στο εξωτερικό αποδεικνύουν την επικινδυνότητα μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου.

Το Νοσοκομείο Ιεράπετρας με την έρευνα που διενεργεί σε συνεργασία με γεωπόνους και τοπικούς παραγωγούς για να μελετηθούν οι συνθήκες εργασίας στα θερμοκήπια της Ιεράπετρας, τα οποία καταλαμβάνουν το 25% της συνολικής έκτασης υπό κάλυψη στην Ελλάδα.

Από όλη την περιοχή της Ιεράπετρας επιλέχθηκαν σαράντα θερμοκήπια των οποίων οι καλλιεργητές υποβλήθηκαν σε κλινική εξέταση, ενώ σε έντεκα περιπτώσεις έγινε λήψη αίματος πριν και μετά τον ψεκασμό και συμπληρώθηκαν ερωτηματολόγια για να καταγραφούν οι συνθήκες και η στάση τους απέναντι στη δουλειά τους. Η επιλογή έγινε με βάση της γεωγραφική κατανομή, τον τρόπο κατασκευής των θερμοκηπίων και τα χρόνια λειτουργίας τους. Οι απαντήσεις στα ερωτηματολόγια έδειξαν ότι μεγάλο μέρος παραγωγών ακολουθεί τις υποδείξεις των γεωπόνων για την επιλογή, τον τρόπο χρήσης και την δοσολογία των φαρμάκων. Αντίθετα, σε μεγάλη πλειοψηφία των ερωτηθέντων, η προστασία κατά τον ψεκασμό ήταν ελάχιστη έως αδύνατη. Ενδεικτικά των όσων κατεγράφησαν είναι ότι παραγωγός κατά την ανάδευση του διαλύματος προς ψεκασμό είχε γυμνά τα χέρια του.

Η εξήγηση. Όπως προκύπτει από την έρευνα, βρίσκεται στο ότι: α) Υπάρχει εξοικείωση με τον κίνδυνο όταν δεν είναι ορατός και άμεσος, β) ως κριτήριο την τοξική δράση ενός φυτοφαρμάκου θεωρείται η άμεση τοξική ή

ερεθιστική του δράση. Η μεγαλύτερη έκθεση στο φυτοφάρμακο κατά την εργασία είναι:

- ✓ Το άνοιγμα της συσκευασίας και η παρασκευή διαλυμάτων για ψεκάσμό.
- ✓ Ο ψεκάσμος υγρών διαλυμάτων χωρίς κανένα μέσο προστασίας.
- ✓ Η καθυστέρηση αποβολής των ενδυμάτων εργασίας.
- ✓ Η επαναλαμβανόμενη χρήση των ρούχων εργασίας χωρίς συστηματικό πλύσιμο.
- ✓ Κάθε καθυστέρηση, μέχρι να απομακρυνθούν τα υπολείμματα των γεωργικών φαρμάκων, από το ακάλυπτο δέρμα.

Τα αποτελέσματα από τις κλινικές εξετάσεις έδειξαν ευρήματα στο μυοσκελετικό σύστημα χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια και διόγκωση του ήπατος. Από την έρευνα προέκυψε ακόμη ότι κυρίως χρησιμοποιούνται οργανοφωσφορικά, καρβolidικά και οργανοχλωρισμένα γεωργικά φάρμακα για τα οποία είναι γνωστό ότι έχουν μεγάλη περίοδο βιοποικοδόμησης και αυξημένη λιποφιλικότητα, ιδιότητες που τα κάνουν να παραμένουν στο έδαφος και στους ζωντανούς οργανισμούς, για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Θα πρέπει να αναφερθεί, ότι σημαντικό ρόλο για την υγεία και ασφάλεια του εργαζομένου μέσα στο θερμοκήπιο κατά τον ψεκάσμό, παίζουν τα ρούχα που φορά. Μετά από τις παρατηρήσεις που έγιναν, εντοπίστηκαν τα αδύναμα σημεία των ρούχων του ατόμου που ψεκάζει.

Σοβαρό πρόβλημα, επίσης, είναι ο καθαρισμός της χρονικής στιγμής που είναι η κατάλληλη για επανείσοδο στο θερμοκήπιο μετά από ψεκασμό και ίσως το πιο αντικειμενικό κριτήριο είναι ο καθαρισμός του χρόνου, κατά τον οποίο τα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων έχουν εξαφανιστεί από τον αέρα του θερμοκηπίου ή το φύλλωμα των φυτών. Τέλος, αυτό που προτείνεται από τους ερευνητές για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων, είναι η οργάνωση κατά περιοχές καλλιέργειας της κατάλληλης τεχνικής γνώσης και τεχνολογικής βοήθειας στους αγρότες εργαζομένους με συγκεκριμένες προτάσεις, όπως:

- □ Σωστό είναι κάθε φυτοφάρμακο να αντιμετωπίζεται από τον καλλιεργητή ως τοξικό και να τηρούνται όλα τα μέτρα ασφάλειας και προστασίας από αυτό.
- □ Ενημέρωση για τους κινδύνους και την αξία της προσεκτικής εργασίας κατά της χρήσης προστατευτικών μέσων.
- □ Απαγόρευση όλων των φυτοφαρμάκων με μεγάλη τοξικότητα και μεγάλη περίοδο διάσπασης.

