

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η καλλιέργεια σε συνθήκες υδροπονίας της
παραδοσιακά καλλιεργουμένης τομάτας (κοντή
Κυθήρων).**

Καλαμάτα –2018



**ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΚΟΝΤΟΣ ΙΓΝΑΤΙΟΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΕΛΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα πτυχιακή εργασία, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όσους βοήθησαν τόσο στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, όσο και κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλους τον καθηγητή κ. Δελή για την ανάθεση και την επίβλεψη της πτυχιακής μου εργασίας καθώς και για την άψογη συνεργασία και καθοδήγηση του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης, να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, καθώς και όλους τους διδάσκοντες του τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων (πρώην Βιο.θε.κ.α.) για τις γνώσεις που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος, επειδή με την εργασία αυτή ολοκληρώνονται και οι σπουδές μου ως προπτυχιακός φοιτητής, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη στήριξη που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	6
1. Υδροπονία.....	6
1.1 Ιστορική Αναδρομή	6
1.2 Η υδροπονία ανά τον κόσμο	9
1.2.1 Ολλανδία.....	9
1.2.2 Ισπανία.....	11
1.2.3 Η.Π.Α.....	12
1.2.4 Καναδάς.....	13
1.2.5 Ιαπωνία	13
1.3 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα	14
1.3.1 Πλεονεκτήματα της υδροπονικής παραγωγής.....	14
1.3.2 Μειονεκτήματα της υδροπονικής παραγωγής	17
1.4 Ευκαιρίες για την εγχώρια υδροπονική βιομηχανία	18
2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	21
2.1 Καλλιέργεια σε λεπτό στρώμα θρεπτικού διαλύματος NFT (Nutrient Film Technique)	23
2.2 Αεροπονία.....	26
2.3 Συστήματα επιπλέουσας υδροπονίας.....	28
3. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.....	30
3.1 Αδρανή Υποστρώματα.....	30
3.2 Ενεργά Υποστρώματα	32
4. Η ΝΤΟΜΑΤΑ.....	35
4.1 Χαρακτηριστικά των φυτών	36
4.2 Ποικιλίες & Υβρίδια.....	37
4.3 Εχθροί και Ασθένειες.....	38
4.4 Εμπόριο και Αποθήκευση.....	44
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	47
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	50
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ντομάτα καταναλώνεται με ποικίλους τρόπους, ωμά ή μαγειρεμένα, σε πολλά πιάτα, σάλτσες, σαλάτες και ποτά και είναι είναι γηγενής στη δυτική Νότια Αμερική. Γίνεται λοιπόν αντιληπτή η ανάγκη καλλιέργειας του φυτού της ντομάτας με βέλτιστες συνθήκες. Η καλλιέργεια της ντομάτας τα τελευταία χρόνια όλο και συχνότερα πραγματοποιείται υδροπονικά. Η υδροπονία είναι η επιστήμη της καλλιέργειας φυτών χωρίς χώμα. Η υδροπονία με τη χρήση των φυσικών παρασιτοκτόνων και των συστημάτων βιώσιμης παραγωγής από τους καλύτερους φορείς της βιομηχανίας είναι πιο κοντά στην βιολογική παραγωγή από κάποια συμβατικά εδάφη με βάση το έδαφος. Η υδροπονία είναι ικανή να παράγει σταθερά προϊόντα υψηλής ποιότητας από φυτά που παράγουν συμβατικά συστήματα παραγωγής.

ABSTRACT

Tomato is consumed in a variety of ways, raw or cooked, in many dishes, sauces, salads and beverages and is native to western South America. Thus, the need to cultivate the tomato plant with optimal conditions is perceived. The cultivation of tomatoes has become increasingly hydroponic in recent years. Hydroponics is the science of cultivating plants without soil. Hydroponics with the use of natural pesticides and sustainable production systems by the best operators in the industry are closer to organic production than conventional soil-based soils. Hydroponics is capable of producing stable high quality products from plants that produce conventional production systems.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Υδροπονία

Η υδροπονία είναι η επιστήμη της καλλιέργειας φυτών χωρίς χώμα. Τα θρεπτικά συστατικά και το νερό παραδίδονται κατευθείαν στις ρίζες του φυτού, επιτρέποντας στα φυτά να αναπτύσσονται γρηγορότερα και η συγκομιδή να γίνεται νωρίτερα. Η υδροπονία είναι ικανή να παράγει σταθερά προϊόντα υψηλής ποιότητας από φυτά που παράγουν συμβατικά συστήματα παραγωγής. Ωστόσο, παρά τα οφέλη της συνεπούς παραγωγής που μπορεί να προκύψει από τις υδροπονικές τεχνικές και το γεγονός ότι η υδροπονική παραγωγή χρησιμοποιήθηκε εμπορικά από τη δεκαετία του 1970, υπάρχει η αντίληψη ότι η βιομηχανία έχει σταματήσει στην εξέλιξή της σε εμπορική εναλλακτική λύση μεγάλης κλίμακας παραδοσιακή γεωργική παραγωγή.

