

Εξοπλισμός



Λειτουργικά Συστήματα του Θερμοκηπίου

- Αερισμός
- Θέρμανση
- Δροσισμός - Ψύξη
- Ρύθμιση της σχετικής υγρασίας
- Τεχνητός φωτισμός
- Εμπλουτισμός σε CO_2
- Απολύμανση
- Άρδευση
- Λίπανση

Δροσισμός - Ψύξη

Ο δροσισμός του θερμοκηπίου γίνεται συνήθως με εξάτμιση νερού

Εξατμισοδιαπνοή
των φυτών



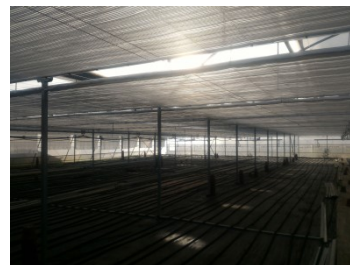
Υδρονέφωση



Δυναμικός αερισμός μέσω
διαβρεχόμενης παρειάς



Κουρτίνες σκίασης



Λανθάνουσα Θερμότητα

$$Q_L = h_L m_{wv}$$

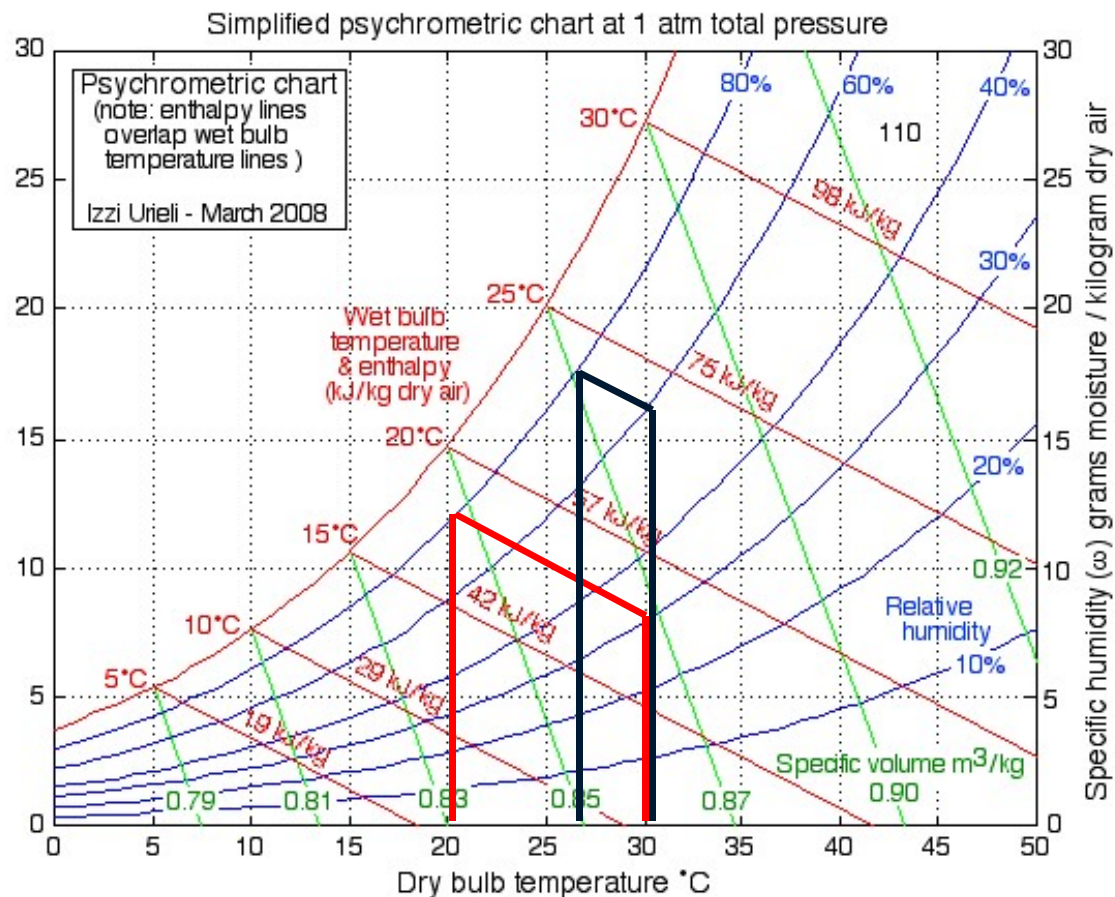
Q_L : λανθάνουσα θερμότητα (J)

h_L : ειδική λανθάνουσα θερμότητα (J kg⁻¹)

m_{wv} : μάζα υδρατμών που εξατμίστηκαν

- Κατά την **εξάτμιση** η λανθάνουσα θερμότητα απορροφάται από το περιβάλλον προκαλώντας **ψύξη**.
- Κατά τη **συμπύκνωση** η λανθάνουσα θερμότητα αποδίδεται στο περιβάλλον προκαλώντας **θέρμανση**.

