

**ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ  
ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ NFT ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ**

**Γ. Βουρδουμπάς**

*ΤΕΙ Ηρακλείου, Παράρτημα Χανίων, Ρωμανού 3-Χαλέπα, 73132 Χανιά*

*Τηλ. : 0821-28188 Fax : 0821-28190*

*E-mail : gboyrd@tee.gr*

**Κ. Οικονομάκης**

*Ινστιτούτο Υποτροπικών φυτών και ελιάς, Αγροκήπιο, 73132 Χανιά*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στο θερμοκήπιο υδροπονικής καλλιέργειας με το σύστημα NFT (Nutrient Film Technique) υπάρχει η δυνατότητα θέρμανσης του θρεπτικού διαλύματος (ταυτόχρονα με τη θέρμανση του χώρου) για την επίτευξη ικανοποιητικής θερμοκρασίας του ριζικού συστήματος των φυτών με σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην εργασία αυτή αναφερόμεθα στη δυνατότητα χρησιμοποίησης του ελαιοπυρηνόξυλου για τη θέρμανση ενός υδροπονικού θερμοκηπίου με τη μέθοδο NFT. Το πυρηνόξυλο σε σύστημα καυστήρα/λέβητα θερμαίνει νερό, το οποίο χρησιμοποιείται αφ'ενός για τη θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου κυκλοφορώντας σε ένα σύστημα πλαστικών σωλήνων και αφ'ετέρου για τη θέρμανση του θρεπτικού διαλύματος με κατάλληλο εναλλάκτη θερμότητας.

**1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η θέρμανση των θερμοκηπίων έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων και την αύξηση της παραγωγικότητας του θερμοκηπίου.

Εκτός των συμβατικών καυσίμων, από τις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η ηλιακή ενέργεια, η βιομάζα και η γεωθερμία βρίσκουν σήμερα εφαρμογές στη θέρμανση των θερμοκηπίων στην Ελλάδα αλλά και αλλού. Στα υδροπονικά θερμοκήπια με τη μέθοδο NFT μπορεί να επιτευχθεί θέρμανση του χώρου αλλά και θέρμανση του θρεπτικού διαλύματος που κυκλοφορεί στο ριζικό σύστημα των φυτών. Η βιομάζα (πυρηνόξυλο) έχει δοκιμασθεί επιτυχώς για τη θέρμανση συμβατικών θερμοκηπίων (2) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως αναφέρεται παρακάτω και για

τη θέρμανση υδροπονικών θερμοκηπίων με ταυτόχρονη θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου και του θρεπτικού διαλύματος.

## **2. ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΜΕ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμπορικές εφαρμογές για τη θέρμανση των θερμοκηπίων έχουν βρει α) Η ηλιακή ενέργεια (με παθητικά και ενεργητικά συστήματα), β) Η γεωθερμία και γ) Η βιομάζα. Από τη βιομάζα το ελαιοπυρηνόξυλο βρίσκει σήμερα εφαρμογές στη θέρμανση θερμοκηπίων στην Κρήτη με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του στη θέρμανση θερμοκηπίων μεταξύ άλλων είναι :

α) Η χαμηλή τιμή του σε σχέση με τη θερμιδική (ενεργειακή) του αξία.

β) Η άφθονη διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης.

γ) Η επίτευξη πολύ καλού ελέγχου της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου με τη μέθοδο αυτή.

Μέχρι σήμερα δεν έχουν αναφερθεί πολλές εφαρμογές των Α.Π.Ε. στη θέρμανση υδροπονικών θερμοκηπίων. Αναφορά έχει γίνει στη χρήση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση του θρεπτικού διαλύματος υδροπονικού θερμοκηπίου (1).