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Το παλαιότερο δημοσιευμένο έργο σχετικά με την καλλιέργεια των χερσαίων φυτών χωρίς χώμα ήταν το βιβλίο του Sylva Sylvarum του 1627 ή η «Φυσική Ιστορία» του Francis Bacon, που τυπώθηκε ένα χρόνο μετά το θάνατό του. Η υδροπονία έγινε μια δημοφιλής ερευνητική τεχνική μετά από αυτό. Το 1699, ο John Woodward δημοσίευσε τα πειράματά του για την υδατοκαλλιέργεια με δυόσμο. Διαπίστωσε ότι τα φυτά σε πηγές λιγότερο καθαρού νερού αυξήθηκαν καλύτερα από τα φυτά σε απεσταγμένο νερό. Μέχρι το 1842, καταρτίστηκε ένας κατάλογος με εννέα στοιχεία που θεωρήθηκαν απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών και τα ευρήματα των Γερμανών βοτανολόγων Julius von Sachs και Wilhelm Knop, στα έτη 1859-1875, είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της τεχνικής της καλλιέργειας εκτός εδάφους.

Η ανάπτυξη των φυτών χωρίς χώμα σε διαλύματα ορυκτών θρεπτικών συστατικών ονομάστηκε καλλιέργεια διαλύματος. Έγινε γρήγορα μια τυποποιημένη τεχνική έρευνας και διδασκαλίας και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως. Η καλλιέργεια διαλύματος θεωρείται τώρα ένας τύπος υδροπονίας όπου δεν υπάρχει αδρανές μέσο (Jones, 2016).

Το 1929, ο William Frederick Gericke του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας στο Μπέρκλεϊ ξεκίνησε δημοσίως την προώθηση αυτής της καλλιέργειας για τη γεωργική καλλιέργεια. Ο ίδιος την ονόμασε για πρώτη φορά υδατοκαλλιέργεια, αλλά αργότερα διαπίστωσε ότι η υδατοκαλλιέργεια εφαρμόστηκε ήδη στην καλλιέργεια υδρόβιων οργανισμών. Ο Gericke δημιούργησε αίσθηση καλλιεργώντας είδη ντομάτας σε ύψος 25 μέτρων (7,6 μέτρα) ψηλά στην πίσω αυλή του σε θρεπτικά διαλύματα ορυκτών και όχι σε χώμα. Εισηγάγε τον όρο υδροπονία, το 1937, που του προτάθηκε από τον W. A. Setchell, έναν φυτολόγο

Οι εκθέσεις του έργου του Gericke και οι ισχυρισμοί του ότι η υδροπονία θα φέρει την επανάσταση στη φυτική γεωργία προκάλεσε τεράστιο αριθμό αιτήσεων για περαιτέρω πληροφορίες. Ο Gericke είχε αρνηθεί να χρησιμοποιήσει τα θερμοκήπια του Πανεπιστημίου για τα πειράματά του λόγω του σκεπτικισμού της διοίκησης και όταν το Πανεπιστήμιο προσπάθησε να τον αναγκάσει να απελευθερώσει τις προκαταρκτικές θρεπτικές συνταγές που είχε αναπτύξει στο σπίτι, ζήτησε χώρο και χρόνο για θερμοκήπια για να τις βελτιώσει χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες ερευνητικές εγκαταστάσεις. Παρόλο που του δόθηκε τελικά χώρος θερμοκηπίου, το Πανεπιστήμιο ανέθεσε στους Hoagland και Arnon να αναδιαμορφώσουν τη φόρμουλα του Gericke και να δείξουν ότι δεν επωφελήθηκε από τις αποδόσεις των φυτών που καλλιεργούσαν το έδαφος, μια άποψη του Hoagland (<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc2.ark:/13960/t51g1sb8j;view=1up;seq=2>)