Η θερμοκρασία του ψυχόμενου αέρα εξαρτάται από τη σχετική υγρασία



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

$T_1=30^{\circ}C$, $RH_1=60\%$
 $T_2=26^{\circ}C$, $RH_1=80\%$
 $\Delta T = 4^{\circ}C$

$T_1=30^{\circ}C$, $RH_1=30\%$
 $T_2=20^{\circ}C$, $RH_1=80\%$
 $\Delta T = 10^{\circ}C$

Χαμηλή σχετική
υγρασία εσωτερικά



Καλύτερη Ψύξη

Υδρονέφωση



Η εξατμισοδιαπνοή δεν είναι επαρκής τις πολύ θερμές περιόδους

Νέφος από πολύ μικρές σταγόνες δημιουργείται με μπεκ που λειτουργούν σε υψηλή πίεση (50-100 bar)

Οι σταγόνες είναι τόσο μικρές που **εξατμίζονται** πριν φτάσουν στα φύλλα των φυτών

Οικονομικότερο σύστημα για παθητικό αερισμό - Καλή αυτοματοποίηση



Μπεκ υδρονέφωσης



Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από
νεφελοψεκαστήρες

Χρήση βρόχινου ή απιονισμένου
νερού → Αποφυγή αλάτων



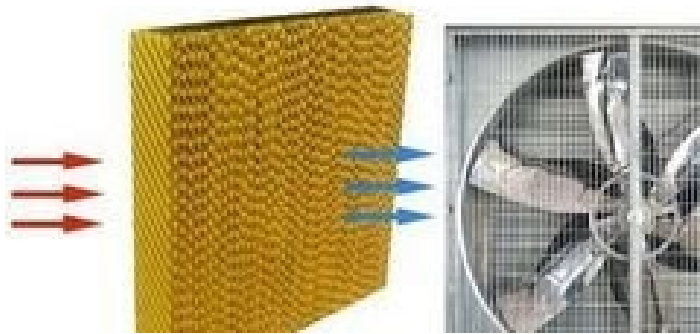
Ψύξη με διαβρεχόμενη παρειά



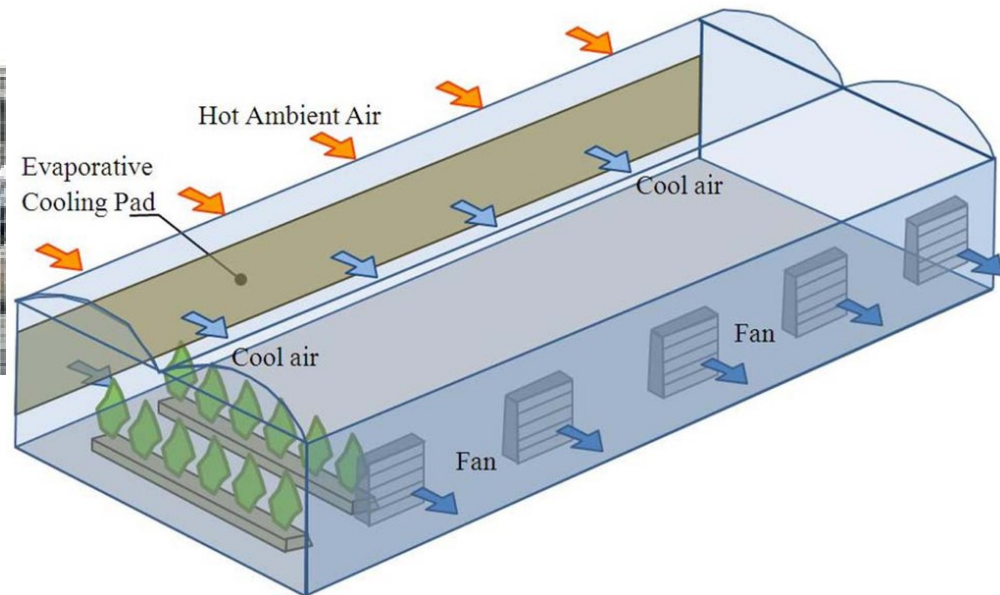
Συνθετικό απορροφητικό υλικό με κυψελοειδή δομή (πεπιεσμένο ξύλο σε ίνες, γιούτα, λεύκα, άχυρο)

Πορώδες απορροφητικό υλικό που μπορεί να συγκρατεί μεγάλη ποσότητα νερού ενώ επιτρέπει τη διέλευση του αέρα

Δυναμικός αερισμός σε συνδυασμό με διαβρεχόμενη παρειά



Ανεμιστήρες απάγουν τον **εσωτερικό θερμό αέρα** δημιουργώντας υποπίεση. Ξηρός εξωτερικός αέρας ωθείται προς το θερμοκήπιο μέσω του υγρού τοιχώματος.