## **3. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ NFT**

Με το σύστημα καλλιέργειας NFT (Nutrient Film Technique) (4,5) η ανάπτυξη των φυτών γίνεται σε κανάλια μέσα στα οποία κυκλοφορεί ένα συνεχώς ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα σ' ένα στρώμα που το πάχος του δεν ξεπερνά το 1 cm. Έτσι οι ρίζες των φυτών είναι εμβαπτισμένες μέσα στο θρεπτικό διάλυμα και επηρεάζονται άμεσα από τη θερμοκρασία του. Με το σύστημα αυτό είναι πολύ εύκολη, άμεση και ενεργειακά οικονομική η διατήρηση της κατάλληλης θερμοκρασίας στο περιβάλλον της ρίζας, διότι αρκεί η θέρμανση του θρεπτικού διαλύματος για την επίτευξη και διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας με τη βοήθεια θερμοστάτη.

Η θέρμανση του θρεπτικού διαλύματος επιδρά θετικά στην ανάπτυξη των φυτών και μπορεί να αντισταθμίσει σε σημαντικό βαθμό τις δυσμενείς επιπτώσεις από τις χαμηλές θερμοκρασίες του αέρα σε συνθήκες μη θερμαινόμενου θερμοκηπίου, αλλά και να βελτιώσει την παραγωγή ποσοτικά και ποιοτικά σε συνθήκες θερμαινόμενου θερμοκηπίου.

Η διατήρηση μιας θερμοκρασίας ρίζας με τη θέρμανση του θρεπτικού διαλύματος κατά 6-10°C μεγαλύτερης από αυτήν του αέρα επιδρά στην αύξηση της παραγωγής και βελτίωση της ποιότητας θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας (6) μαρουλιού (7) και με το σύστημα NFT.

Η θερμοκρασία του θρεπτικού διαλύματος δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τους 30°C, διότι με την επακόλουθη μείωση του διαλυτού O<sub>2</sub> στο θρεπτικό διάλυμα μπορεί να προκληθεί ασφυξία στα φυτά.

Η τομάτα αποτελεί την πλέον διαδεδομένη θερμοκηπιακή καλλιέργεια στη χώρα μας, ενώ η θέρμανση των θερμοκηπίων εφαρμόζεται σε περιορισμένο αριθμό λόγω του υψηλού κόστους των συμβατικών καυσίμων. Για την κανονική ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών της τομάτας ως ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα την ημέρα θεωρούνται οι 13°C και τη νύχτα οι 8-10°C.

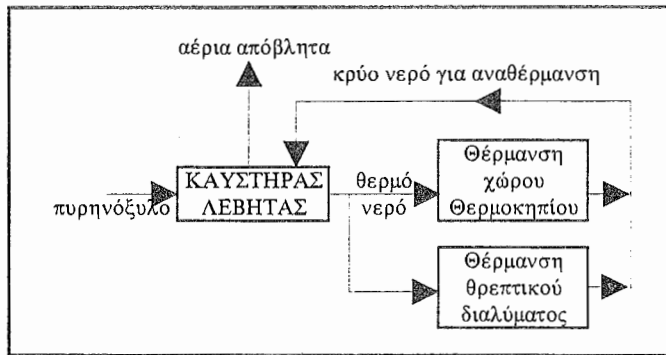
#### **4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΥ**

##### **ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ NFT ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΥΡΗΝΟΞΥΛΟΥ**

Ένα σύστημα θέρμανσης με ελαιοπυρηνόξυλο ενός υδροπονικού θερμοκηπίου (με το σύστημα NFT) περιλαμβάνει :

1. Το σύστημα αποθήκευσης του πυρηνόξυλου καθώς και τον καυστήρα και το λέβητα.
2. Το σύστημα μεταφοράς του θερμού νερού στο χώρο του θερμοκηπίου καθώς και τις σωληνώσεις διέλευσης του θερμού νερού εντός του θερμοκηπίου.
3. Το σύστημα μεταφοράς του θερμού νερού στη δεξαμενή του θρεπτικού διαλύματος καθώς και κατάλληλο εναλλάκτη θερμότητας εντός της δεξαμενής.
4. Κατάλληλο σύστημα αυτοματισμών, το οποίο επιτρέπει τη διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου του θερμοκηπίου καθώς και της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος στα επιθυμητά επίπεδα.

Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής του συστήματος θέρμανσης.



**Σχήμα 1.** Προτεινόμενο διάγραμμα θέρμανσης υδροπονικού θερμοκηπίου (με τη μέθοδο NFT) με χρήση πυρηνόξυλου

Εφόσον η δεξαμενή του θρεπτικού διαλύματος βρίσκεται εντός του χώρου του θερμοκηπίου, τότε οι απώλειες από τη δεξαμενή αυτή αποτελούν σε σημαντικό ποσοστό προσθήκη θερμότητας εντός του χώρου του θερμοκηπίου. Αυτό σημαίνει ότι δεν απαιτούνται σημαντικά επιπλέον ποσά ενέργειας για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος στα επιθυμητά επίπεδα.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Εφόσον το πυρηνόξυλο έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για τη θέρμανση συμβατικών θερμοκηπίων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για τη θέρμανση υδροπονικών θερμοκηπίων με τη μέθοδο NFT. Στην περίπτωση αυτή το θερμό νερό που παράγεται από την καύση του πυρηνόξυλου θα θερμαίνει (χωριστά) αφ'ενός το χώρο εντός του θερμοκηπίου και αφ'ετέρου το θρεπτικό διάλυμα που κυκλοφορεί στο ριζικό σύστημα των φυτών και το οποίο θα πρέπει να βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία από εκείνη που βρίσκονται τα φυτά.
- Οι ανάγκες θέρμανσης ενός υδροπονικού θερμοκηπίου δεν είναι πολύ μεγαλύτερες από τις ανάγκες θέρμανσης ενός αντίστοιχου συμβατικού θερμοκηπίου, αφού όταν η δεξαμενή του θρεπτικού διαλύματος βρίσκεται εντός του χώρου του θερμοκηπίου, οι απώλειες θερμότητας από τη δεξαμενή αυτή αποτελούν εισροή θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. B.K. Huang, A.H. Nassar «Environment control of greenhouse solar system for automated hydroponic culture» IFAC proceeding series, Pergamon Press, 1985, vol4, pp.2021-2026.
2. Π. Βουρδουμπάς, Γ. Βουρδουμπάς «Περιγραφή και χαρακτηριστικά ενός ανθοκηπίου στην Κρήτη που καλύπτει όλες σχεδόν τις ενεργειακές του ανάγκες από βιομάζα», 5ο Εθνικό Συνέδριο για τις Η.Μ.Ε., Αθήνα 6-8/11/96, τόμος Β', σσ.249-258.
3. Γ. Βουρδουμπάς «Κριτήρια αξιολόγησης διαφόρων μη συμβατικών μεθόδων θέρμανσης θερμοκηπίων» Γεωργία και Κτηνοτροφία, τεύχος 3, Απρίλιος 1995, σσ.38-42.
4. Κ.Δ. Οικονομάκης 1995 «Καλλιέργεια με το σύστημα NFT. Αποτελέσματα επταετούς πειραματισμού» Γεωργία & Κτηνοτροφία, τεύχος 1, σσ.36-40.
5. Κ.Δ. Οικονομάκης 1995, «Το υδροπονικό σύστημα NFT, περιγραφή, εγκατάσταση, λειτουργία» Γεωργία & Κτηνοτροφία, τεύχος 6, σσ.34-43.
6. C.D. Economakis 1992 «The influence of solution heating and intermittent solution circulation on tomatoes in Nutrient Film Culture» Acta Hort, 323, pp.81-87.
7. C.D. Economakis 1996 «Effect of root-zone temperature on growth and water uptake by lettuce plants in solution culture» 2nd Intern. Symposium on Irrigation of horticultural crops, Acta Hort, 449, pp.192-203.