Δύο άλλοι βοτανολόγοι, Dennis R. Hoagland και Daniel I. Arnon, στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας κλήθηκαν να διερευνήσουν τα ευρήματα του Gericke. Οι δύο έγραψαν το κλασικό γεωργικό δελτίο του 1938, που κατέρριψε τον ισχυρισμό ότι οι υδροπονικές καλλιέργειες δεν ήταν καλύτερες από τις αποδόσεις των καλλιεργειών με εδάφη καλής ποιότητας. Οι αποδόσεις των καλλιεργειών περιορίστηκαν τελικά από άλλους παράγοντες εκτός από τα ανόργανα θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα τα ελαφρά. Αυτή η έρευνα, ωστόσο, αγνοεί το γεγονός ότι η υδροπονία έχει άλλα πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένου του γεγονότος ότι οι ρίζες του φυτού έχουν σταθερή πρόσβαση στο οξυγόνο και ότι τα φυτά έχουν πρόσβαση σε όσο νερό χρειάζονται, σημαντικό γεγονός, καθώς ένα από τα πιο συνηθισμένα σφάλματα κατά την καλλιέργεια είναι η υπερεκμετάλλευση και η υποβάθμιση του υδροφόρου ορίζοντα και οι υδροπονικοί παράγοντες εμποδίζουν την εμφάνιση μεγάλων ποσοτήτων νερού στο φυτό και το νερό που δεν χρησιμοποιείται,

αποστραγγίζεται, επανακυκλοφορεί ή αερίζεται ενεργά, εξαλείφοντας τις ανοξικές συνθήκες που πνίγουν τα ριζικά συστήματα στο έδαφος.

Στο έδαφος, ένας καλλιεργητής πρέπει να είναι πολύ έμπειρος για να γνωρίζει ακριβώς πόσο νερό απαιτείται για τις ανάγκες του φυτού. Αυτοί οι δύο ερευνητές ανέπτυξαν αρκετούς τύπους για τα ανόργανα θρεπτικά διαλύματα, γνωστά ως λύση Hoagland. Οι τροποποιημένες λύσεις Hoagland εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται.

Στη δεκαετία του 1980 και του 1990 σημειώθηκε ραγδαία ανάπτυξη στον τομέα της υδροπονικής παραγωγής και της έρευνας και ανάπτυξης για την υποστήριξη της. Οι καινοτομίες περιελάμβαναν το σύστημα περλίτη που αναπτύχθηκε στη Σκωτία, η τρισδιάστατη παραγωγή φράουλας για την καλύτερη αξιοποίηση του χώρου του θερμοκηπίου, η υβριδίαση των συστημάτων πετροβάμβακα και NFT και οι ερευνητικές προσπάθειες για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της βιομηχανίας, συμπεριλαμβανομένης της χημικής ελαχιστοποίησης και της χρήσης ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών.

Τα πειραματικά εμπορικά υδροπονικά συστήματα έχουν χρησιμοποιήσει μεθόδους μεταφορικών ταινιών φύτευσης / συγκομιδής / συσκευασίας, χρήσης αποβλήτων θερμότητας, ολικού ελέγχου περιβάλλοντος και ακόμη και ρομποτικής για φύτευση, συγκομιδής και συσκευασίας των προϊόντων (Douglas, 1985).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η NASA πραγματοποίησε εκτεταμένη υδροπονική έρευνα για το ελεγχόμενο οικολογικό σύστημα υποστήριξης ζωής (CELSS). Υδροπονική έρευνα που μιμείται ένα περιβάλλον του Άρη, χρησιμοποιεί φωτισμό LED για να αναπτυχθούν φυτά σε διαφορετικό φάσμα χρωμάτων με πολύ λιγότερη θερμότητα. Ο Ray Wheeler, φυσιολόγος στο διαστημικό εργαστήριο Space Life Science Lab του Κένεντι, πιστεύει ότι η υδροπονία θα δημιουργήσει πρόοδο μέσα στο διαστημικό ταξίδι, ως βιο-γενετικό σύστημα υποστήριξης της ζωής. Το 2007, η Eurofresh Farms στο Willcox, της Αριζόνα, πούλησε πάνω από 200 εκατομμύρια λίβρες υδροπονικής τομάτας. Το Eurofresh έχει υψόμετρο 318 στρέμματα (1,3 km²) και αντιπροσωπεύει περίπου το ένα τρίτο της εμπορικής υδροπονικής περιοχής θερμοκηπίου στις Η.Π.Α.