- **Υψηλή** Κατανάλωση ενέργειας
- **Ανομοιομορφία** θερμοκρασίας για θερμοκήπια μεγάλου μήκους

Κουρτίνες σκίασης - εξωτερικές



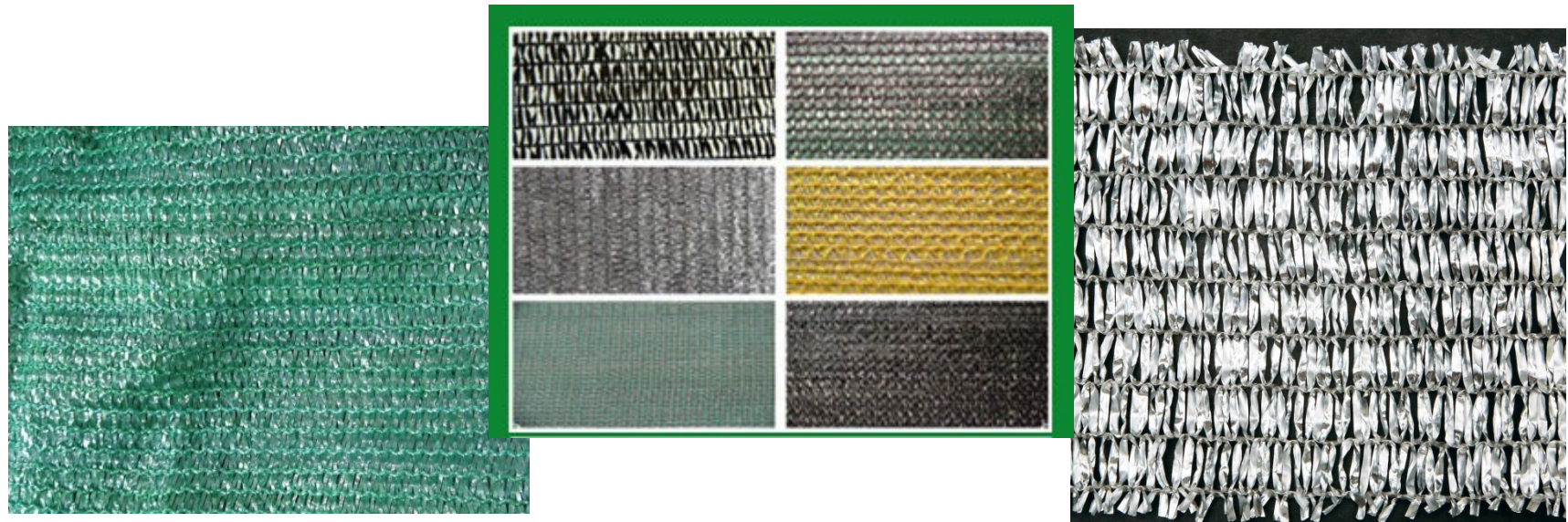
Οι εξωτερικές κουρτίνες σκίασης εμποδίζουν την **ηλιακή ακτινοβολία** να φτάσει στο θερμοκήπιο και μειώνουν δραστικά τις ανάγκες **δροσισμού**

Κουρτίνες σκίασης - εσωτερικές



Οι εσωτερικές κουρτίνες σκίασης εμποδίζουν την **ηλιακή ακτινοβολία** να φτάσει στα φυτά. Έτσι **μειώνεται η διαπνοή**.
Χρησιμοποιούνται επίσης για τη ρύθμιση του **φωτοπεριορισμού**

Κουρτίνες σκίασης - υλικά



Οι κουρτίνες σκίασης είναι φτιαγμένες από πλαστικές ίνες διαφόρων τύπων. Οι κουρτίνες χρώματος αλουμινίου προσφέρουν μεγάλη ανακλαστικότητα