Η έρευνα που γίνεται στην Ιεράπετρα δεν έχει τελειώσει ακόμα. Απλά εδώ παρουσιάστηκαν κάποια κύρια σημεία τα οποία πρέπει να ενδιαφέρουν τον αγρότη και που δείχνουν την αξία της προστασίας του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Προτάσεις για τα προβλήματα του κλάδου

Τα προβλήματα που επισήμανε η Ομάδα εργο ήταν τα εξής:

- Τα υψηλά επιτόκια δανεισμού για επενδύσεις στον κλάδο, που έχουν σαν αποτέλεσμα να καθυστερεί ο εκσυγχρονισμός των θερμοκηπίων και έτσι να μην μπορεί να διατηρηθεί σε ανταγωνιστικά επίπεδα το κόστος παραγωγής.
- Η ανεπαρκής ασφαλιστική κάλυψη των θερμοκηπιακών μονάδων, που έχει οδηγήσει πολλές επιχειρήσεις που υπέστησαν ζημιές σε υπερχρέωση, λόγω του ότι είναι αναγκασμένες να καταβάλουν μεγάλα τοκοχρεολύσια, τη στιγμή που δεν έχουν έσοδα, ούτε καλύπτονται από πουθενά για τις ζημιές.
- Η χαμηλή ποιοτική κατάσταση των θερμοκηπίων, τα οποία στη μεγάλη τους έκταση είναι χωριού τύπου και έτσι δεν προσφέρονται ούτε για εφαρμογή σύγχρονων καλλιεργητικών τεχνικών, ούτε για εγκαταστάσεις συστημάτων θέρμανσης, ενώ παράλληλα δεν προσφέρουν την απαραίτητη ασφάλεια και αυξάνουν το κόστος φυτοπροστασίας.
- Η ελλιπής τεχνική υποστήριξη των καλλιεργητών, σε συνδυασμό με την περιορισμένη γεωργική έρευνα στον κλάδο και την έλλειψη εργαστηρίων εφαρμοσμένης έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος παράγει ενέργεια από μετατροπή της ύλης με ρυθμό εκατομμυρίων τόνων ανά δευτερόλεπτο. Κάθε χρόνο η ηλιακή ακτινοβολία που περνά την ατμόσφαιρα της γης είναι περίπου 2520×10^{12} Gigajouli (GJ) (Mayers C. and Mackson C. J. 1982).

Περίπου 30% της ακτινοβολίας που φθάνει στη γήινη ατμόσφαιρα ανακλάται πίσω στο διάστημα. Το 47% περίπου απορροφάται ως θερμότητα από τη γη, το νερό και την ατμόσφαιρα, αλλά το μεγαλύτερο μέρος από την απορροφούμενη ενέργεια επανακτινοβολείται με μεγαλύτερο μήκος κύματος πίσω στο διάστημα. Για την εξάτμιση και τη βροχή χρησιμοποιείται το 23%.

Η ηλιακή ενέργεια δεν είναι διαθέσιμη βέβαια συνεχώς, λόγω του κύκλου ημέρας /νύχτας και συννεφιάς. Η έντασή της ποικίλει σε σχέση με την εποχή, τη γεωγραφική τοποθεσία και τη θέση της επιφάνειας. Το γύρισμα της γης γύρω στον άξονά της κάθε 24 ώρες έχει αποτέλεσμα το κύκλο ημέρας /νύχτας. Η ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει σε μια επιφάνεια μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το μέγιστο είναι όταν ο ήλιος βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο στον ουρανό και μειώνεται αναλογικά πριν και μετά το χρόνο αυτό.

Η θέση μιας επιφάνειας έχει σημαντική επίδραση στην ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται και μπορεί να συλλεχθεί. Τα δυο κύρια στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη για τον υπολογισμό της ενέργειας που μπορεί να συλλεχθεί είναι:

- 1) Ο προσανατολισμός της επιφάνειας, και
- 2) Η γωνία που σχηματίζει η επιφάνεια με το έδαφος.

Για να συλλαμβάνει η μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας μια επιφάνεια θα πρέπει να έχει έκθεση προς το νότο, αν και μια απόκλιση μέχρι 15° από το νότο έχει πολύ μικρή επίδραση.

Η μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ενέργειας συλλέγεται όταν οι ηλιακές ακτίνες είναι κάθετες στην επιφάνεια του συλλέκτη. Εφ' όσον ο ήλιος είναι ψηλά στον ουρανό το καλοκαίρι, ένας συλλέκτης σχεδόν οριζόντιος θα συνέλεγε μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας από έναν τοποθετημένο κατακόρυφα. Το χειμώνα φυσικά ο ήλιος είναι χαμηλά στον ουρανό και ένας συλλέκτης με κλίση κατακόρυφη θα συνέλεγε περισσότερη ακτινοβολία από έναν οριζόντιο. Επομένως, για να συλλέγει τη μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, η γωνία κλίσης του συλλέκτη θα έπρεπε να μεταβάλλεται από καιρό σε καιρό κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι περισσότεροι συλλέκτες όμως είναι σταθερής γωνίας λόγω κόστους κατασκευής.

3.2 Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του θερμοκηπίου

Η προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί ηλιακή ενέργεια αντί των συμβατικών καυσίμων για τη θέρμανση του θερμοκηπίου γίνεται για τρεις κυρίως λόγους:

- α) Για οικονομικότερη αντιμετώπιση του προβλήματος της θέρμανσης του θερμοκηπίου,
- β) Για τη μείωση της καταστροφής των φυσικών πόρων του πλανήτη μας, και
- γ) για τη μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος από τα αέρια της καύσης των συμβατικών καυσίμων.

Γενικά για να γίνει δυνατή η χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση του θερμοκηπίου και κατά τη διάρκεια της νύχτας, θα πρέπει να προηγηθούν:

1. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας (μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμότητα).
2. Η αποθήκευση της θερμικής ενέργειας, ώστε να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας.
3. Η εγκατάσταση ενός συστήματος διανομής της θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου.

Για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιούνται συνήθως τα παρακάτω μέσα:

- α. Ξεχωριστοί ηλιακοί συλλέκτες (αέρα ή νερού) που τοποθετούνται έξω από το θερμοκήπιο.