Οι ντομάτες Eurofresh ήταν απαλλαγμένες από φυτοφάρμακα, καλλιεργημένες σε πετροβάμβακα. Η Eurofresh κήρυξε πτώχευση και τα θερμοκήπια αποκτήθηκαν από τη NatureSweet Ltd. το 2013. Από το 2017, ο Καναδάς έχει σε εκατοντάδες στρέμματα μεγάλης κλίμακας, εμπορικά υδροπονικά θερμοκήπια, που

παράγουν ντομάτες, πιπεριές και αγγούρια. Λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων στον κλάδο και πολλών οικονομικών παραγόντων, η παγκόσμια αγορά υδροπονίας προβλέπεται να αυξηθεί από 226,45 εκατομμύρια δολάρια το 2016 σε 724,87 εκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2023 .
(http://old.seattletimes.com/html/business/technology/2008418803_apfarmsceneurbanhydroponics.html?syndication=).



Εικόνα 1. Πειραματική υδροπονική καλλιέργεια σε εγκαταστάσεις της NASA

1.2 Η υδροπονία ανά τον κόσμο

1.2.1 Ολλανδία

Οι Ολλανδοί είναι οι αναγνωρισμένοι παγκόσμιοι ηγέτες στην εμπορική υδροπονία. Η Ολλανδία έχει μια συνολική υδροπονική περιοχή παραγωγής περίπου 10.000 εκταρίων, αποτελούμενη από 13.000 γεωργικές εκμεταλλεύσεις που απασχολούν κατ'εκτίμηση 40.000 άτομα (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Τροφίμων και Αγροτικών Υποθέσεων, NDEFRA) των Κάτω Χωρών.

Η υδροπονία αντιπροσωπεύει το 50% της αξίας όλων των οπωροκηπευτικών που παράγονται στη χώρα. Οι σημαντικότερες φυτικές καλλιέργειες λαχανικών / φρούτων της Ολλανδίας είναι οι ντομάτες και τα αγγούρια και η παραγωγή επικεντρώνεται στις εξαγωγές. Σημαντικά κομμένα άνθη είναι τα τριαντάφυλλα, η ζέρμπερα, τα γαρύφαλλα και το χρυσάνθεμο, και πάλι τα προϊόντα παράγονται για

αγορές σε μεγάλες εξαγωγές (NDEFRA). Οι Ολλανδοί έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά επιτυχείς στην εμπορία φρέσκων προϊόντων κηπευτικών.

Στην Ολλανδία, σχεδόν όλη η παραγωγή θερμοκηπίου είναι υδροπονική. Η μετατροπή των θερμοκηπίων σε πετροβάμβακα και άλλα υδροπονικά συστήματα που βασίζονται σε άλλα μέσα απαιτούνταν εξαιτίας :

- της εκτεταμένης εξάντλησης του εδάφους
- της συσσώρευσης εδαφικών ασθενειών
- της αλάτωσης
- τις ευνοϊκές οικονομικές αποδόσεις (Hanger, 1993).

Η ολλανδική υδροπονική βιομηχανία εξυπηρετείται καλά με κυβερνητική υποστήριξη για έρευνα, κατάρτιση και παροχή πληροφοριών. Ο κλάδος διαθέτει αποτελεσματικές εμπορικές υποδομές (συμπεριλαμβανομένης της παροχής εισροών παραγωγής), τις μεταφορές, τα συστήματα παραγωγής και εμπορίας που βασίζονται στο σύμπλεγμα.

Η ολλανδική κυβέρνηση θέσπισε πρόσφατα νομοθεσία για τη μείωση του αριθμού των χημικών προϊόντων που έχουν καταχωρηθεί για εφαρμογή στις καλλιέργειες διατροφής από 600 σε 200 και οι ολλανδοί υδροπονικοί παραγωγοί ανταποκρίθηκαν αναπτύσσοντας, παράγοντας προϊόντα στο πλαίσιο συστημάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών (Integrated Pest Management - IPM). Περισσότερο από το 70 % της ολλανδικής υδροπονικής παραγωγής παράγεται τώρα χρησιμοποιώντας IPM και για τις τομάτες. Το IPM βασίζεται στη χρήση φυσικών αρπακτικών , αντί για χημικά για τον έλεγχο επιβλαβών εντόμων. Εάν η μείωση της διαθεσιμότητας των καταχωρημένων γεωργικών χημικών ουσιών γίνεται παγκόσμια τάση, τότε η υδροπονία τοποθετείται ευνοϊκά για μια σημαντική περίοδο ανάπτυξης (van Os et al., 1999).