Ρύθμιση της Σχετικής Υγρασίας - Αφύγρανση

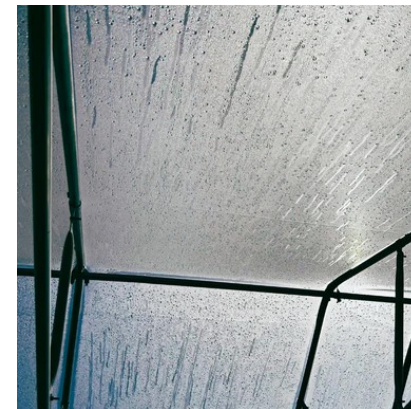
Μείωση της σχετικής υγρασίας με αερισμό



Αφύγρανση με χημικά μέσα



Αφύγρανση με ψύξη - συμπίκνωση



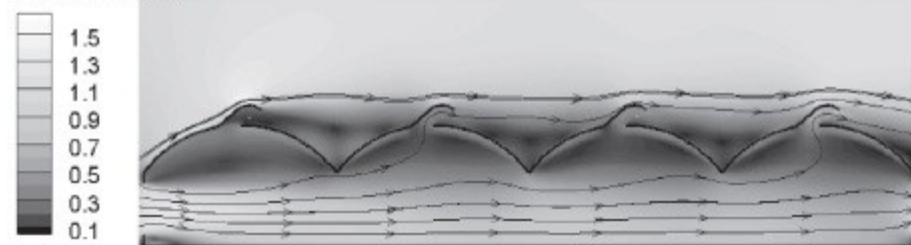
Αφύγρανση με αερισμό

$$F_{gas} = (C_{gas-in} - C_{gas-out}) F_v$$

Χρησιμοποιούμε τη ροή αερισμού για να διώξουμε τον υγρό αέρα και να τον ανανεώσουμε με ξηρότερο

Ο εισερχόμενος αέρας είναι πιθανόν κρύος, οπότε πρέπει να ζεσταθεί. Αυτό αυξάνει τη κατανάλωση ενέργειας

a) Wind Speed



Αφύγρανση με ψύξη



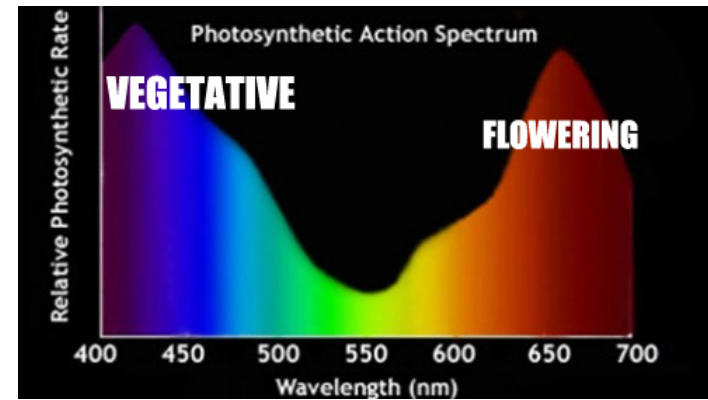
- Ψυχρές μεταλλικές επιφάνειες χρησιμοποιούνται ως σημεία συμπύκνωσης των υδρατμών
- Το νερό συλλεγέται σε ειδικά κανάλια και απομακρύνεται από το περιβάλλον της καλλιέργειας

Αφύγγρανση με υδρο-απορροφητικά υλικά

- Γύψος (CaSO_4)
- Χλωριούχο ασβέστιο (CaCl_2)
- Silica (SiO_2)



Τεχνητός Φωτισμός

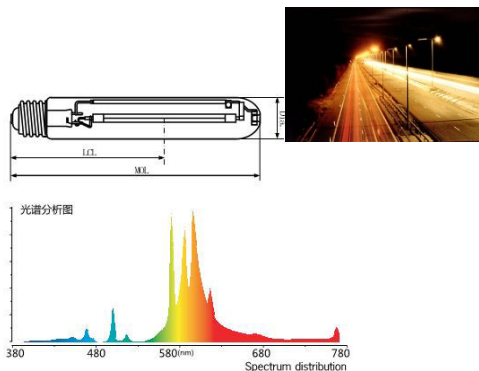


Ο τεχνητός
φωτισμός ενισχύει
τη φωτοσύνθεση

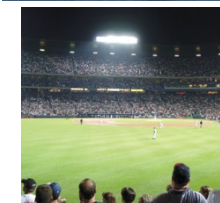
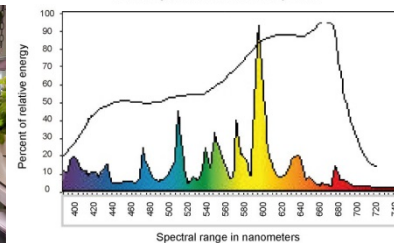
Ακτινοβολία εκτός του φάσματος της Φωτοσυνθετικά Ενεργής Ακτινοβολίας (PAR) είναι σπατάλη ενέργειας

Λάμπες που χρησιμοποιούνται για τη φωτοσύνθεση σε θερμοκήπια

Type of lamp	Power (W)	Luminous flux (lm)	Radiant flux (W)	Economic life time (h)
Fluorescent 'TL'D33 (58W)	70	4800	14	7500
Metal-halide HPI-T (400W)	413	31500	88.2	8000
High-pressure sodium SON-T (400W)	436	47000	108.1	12000



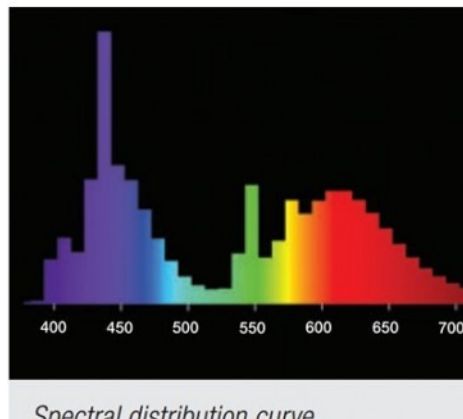
Spectral Distribution for Metal Halide 1000W
Shown against the Plant Sensitivity Curve