β. Ηλιακοί συλλέκτες που αποτελούν στοιχεία της κατασκευής του θερμοκηπίου, όπως π.χ. θερμοκήπιο με διπλό τοίχωμα, στο εσωτερικό του οποίου κυκλοφορεί διάλυμα που απορροφά την υπέρυθη μόνο ακτινοβολία.

γ. Το ίδιο το θερμοκήπιο, με τη χρησιμοποίηση της περίσσειας θερμότητας που συχνά συμβαίνει στον ίδιο το χώρο του κατά τη διάρκεια της ημέρας.

3.3 Γεωθερμική ενέργεια

Εκτός από την ηλιακή ενέργεια και η γεωθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση θερμοκηπίων, με μικρές τροποποιήσεις του συστήματος θέρμανσης.

Η Ελλάδα παρουσιάζει πολύ ευνοϊκές συνθήκες Γεωθερμίας. Γενικά το γεωθερμικό δυναμικό χαμηλής ενθαλπίας (θερμοκρασία ρευστού < 100°C) στη χώρα μας είναι πολύ υψηλό. Πολύ ενδιαφέρουσες προοπτικές για εκμετάλλευση γεωθερμικού νερού παρουσιάζουν περιοχές στη Μήλο, στη Νίσυρο, στη Λέσβο, στη κοιλάδα του Σπερχειού και στις πεδινές περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης.

Και στις περιπτώσεις που υπάρχει διαθέσιμο γεωθερμικό ρευστό όμως, παρατηρούνται προβλήματα στη χρησιμοποίησή του, κυρίως λόγω της υψηλής αλατότητας που συνήθως έχει. Ανάλογα με τα πετρώματα που συναντά το ζεστό νερό στη διαδρομή του, εμπλουτίζεται με άλατα, τα οποία σε μερικές περιπτώσεις είναι διαβρωτικά στα κοινά μέταλλα, με αποτέλεσμα να απαιτούνται μεταλλάκτες από ακριβότερα μέταλλα (Τιτάνιο κλπ.) και σε άλλες περιπτώσεις, ενώ δεν είναι διαβρωτικά, καθιζάνουν στα τοιχώματα των σωλήνων και πολύ γρήγορα τους κλείνουν.

Τα συστήματα αξιοποίησης της γεωθερμίας σε μεγάλες μονάδες είναι:

1) Σε όσες περιπτώσεις το γεωθερμικό νερό δεν είναι πολύ διαβρωτικό και δεν παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα αποθέσεως, η εγκατάσταση για την αξιοποίηση του γεωθερμικού νερού αποτελείται από τα εξής τμήματα:

α) Τμήμα γεώτρησης (η γεώτρηση και ο εξοπλισμός που τοποθετείται επί τόπου),

β) Τμήμα μεταφοράς του γεωθερμικού ρευστού (σωλήνες μεταφοράς, προωθητικές αντλίες)

γ) Τμήμα χρήσης (σύστημα θέρμανσης του θερμοκηπίου),

δ) Τμήμα απόρριψης που αφορά την επιφανειακή απόρριψη ή επανέγχυση του ρευστού που έδωσε την ενέργεια στο γεωθερμικό πεδίο.

Οι κυριότεροι τύποι των εναλλακτών θερμότητας που χρησιμοποιούνται είναι:

- Εναλλάκτες με πλάκες (Plate-Heat Exchangers).
- Εναλλάκτες με σωλήνα και κέλυφος (Shell and Tube Heat Exchangers).
- Εναλλάκτες στον πυθμένα της γεώτρησης (DHE Downhole Heat Exchanger).

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη για την οικονομική αξιολόγηση των γεωθερμικών συστημάτων είναι:

- α) Το βάθος της γεώτρησης
- β) Απόσταση γεώτρησης – πεδίου χρήσης
- γ) Παροχή της γεώτρησης
- δ) Θερμοκρασία γεώτρησης
- ε) Επιτρεπόμενη πτώση της θερμοκρασίας
- στ) Μέγεθος του πεδίου χρήσης
- ζ) Συντελεστής φορτίου
- η) Σύνθεση του γεωθερμικού ρευστού
- θ) Ευκολία στην απόρριψη του γεωθερμικού ρευστού
- ι) Διάρκεια ζωής της γεώτρησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΜΗΧΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

4.1 Γενικά

Η επικερδής παραγωγή στο θερμοκήπιο, όπως και στη βιομηχανία, επιτυγχάνεται γενικά, με την επιδέξια οργάνωση των υλικών εφοδίων, των μεθόδων λειτουργίας και της εργασίας. Το κόστος παραγωγής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πόσο καλά έχουν συνδυασθεί όλα τα παραπάνω στοιχεία και ιδιαίτερα η ανθρώπινη εργασία.

Στη χώρα μας ο καλλιεργητής θερμοκηπίου κατά το μεγαλύτερο μέρος στηρίζει την παραγωγή του στα εργατικά χέρια. Αντίθετα, στη βόρεια Ευρώπη, όπου υπάρχουν μεγάλες επιχειρήσεις από πλευράς έκτασης και απασχολουμένων κεφαλαίων, ο καλλιεργητής βασίζει την παραγωγή του στη μηχανική εργασία και τους χειρισμούς αποδοτικών εργαλείων.

Η μηχανική εργασία στο θερμοκήπιο αφορά: Μηχανική κατασκευή εδαφικών κύβων για το φύτεμα, μηχανική σπορά, μηχανική μετακίνηση, μηχανικό φύτεμα, αυτόματο πότισμα, λίπανση από το νερό του ποτίσματος, μηχανές απολύμανσης με ατμό, αυτόματη ανέλιξη των φυτών, αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας, υγρασίας και CO₂.