Η ολλανδική υδροπονική βιομηχανία χαρακτηρίζεται ως έχουσα:

- Ιστορικό παραγωγής θερμοκηπίου που διευκόλυνε την υιοθέτηση υδροπονικών συστημάτων.
- Αποτελεσματικά και καθιερωμένα συστήματα παραγωγής και εμπορίας καλλιέργειών που κατέστησαν δυνατή την εμπορευματοποίηση της υδροπονίας.
- Προθυμία των παραγωγών να δεσμευτούν πλήρως για νέες τεχνολογίες και βέλτιστες πρακτικές.

- Κυβερνητική στήριξη για τη βιομηχανία υπό μορφή βοήθειας με κατάλληλη νομοθεσία
- Μια βιομηχανία θερμοκηπίων που συγκεντρώθηκε σε σχετικά μικρή περιοχή και επομένως ήταν εύκολη στην υπηρεσία.
- Απαιτήσεις της αγοράς που καθορίζουν την παραγωγή.
- Η εξειδίκευση του παραγωγού και ως εκ τούτου η αποτελεσματική απόδοση σε μια ενιαία καλλιέργεια.
- Ομάδες παρόμοιων παραγωγών που παράγουν από κοινού προϊόντα και ανταλλάσσουν πληροφορίες και εμπειρίες.
- Αυξάνεται το μέγεθος της επιχείρησης με την πάροδο του χρόνου και τα θερμοκήπια πλέον υπολογίζονται σε εκτάρια και όχι σε τετραγωνικά μέτρα.
- Συνεχής βελτίωση της παραγωγικότητας, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου του κόστους και κατά συνέπεια της μείωσης της τιμής κόστους ανά μονάδα.
- Συστήματα ποιοτικού ελέγχου και μάρκετινγκ επώνυμων προϊόντων.
- Μάρκετινγκ με βάση την ποιότητα των προϊόντων και όχι τον τύπο των συστημάτων παραγωγής (π.χ. υδροπονία)
- Τοπικοί προμηθευτές που είναι παγκόσμιοι ηγέτες στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες και την υδροπονική τεχνολογία. (NDEFRA, 2001)

1.2.2 Ισπανία

Η ισπανική υδροπονία αναπτύχθηκε γρήγορα ως μέρος ενός ταχέως αναπτυσσόμενου τομέα της κηπευτικής. Η περιοχή των ισπανικών θερμοκηπίων ανέρχεται σήμερα σε 30.000 εκτάρια και εκτιμάται ότι περίπου δώδεκα ή περισσότερα από αυτά τα εδάφη είναι αφιερωμένα στην υδροπονική παραγωγή.

Η θερμοκηπιακή παραγωγή στην Ισπανία έχει αυξηθεί με την υιοθέτηση της βέλτιστης πρακτικής διαχείρισης και της τεχνολογίας από την Ολλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο σε συνδυασμό με την πρόσβαση στην αγορά της ΕΕ, καθώς έχει ευνοϊκό κλίμα όλο το χρόνο και χαμηλότερο κόστος εργασίας.

Αρχικά, η ισπανική υδροπονική παραγωγή περιορίστηκε από :

1. την ανεπαρκή υποδομή υποστήριξης
2. την έλλειψη θρεπτικού διαλύματος
3. τις πρώιμες αποτυχίες με τα φυτώρια

Ωστόσο, από τη στιγμή που αντιμετωπίστηκαν αυτές οι αρχικές δυσκολίες και χρησιμοποιώντας την ολλανδική βιομηχανία ως πρότυπο, αναμένεται ότι η ισπανική βιομηχανία θα συνεχίσει να αναπτύσσεται ταχέως βραχυπρόθεσμα έως μεσοπρόθεσμα. Η Ισπανία μπορεί θεωρηθεί ως πρότυπο χώρας η οποία κατάφερε και ανταπεξήλθε στις δυσκολίες που παρουσιάστηκαν στον τομέα της υδροπονίας (Carruthers, 2002).