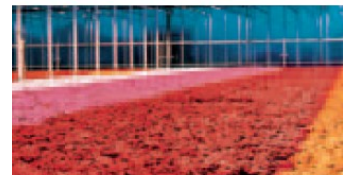
Λάμπες Νατρίου

Λάμπες αλογονούχων μετάλλων

Λάμπες φθορισμού για θερμοκήπια



○ ○ special
OSRAM FLUORA®



OSRAM FLUORA® sind die Lampen für Pflanzen...

OSRAM FLUORA® – Wachstumslicht für schönere Pflanzen

Durch die Betonung des blauen und roten Spektralbereichs in ihrem Lichtspektrum sind OSRAM FLUORA®-Leuchtstofflampen für Pflanzen besonders gut angepasst. Das Pflanzenwachstum wird dadurch gefördert.

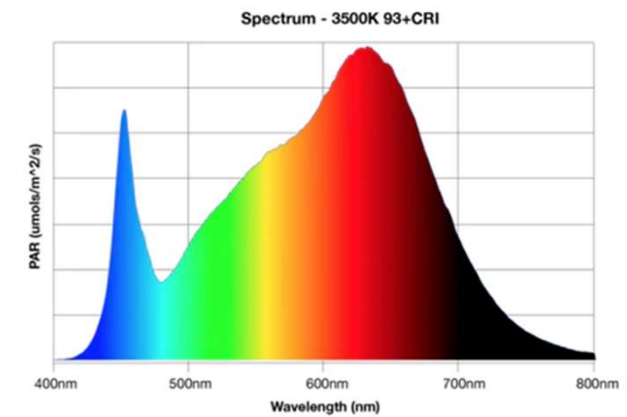
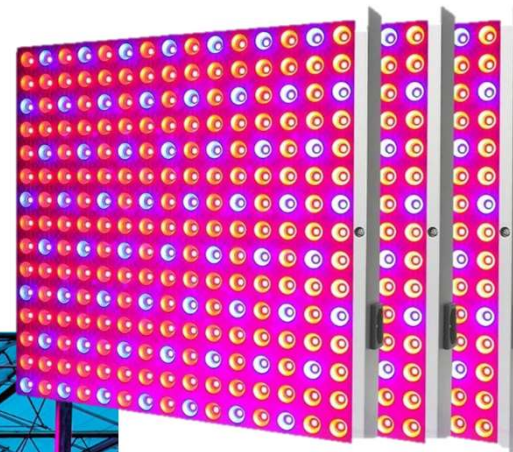
OSRAM FLUORA®-Lampen werden überall dort eingesetzt, wo das natürliche Licht allein für Pflanzen nicht ausreicht, zum Beispiel über Pflanzeninseln in Einkaufszentren, Hotels und Wohnräumen, aber auch in Blumenfenstern, Schaufenstern, und für Aquarien.



Technische Daten



Λάμπες LED για Θερμοκήπια



Εμπλουτισμός σε CO_2

- CO_2 καταναλώνεται κατά τη φωτοσύνθεση
- Δεν επαρκεί η αναπνοή των φυτών όπου απελευθερώνεται CO_2
- Αυξημένες συγκεντρώσεις CO_2 → Αποδοτικότερη φωτοσύνθεση
- Εμπλουτισμός τη διάρκεια της ημέρας



CO_2 σε υγρή μορφή
χρησιμοποιείται σε
θερμοκήπια εντατικής
καλλιέργειας



Εμπλουτισμός σε CO_2 με καύση



Ειδικός καυστήρας για τη παραγωγή CO_2 (προπανίου ή φυσικού αερίου)

Συμπυκνωτής καυσαερίων για την ασφαλή παροχή CO_2



- Καύση CO_2 → παραγωγή CO (ατελής κάυση)
- Ανάγκη Καυσίμων Υψηλής καθαρότητας → μικρότερη δυνατή συγκέντρωση Θείου (S)

Εμπλουτισμός σε CO_2 με βιομηχανικά καυσαέρια



Απολύμανση

Μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών ζουν και πολλαπλασιάζονται στο έδαφος - ευνοούν οι συνθήκες στο θερμοκήπιο