Ο σημαντικότερος λόγος που καθιστά σε πάρα πολλές περιπτώσεις αναγκαία τη χρησιμοποίηση της μηχανικής εργασίας στο θερμοκήπιο, είναι το γεγονός ότι οι απαραίτητες εργασίες πρέπει να εκτελούνται μέσα σε μια περιορισμένη χρονική διάρκεια και συχνά με μεγάλη ακρίβεια. Σε οποιαδήποτε περίπτωση όμως η εφαρμογή της μηχανικής εργασίας θα πρέπει να δίνει θετικό οικονομικό αποτέλεσμα στην επιχείρηση.

Για να αποφασισθεί αν συμφέρει η αντικατάσταση της χειρωνακτικής εργασίας με μηχανική σε μια επιχείρηση, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

1. Το είδος της εργασίας
2. Οι υφιστάμενες συνθήκες κόστους κεφαλαίου και εργασίας
3. Το μέγεθος και η οργάνωση της επιχείρησης.

Χειρωνακτική εργασία

Κατά την οργάνωση ενός χώρου εργασίας όπως το θερμοκήπιο, θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι παρακάτω γενικές κατευθύνσεις για την εξοικονόμηση εργασίας:

1. Να υπάρχει πάντα μια κατάλληλη θέση για κάθε εργασία (π.χ. διαλογητήριο).
2. Να υπάρχει πάντα ικανοποιητικός χώρος για την εργασία. Συνωστισμός έχει αποτέλεσμα τη δυσκολία κινήσεων, κούραση, μικρότερη απόδοση.
3. Αν πρόκειται για χώρο εκτός θερμοκηπίου, όπου εργάζονται συνεχώς άνθρωποι, π.χ. το διαλογητήριο, να είναι σε καλή θέση και το περιβάλλον να μην προκαλεί δυσφορία στον εργαζόμενο. Να υπάρχουν φως, εξαερισμός, κατάλληλη θερμοκρασία, καθαριότητα, νερό τουαλέτα και να μην υπάρχει υπερβολικός θόρυβος.
4. Να βρίσκονται όλα τα απαραίτητα υλικά και εργαλεία εύκολα μ' ένα απλό πλησίασμα. (π.χ. τα άδεια κιβώτια τοποθετούνται κατά μέγεθος σε στήλες).
5. Η τοποθέτηση των διαφόρων αντικειμένων να γίνεται διαρκώς στις ίδιες θέσεις, για να μην χάνεται χρόνος μέχρι να βρεθούν.
6. Στις εργασίες που είναι δυνατό να γίνουν από καθιστό άτομο, να φροντίσουμε να υπάρχει κάθισμα και μάλιστα στις σωστές διαστάσεις. Για καλλιεργητικές εργασίες, όπως π.χ η διαμόρφωση μοσχευμάτων, ο εμβολιασμός κλπ., η χρησιμοποίηση τραπεζιών με το σωστό ύψος και με καρέκλα, σε χώρο σκιαζόμενο, βελτιώνει σημαντικά την απόδοση εργασίας, κάνοντάς την ξεκούραστη.
7. Να επιδεικνύεται στον εργαζόμενο η σωστή στάση εργασίας, να υπάρχει καλή κατανομή εργασίας (όχι κάποιος να περιμένει για να τελειώσει κάποιος άλλος) και να παρατηρούνται συνεχώς οι συνθήκες εργασίας, ώστε να γίνεται κάθε αλλαγή που χρειάζεται.
8. Οι αποστάσεις που κινείται ένας εργαζόμενος πρέπει να είναι μικρές.
9. Ο εργαζόμενος θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιεί και τα δυο του χέρια για την εργασία.
10. Όπου είναι δυνατόν, καλό είναι να αποφεύγεται η στατική εργασία.

Μεταφορές

Για τις εσωτερικές μεταφορές, που ιδιαίτερα απασχολούν πολλές ώρες εργασίας στο θερμοκήπιο, θα πρέπει να ληφθεί ότι αποτελούν κοπιαστική εργασία, όχι ελκυστική και ότι δε βελτιώνουν την ποιότητα του προϊόντος, αλλά ανήκουν στις μη παραγωγικές διαδικασίες. Για τους παραπάνω λόγους θα πρέπει να επιδιωχθεί:

1. Περιορισμός, κατά το δυνατό, των μεταφορών.
2. Οι δρόμοι μεταφοράς να μην είναι μακρύς.
3. Η μεταφορά να γίνεται σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερες ποσότητες, χωρίς όμως αυτό να αποβαίνει σε βάρος της ποιότητας των προϊόντων.
4. Οι διάδρομοι μεταφοράς να βρίσκονται πάντα σε καλή κατάσταση.
5. Οι διάδρομοι να είναι πάντα ελεύθεροι.
6. Να αποφεύγονται εμπόδια, σκαλοπάτια και άλλα διαφορετικού ύψους τμήματα.
7. Να χρησιμοποιείται, όπου είναι δυνατόν, η βαρύτητα (κεκλιμένα επίπεδα μεταφοράς κλπ.).
8. Να χρησιμοποιείται η κατάλληλη συσκευασία για τις μεταφορές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Ευσταθιάδη Σ. Θάνου.** ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ. (Στοιχεία λειτουργίας). 1987.
- **Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γεώργιος** ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ. (Περιβάλλον, υλικό, εξοπλισμός). 1990.
- **Χαρώνη Π. ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ.** Εκδόσεις ΙΩΝ., 1988.