1.2.3 Η.Π.Α

Οι καλλιέργειες και οι τεχνικές παραγωγής των Ηνωμένων Πολιτειών είναι παρόμοιες με εκείνες στον Καναδά. Ωστόσο, η βιομηχανία αναπτύχθηκε πιο αργά στις ΗΠΑ. Ο Jensen και ο Collins το απέδωσαν στα εξής:

- Ιστορικό εξαιρετικά υψηλών επιπέδων αποτυχίας (αρκετές χιλιάδες επιχειρήσεις) που προκλήθηκαν από την επιχειρηματική προώθηση υδροπονικών συστημάτων σε λάθος άτομα για λάθος λόγους.
- Ταχεία και αποτελεσματική μεταφορά.
- Η αντίληψη του υψηλού ενεργειακού κόστους που σχετίζεται με την υδροπονία.
- Στίγμα που σχετίζεται με ιστορικά υψηλά επίπεδα χημικής χρήσης
- Απαιτούνται υψηλά επίπεδα τεχνικής και οικονομικής διαχείρισης για την κερδοφόρα παραγωγή.

Τα τελευταία χρόνια υπήρξε μια σημαντική ανάκαμψη στην αντίληψη των Ηνωμένων Πολιτειών για την εμπορική υδροπονική παραγωγή, με τους υποκινητές της βιομηχανίας και τους δικηγόρους να εμπορεύονται βελτιωμένη τεχνολογία και διαχείριση. Αυτό, με τη σειρά του, οδήγησε σε μια ώθηση στην παραγωγή, διαφορετική από την προσέγγιση που οδηγεί στην αγορά, στην υδροπονική παραγωγή. Άλλες τάσεις της βιομηχανίας των ΗΠΑ περιλαμβάνουν:

- Η κυβέρνηση των ΗΠΑ στοχεύει σε αναδυόμενα γεωργικά συστήματα όπως η υδροπονία.
- Για λόγους υγείας, τα υδροπονικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση των επιπέδων αζώτου στα φυλλώδη λαχανικά κατά τη συγκομιδή. Αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικό για καλλιέργειες λαχανικών που καλλιεργούνται υπό χαμηλές εντάσεις φωτός χειμώνα (Jensen, 1999).

1.2.4 Καναδάς

Τα καναδικά συστήματα παραγωγής χρησιμοποιούν πετροβάμβακα, περλίτη και NFT για την παραγωγή ντομάτας και αγγουριού. Περίπου το 50% των ντοματών και το 25% των αγγουριών που παράγονται υδροπονικά εξάγονται στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Η υδροπονία είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος καλλιέργειας λαχανικών σε θερμοκήπια στον Καναδά και τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα στοιχεία, η παραγωγή λαχανικών θερμοκηπίου αντιπροσώπευε σχεδόν το ένα τέταρτο της συνολικής παραγωγής λαχανικών (μια βιομηχανία αξίας 1,4 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ). Οι πατάτες είναι η πιο πολύτιμη καναδική καλλιέργεια λαχανικών και αυτές δεν καλλιεργούνται υδροπονικώς.

Η υδροπονική παραγωγή είναι πολύ δημοφιλής με τους καναδούς εμπορικούς παραγωγούς λαχανικών, καθώς είναι ένας τρόπος που απαιτεί λιγότερη εργασία για τη διαχείριση μεγαλύτερων περιοχών παραγωγής και είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τον έλεγχο των εισροών και τη διευκόλυνση των ασθενειών και των παρασίτων. Η υδροπονία μπορεί να αυξήσει τις αποδόσεις των δημοφιλών λαχανικών έως και κατά 100%.

Οι τάσεις της βιομηχανίας στον Καναδά περιλαμβάνουν:

- Συνέχιση της μετατροπής συμβατικών θερμοκηπίων με βάση το έδαφος σε υδροπονία.
- Χρήση IPM αντί χημικών ουσιών όπως το μεθυλοβρωμίδιο.
- Αύξηση του μεγέθους του θερμοκηπίου.
- Η αυξανόμενη ανάγκη για περαιτέρω διαφοροποίηση του υδροπονικού προϊόντος σε χαρακτηριστικά ποιότητας.
- Η ποιότητα των τοματών βελτιώνεται καθώς η τιμή πώλησης ήταν πάντα πολύ ανταγωνιστική (Jensen, 1999).

1.2.5 Ιαπωνία

Η άνοδος της υδροπονίας στην Ιαπωνία σημειώθηκε μετά τη χρήση υδροπονιών από το στρατό των ΗΠΑ στο Chofy του Τόκιο αμέσως μετά τον Β Παγκόσμιο Πόλεμο και επίσης από την αύξηση των προσβολών των φυτών από μικροοργανισμούς στο έδαφος. Σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της υδροπονίας της

Ιαπωνίας γίνεται με NFT. Χρησιμοποιώντας βιοτεχνολογικές προσεγγίσεις όπως αυτές που θέτει η υδροπονία, οι Ιάπωνες έχουν βρει νεότερα και πιο παραγωγικά φυτά, όπως το τεράστιο φυτό ντομάτας που παρουσιάστηκε τα τελευταία χρόνια στην Tsukiba Expo. Αυτό το φυτό είχε παραγάγει πάνω από 10.000 καρπούς, με τη χρήση επιπλέον τεχνικών φωτισμού.