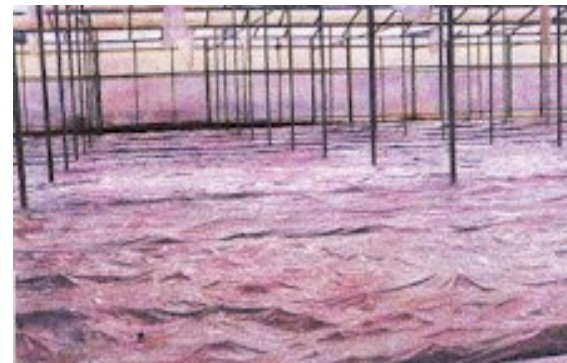
Καταστροφή φυτών



Απώλεια θρεπτικών ουσιών



ΕΤΗΣΙΩΣ



Απολύμανση με θερμό ατμό

Απολύμανση με χημικά μέσα

(Σε μερικές χώρες δεν επιτρέπεται). π.χ. metham sodium, 1,3 dichloropropene, chloropicrine

Ηλιοαπολύμανση

Απολύμανση με ατμό

Σε θερμοκρασία άνω των **71°C** όλοι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί καταστρέφονται → Παστερίωση (διατήρηση ωφέλιμων οργανισμών)

Θερμός ατμός εισάγεται κάτω από μια αδιαπέραστη επιφάνεια (πλαστικό φύλλο PE, PVC, Nylon). Η ενέργεια που αποδίδεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών μπορεί να θερμάνει το έδαφος σε αρκετό βάθος άνω των **71°C**



Σημαντικό Κόστος

- Παράλληλη άροση - Καλύτερη διανομή ατμού
- **Υψηλής** αλατότητας εδάφη - Όχι άμεσα λίπανση / **Χαμηλής** - Άμεσα Φύτευση
- Γίνεται και με Σωληνώσεις Θερμανσης/στραγγισης εντός εδάφους

Ηλιοαπολύμανση



Ειδικά πλαστικά φιλμ πολυαιθυλενίου (LDPE) με χαμηλή IR περατότητα (Θερμικά) τοποθετούνται στο έδαφος σε όλη την έκταση του θερμοκηπίου. Σε θερμά κλίματα μέσα σε κλειστό θερμοκήπιο η θερμοκρασία του εδάφους μπορεί να ξεπεράσει του 70 °C

Η απαραίτητη διάρκεια ηλιοαπολύμανσης είναι 4-8 βδομάδες ανάλογα με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας

- Μικρό Κόστος
- Φιλική προς το περιβάλλον
- Πραγματοποιείται μόνο τους θερμούς μήνες (Ιούλιο - Αύγουστο)

Άρδευση

Κατανάλωση Νερού σε καλλιέργεια



Διαπνοή



Νερό που
παραμένει
στο φυτό



Εξάτμιση από
το έδαφος



Στράγγιση

Υδραυλική Αγωγιμότητα: Η παροχή του νερού που διέρχεται μέσω του εδάφους στη μονάδα του χρόνου

Άρδευση με ψεκασμό

Άρδευση με ψεκασμό
από πάνω
(Καλλωπιστικά, όχι
κηπευτικά)



Άρδευση με ψεκασμό
κάτω από το
φύλλωμα



Άρδευση σε τραπέζια

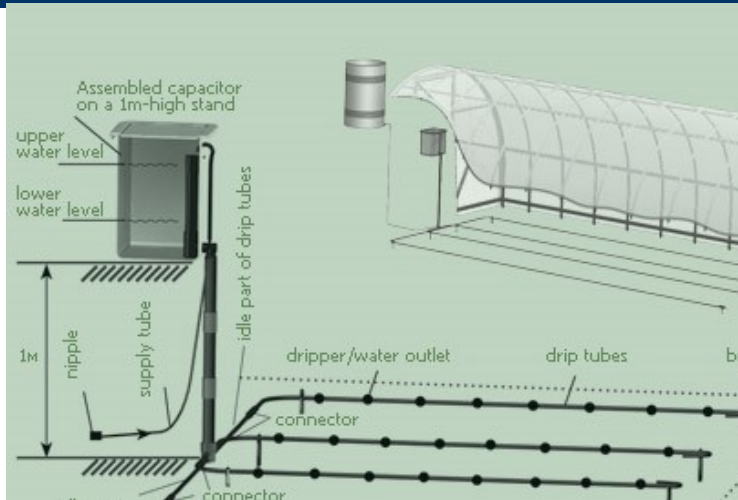
Σωληνώσεις
-στάγδην



Κατάκλιση



Άρδευση



Άρδευση με
επιδαπέδιους σωλήνες
και σταλλακτες



Υδροπονία

Ανάπτυξη της περιοχής της ρίζας των φυτών σε τεχνητό ελεγχόμενο περιβάλλον και όχι στο φυσικό τους περιβάλλον - έδαφος/χώμα

- Χωρίς υπόστρωμα (ρέον υγρό, αεροπονία) - σε κανάλια
- Ανόργανο Υπόστρωμα (άμμος, ελαφρόπετρα, περλίτης, ορυκτοβαμβακας) -σε σάκους, δοχεία, αυλάκια, κανάλια
- Οργανικό Υπόστρωμα (τύρφη, ίνες καρύδας, πολυστερίνη (φελιζόλ)) -σε σάκους, δοχεία, αυλάκια, κανάλια