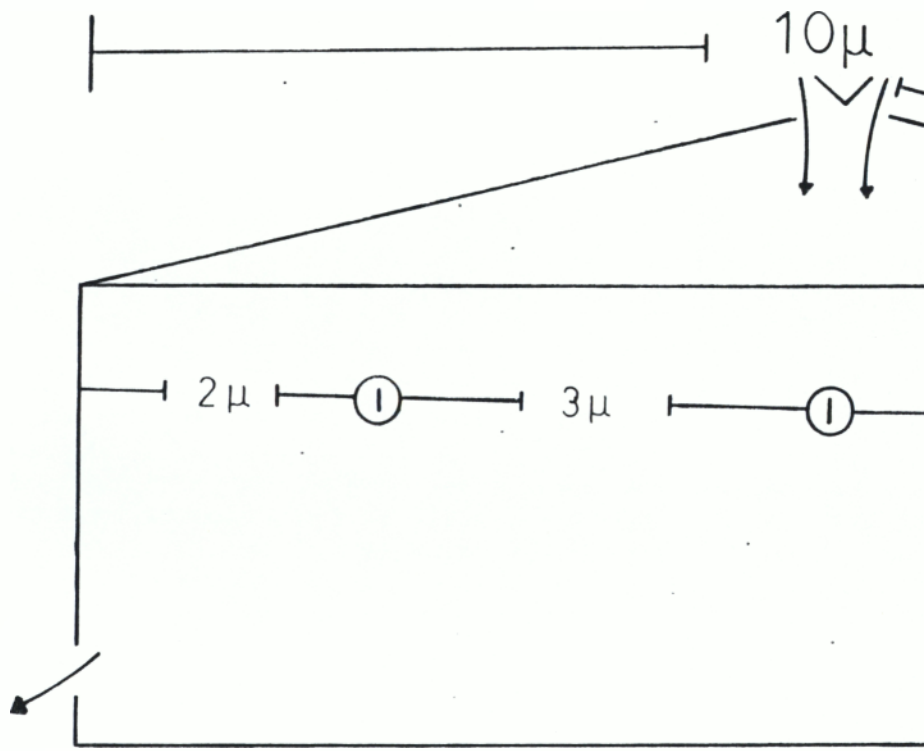
ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

- ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ '96.(ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ'96).Εκδόσεις ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.
- ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΧΡΗΣΗ Η/Υ. ΙΟΥΝΙΟΣ 1993.
- ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ. ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΜΕ ΣΩΛΗΝΕΣ. ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1990.
- Agroculture. ΕΡΕΥΝΑ. Επιπτώσεις της εργασίας Σεπτέμβριος-Οκτώβριος 1996.

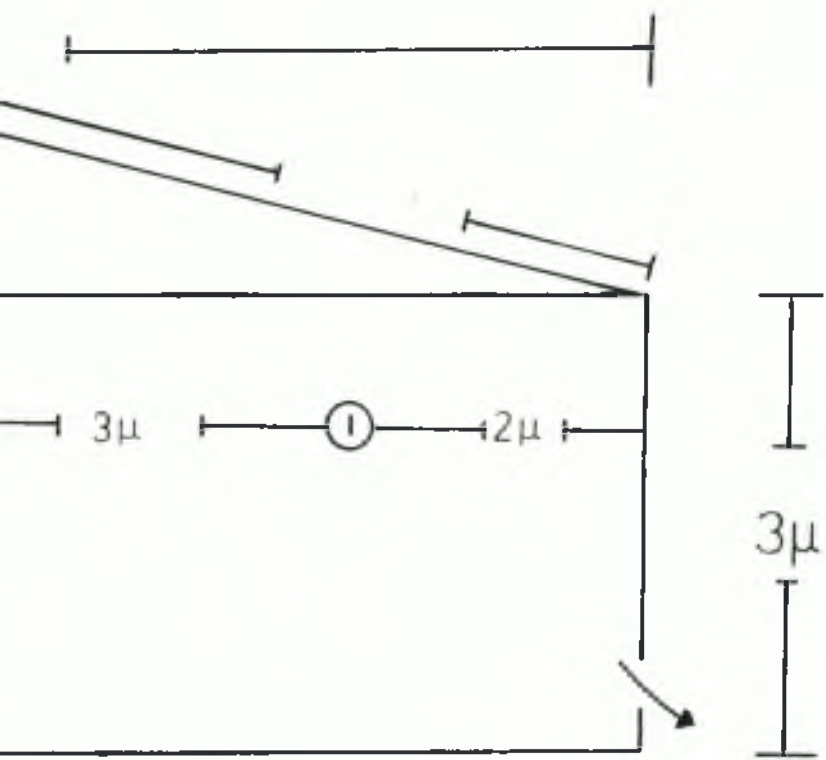
ΠΤΥΧΙΑΚΗ

- ΜΠΟΥΛΤΑ ΕΙΡΗΝΗ
Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ Σ.Τ.Ε.Γ
ΤΜΗΜΑ: Θ.Ε.Κ.Α. 1998.