Τα λαχανικά καλλιεργούνται στις πιο πρόσφατες περιπτώσεις, σε πετροβάμβακα. Πολλοί Ιάπωνες καλλιεργητές στρέφονται προς τα στερεά μέσα - αυτά συνήθως δεν αλληλοσυνδέονται και δεν μεταδίδουν εύκολα ασθένειες. Οι Ιάπωνες καλλιεργητές επιθυμούν τον πρόσθετο τεχνητό φωτισμό, ο οποίος δίνει συνεχή ανάπτυξη ανεξάρτητα από τον καιρό (Goto, 2013).

1.3 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

1.3.1 Πλεονεκτήματα της υδροπονικής παραγωγής

Χωρίς χόμα

Η καλή ποιότητα του εδάφους δεν αποτελεί απαίτηση και, κατά συνέπεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί χαμηλότερου κόστους γη για υδροπονική παραγωγή (Carruthers, 2011).

Έλεγχος θρεπτικών ουσιών και pH

Η καλλιέργεια θα λάβει τα σωστά θρεπτικά συστατικά εφόσον τα συστήματα βαθμονομηθούν και διαχειριστούν κατάλληλα. Επιπλέον, το pH μπορεί να δοκιμαστεί και να ελεγχθεί πιο εύκολα και γρήγορα.

Υψηλότερη απόδοση

Ο χρόνος ανακύκλωσης μεταξύ των καλλιεργειών είναι μικρότερος και συνεπώς η συνολική παραγωγή θα πρέπει να είναι υψηλότερη από ό, τι στις συμβατικές καλλιέργειες με βάση το έδαφος. Για παράδειγμα, καλλιέργεια μαρουλιών που παράγουν 3-4 φυτά στη βόρεια ακτή της Νέας Υόρκης, με υδροπονία θα παράξει μεταξύ 7 και 14 . Για τις τομάτες, η υδροπονική παραγωγή αποδίδει μεταξύ 25 και 50 kg / m² ενώ οι τομάτες που καλλιεργούνται στο αγρό κατά μέσο όρο 15 kg / m².

Καταπολέμηση των ασθενειών και των ζιζανίων

Η υδροπονία διευκολύνει την υιοθέτηση IPM και τη μείωση της χρήσης χημικών προϊόντων στη γεωργία. Μειώνει την απώλεια παραγωγής και το κόστος ελέγχου από ασθένειες που έχουν επιβιώσει στο έδαφος και απομακρύνει την ανάγκη για έλεγχο των ζιζανίων

Η ασφάλεια του κλίματος

Η υδροπονία έχει τη δυνατότητα να ξεπεράσει την αβεβαιότητα της παραγωγής λόγω της κλιματικής μεταβλητότητας (ξηρασία, πλημμύρες, θερμότητα και κρύο) και ως εκ τούτου να παράσχει συνεπή και υψηλότερη ποιοτική απόδοση. Πολλά συστήματα θερμοκηπίου περιλαμβάνουν τη δυνατότητα θέρμανσης της ριζικής ζώνης της καλλιέργειας.

Παραγωγή σε δύσκολα περιβάλλοντα

Η υδροπονία επιτρέπει την παραγωγή σε κλιματολογικές περιοχές που δεν είναι συνήθως κατάλληλες για εμπορική καλλιέργεια.

Καλύπτει τις καλλιέργειες, οι οποίες απαιτούν κλειστό περιβάλλον

Ορισμένες καλλιέργειες χρειάζονται ένα κλειστό περιβάλλον, για παράδειγμα, για να αποφευχθεί η διασταυρούμενη επικονίαση με άλλες καλλιέργειες (Hassall, 1993).

Απαιτήσεις εδάφους και νερού χαμηλότερου επιπέδου

Η υδροπονία έχει μικρότερη απαίτηση για την έκταση της γης από τα συνηθισμένα συστήματα εδάφους και χρησιμοποιεί μικρότερη ποσότητα νερού άρδευσης.

Δυναμικά υψηλότερη τιμή προϊόντος

Τα υδροπονικά προϊόντα μπορούν να λάβουν υψηλότερες τιμές από τα συμβατικά προϊόντα (Hassall, 1993).