Θρεπτικό
Διάλυμα



Νερο
+
Λίπανση

Λίπανση

- Γίνεται μέσω της άρδευσης
- Αρχικός έλεγχος εδάφους για συγκεντρώσεις σχετικών στοιχείων

Πρωτεύοντα Λιπαντικά Στοιχεία

Αζωτο (N)
Φωσφορος (P)
Καλιο (K)

Σημαντικά Λιπαντικά Στοιχεία

Θείο (S)
Ασβέστιο (Ca)
Μαγνήσιο (Mg)

Ιχνοστοιχεία

Σίδηρος (Fe)
Ψευδάργυρος (Zn)

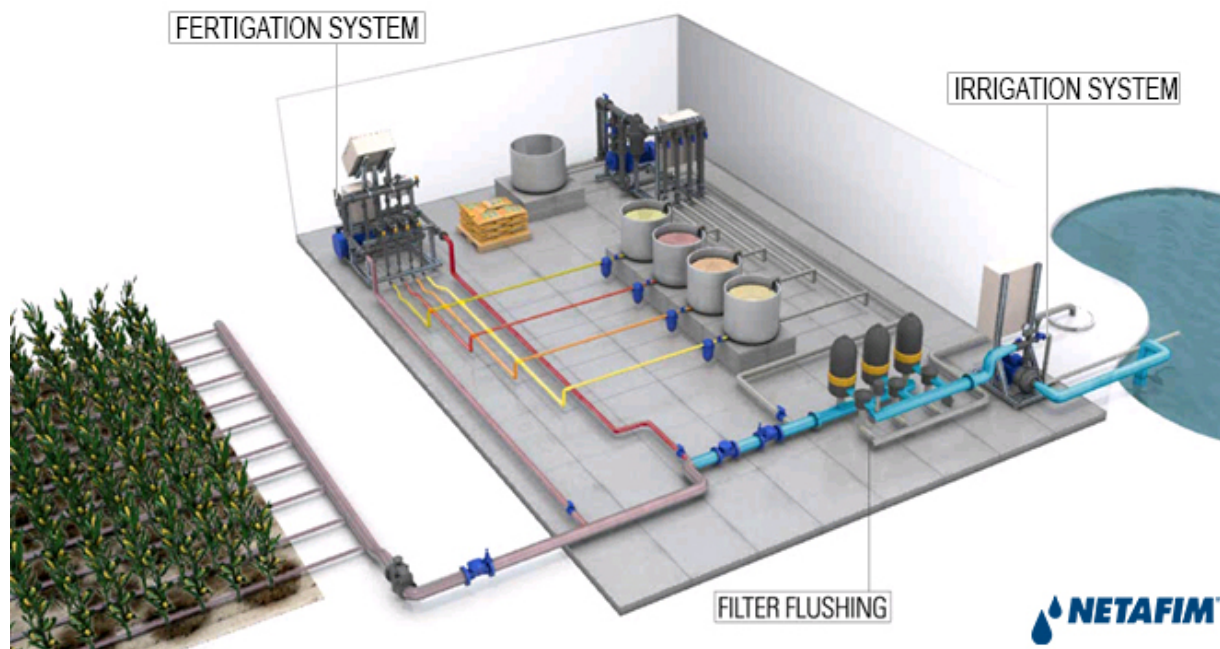
Καλή ποιότητα νερού →
μεγαλύτερη ποσότητα λιπάσματος