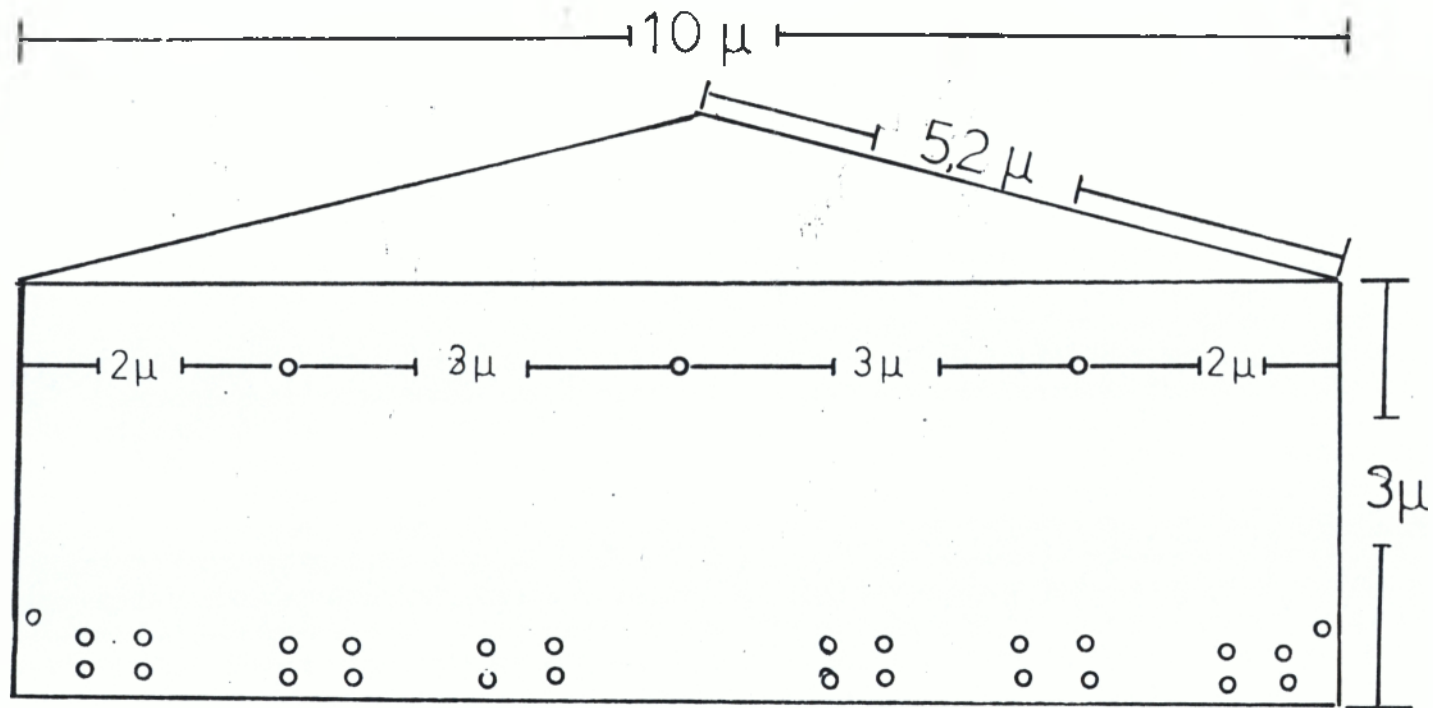
Παράρτημα φωτογραφιών



ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΕΚΤΟΞ
 ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ



ΕΥΤΩΝ



ΤΟΜΗ ΘΕΣΗΣ ΤΩΝ
ΣΩΛΗΝΩΝ ΘΕΡΜΑΝΘΗΣ

Βαλβίδα που σταματάει
την επιστροφή νερού

Καλάδιο

Γαλβανική
δυσλειτουργία αλάτιου

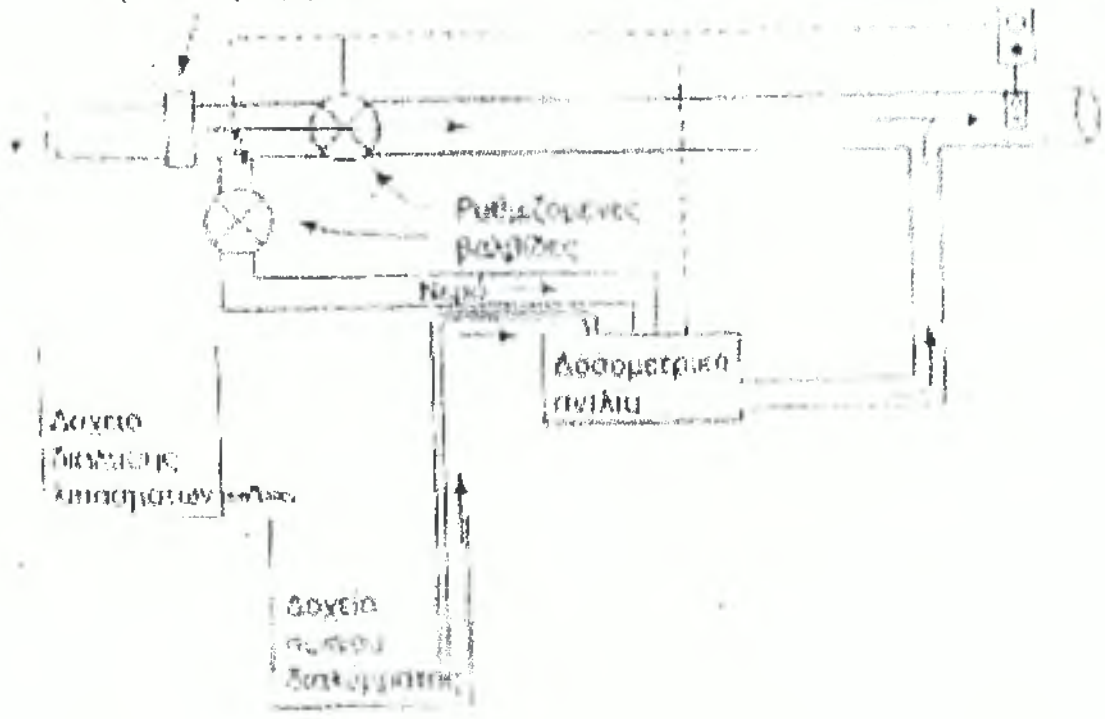
Σταματάει
το νερό

Ρυθμιζόμενες
βαλβίδες

Δοσομετρική
πυλίσια

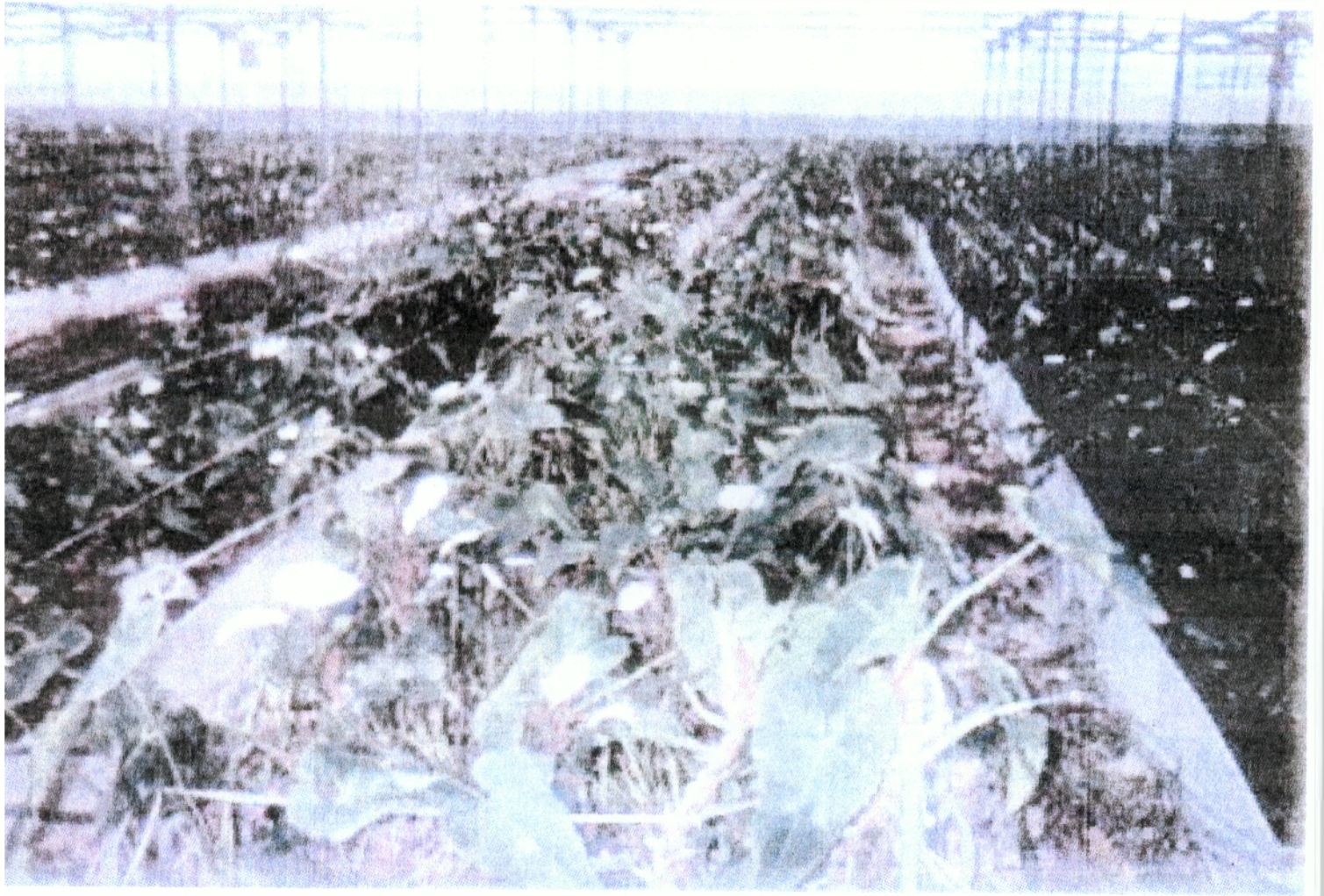
Δοχείο
δυναμικής
αποθήκευσης

Δοχείο
αερίου
δυναμικής





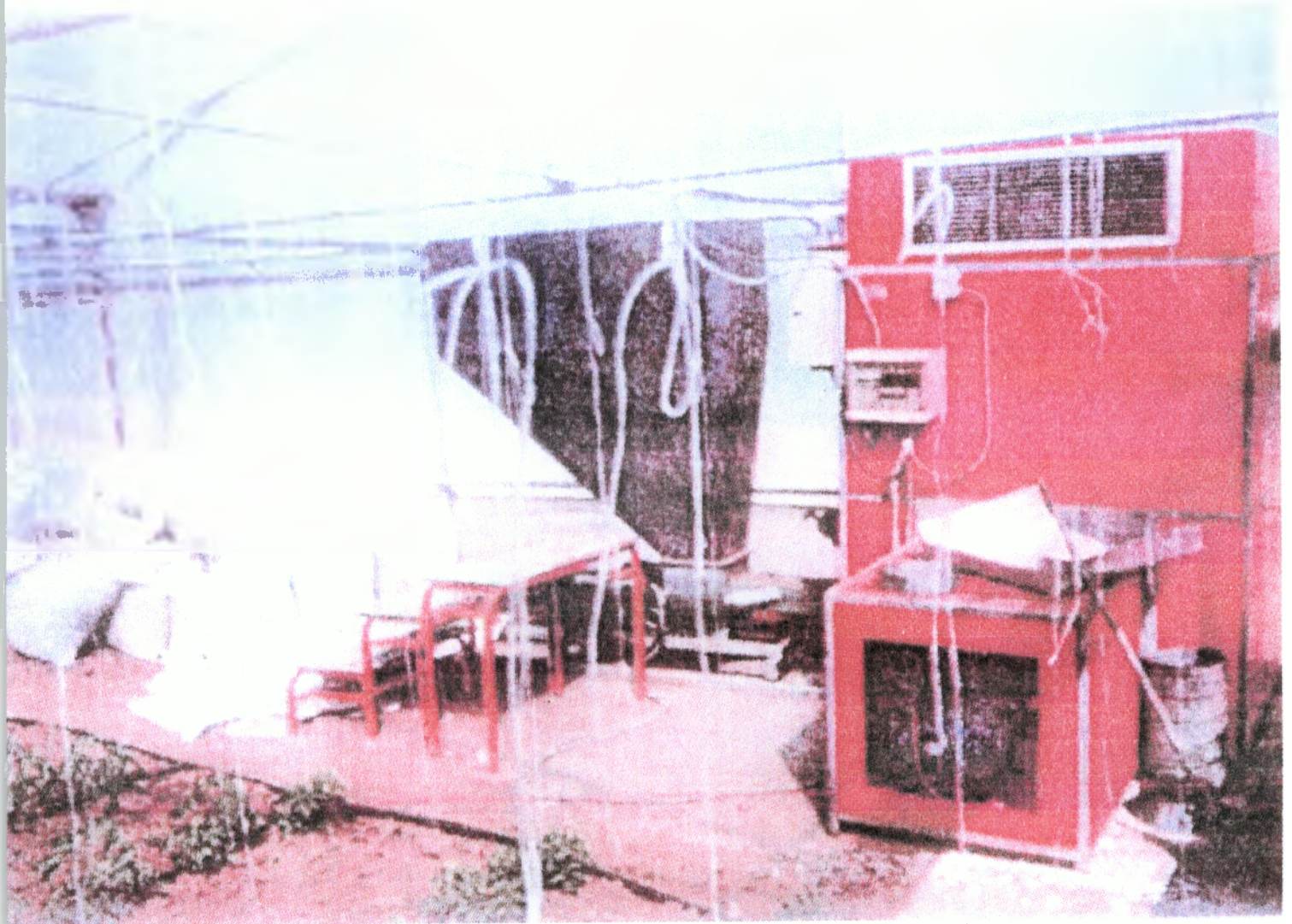
Ανθούριο



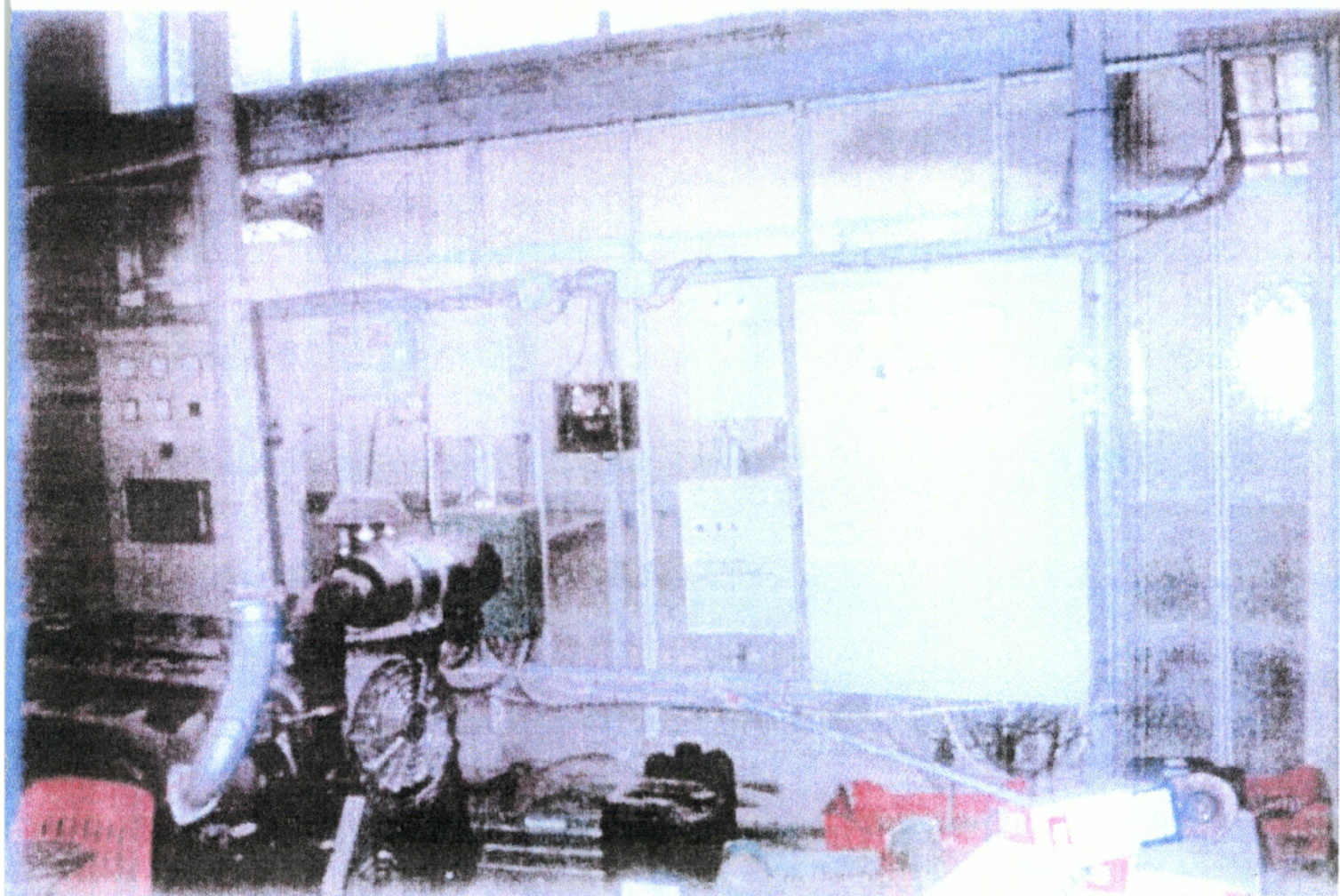
Γραμμές καλλιέργειας και αποστάσεις φύτευσης



Στατικά συστήματα θέρμανσης



Στατικά συστήματα θέρμανσης



Στατικά συστήματα θέρμανσης