Κακή ποιότητα νερού →
μικρότερη ποσότητα λιπάσματος - υψηλή αλατότητα

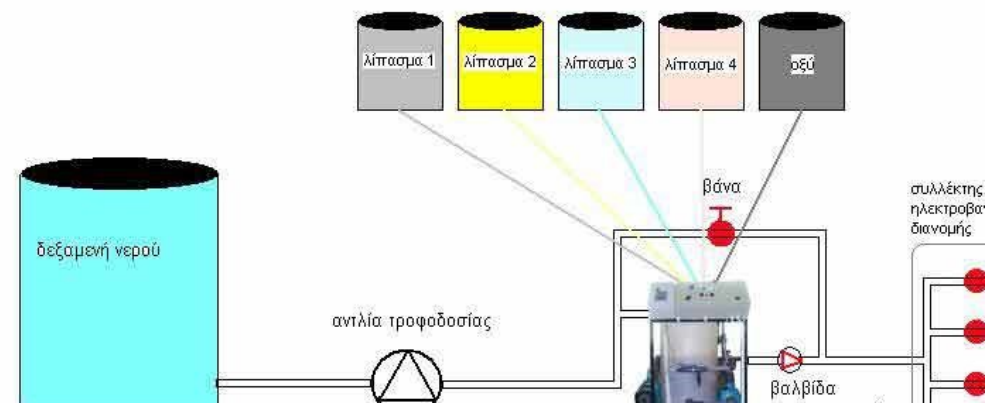
Λίπανση

Αυτόματο σύστημα άρδευσης και λίπανσης



Χρήση **αγωγιμομετρου/ρΗ-μετρου**
για τον ελεγχο ποιότητας του διαλύματος

Λίπανση



Αυτόματο σύστημα
μίξης λιπασμάτων

Λόγοι που αυξάνουν τις ανάγκες εκμηχάνισης

- Αύξηση του μεγέθους των θερμοκηπιακών μονάδων (Οι νέες μονάδες ξεπερνούν τα 10 στρ. και φτάνουν τα 100 στρ.)
- Αύξηση του εργατικού κόστους
- Απαίτηση για βελτιωμένη ποιότητα των προϊόντων
- Απαίτηση για μεγαλύτερη ασφάλεια των εργαζομένων και βελτίωση των συνθηκών εργασίας
- Εκτέλεση εργασιών που απαιτούν ταχύτητα και ακρίβεια και επαναλαμβάνονται με μεγάλη συχνότητα (φύτευση σπόρων, εμβολιασμός)

Στάδια παραγωγής με έντονη εκμηχάνιση

- Σπορά
- Εμβολιασμός
- Μεταφύτευση
- Συστήματα καλλιεργητικών φροντίδων
- Συστήματα εσωτερικών μεταφορών
- Ψεκασμοί
- Συγκομιδή - διαλογή

Σπορά



Η παραγωγή μπορεί να ξεπεράσει τους 1000 δίσκους ανά ώρα

Εμβολιασμός



Αυτόματο σύστημα
εμβολιασμού
λαχανοκομικών
δυναμικότητας 800
φυτών ανά ώρα

Μεταφύτευση



Αυτόματα συστήματα
μεταφύτευσης με δυναμικότητα
χιλιάδων φυτών ανά ώρα



Μηχανικά συστήματα μετακίνησης και αραίωσης φυτών

Μαρούλια



Ανθοκομικά

Συστήματα υποβοήθησης της καλλιέργειας



Ανυψούμενο σύστημα για τη φροντίδα της καλλιέργειας

Σύστημα ανάρτησης καλλιέργειας



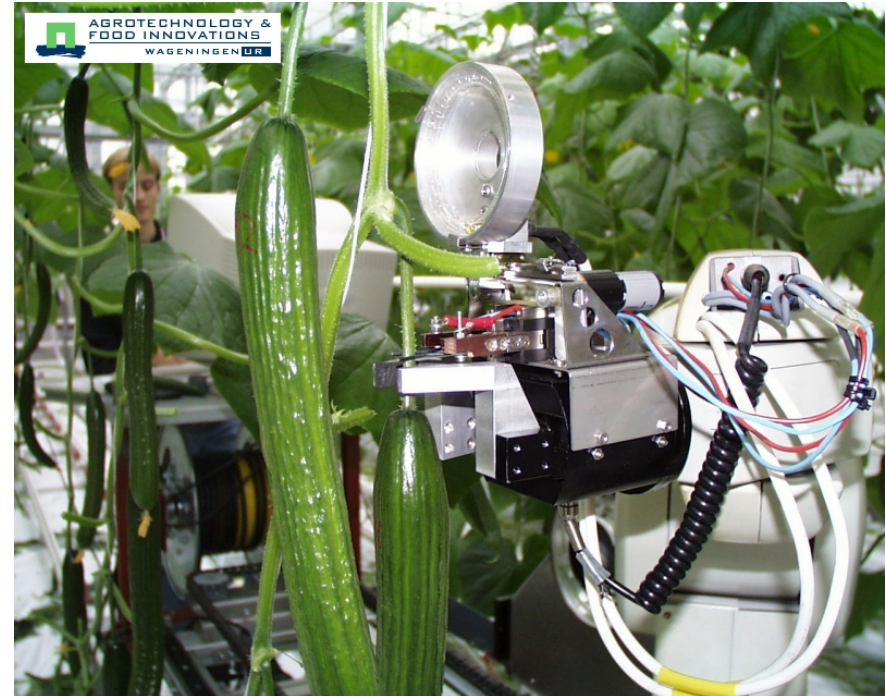
Ψεκασμός



Νεφελοψεκαστήρας

Ο αυτόματος ψεκασμός είναι απαραίτητο σύστημα αφού μειώνει την έκθεση των εργαζομένων στα φυτοφάρμακα.

Συγκομιδή



Τα ρομποτικά συστήματα συγκομιδής είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο ανάπτυξης

Διαλογή - Συσκευαστήρια



Οι μεγάλες μονάδες διαθέτουν διαλεκτήρια και συσκευαστήρια