Το προϊόν απευθύνεται σε διακεκριμένους καταναλωτές

Η υδροπονία παράγει ένα εξαιρετικά καθαρό προϊόν απαλλαγμένο από πιτσιλιές και έντομα, φαίνεται ελκυστικό, ενώ για τα φρούτα και τα λαχανικά, οι γεύσεις είναι ανώτερες. Η ποιότητα και η γεύση των υδροπονικών προϊόντων είναι πιο αξιόπιστες από τα καλλιεργούμενα προϊόντα (Trip, 2014).

Ικανότητα στόχευσης συγκεκριμένων αγορών

Η υδροπονία παρέχει την ευκαιρία να δημιουργηθούν νέες θέσεις αγοράς. Σε όλο τον κόσμο, καθώς τα αστικά κέντρα αναπτύσσονται, η στέγαση και η βιομηχανία μετατοπίζουν τη γεωργική παραγωγή σε περιοχές που ήταν παλαιότερα ζώνες κηπουρικής. Η κατάλληλη διαχείριση της υδροπονίας απαιτεί λιγότερη γη και είναι σε θέση να φιλοξενηθεί σε μια αστική περιοχή.

Δυνητικά χαμηλότερο κόστος εργασίας

Τα υδροπονικά συστήματα απολαμβάνουν χαμηλότερο κόστος συγκομιδής, καλλιέργειας και φύτευσης (Hassall, 1993).

1.3.2 Μειονεκτήματα της υδροπονικής παραγωγής

Υψηλό αρχικό κεφάλαιο

Η υδροπονία χαρακτηρίζεται από τα υψηλά έξοδα εκκίνησης (θερμοκήπια, αρδευτικά συστήματα, λειτουργικά συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών κ.λπ.) μπορούν να είναι σημαντικά μεγαλύτερα από αυτά των συμβατικών καλλιεργειών. Ένα εμπορικό σύστημα υδροπονίας απαιτεί εξαιρετικά αποτελεσματικό μάρκετινγκ για την επίτευξη μιας αποδεκτής απόδοσης κεφαλαίου. Επομένως, ένας μελλοντικός καλλιεργητής πρέπει να έχει εντοπίσει και να εξασφαλίσει μια κερδοφόρα αγορά.

Νέα και άγνωστη τεχνολογία

Για τους περισσότερους παραγωγούς η έννοια είναι νέα και θα γίνουν λάθη. Σε σύγκριση με την συμβατική παραγωγή με βάση το έδαφος, οι κάποιες πτυχές της καλλιέργειας ενδέχεται να μην είναι ακόμη αποδεδειγμένες και επομένως επικίνδυνες (Venter, 2010).

Ακριβές και χρονοβόρο σύστημα παραγωγής

Το σύστημα απαιτεί συνεχή παρακολούθηση, δεν ευνοεί τους ιδιοκτήτες που κάνουν διακοπές και έχει λίγα περιθώρια για λάθη (Carruthers, 2011).

Απαιτείται μεγαλύτερη ένταση εργασίας

Οι οικονομίες κλίμακας φαίνεται να λειτουργούν στη βιομηχανία μόλις το μέγεθος της επιχείρησης αυξηθεί πέρα από αυτό που μπορεί να διαχειριστεί μια οικογενειακή μονάδα.

Κακή αντίληψη των καταναλωτών

Οι καταναλωτές μπορεί να μην κατανοήσουν την υδροπονία, κάποιοι θα το αντιληφθούν ως ένα μη φυσιολογικό και χημικά εξαρτώμενο σύστημα παραγωγής (Carruthers, 2011).

Υψηλή κατανάλωση ενέργειας

Ο κλάδος εξαρτάται από την υψηλή τιμή ενέργειας για τη θέρμανση του θερμοκηπίου και πολλές ερευνητικές προσπάθειες στην Ολλανδία και τις ΗΠΑ απευθύνονται στην αντιμετώπιση αυτού του κόστους.

Η υδροπονία δεν είναι κατάλληλο σύστημα παραγωγής για όλες τις καλλιέργειες.

Δεν είναι δυνατόν όλες οι καλλιέργειες να παράγονται οικονομικά με τη χρήση υδροπονικών συστημάτων, οι καλλιέργειες όπως η πατάτα και το καρότο και τα πολυετή είδη μεγάλης διάρκειας δεν φαίνονται κατάλληλα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι Ισραηλινοί πειραματίζονται με υδροπονικά παραγόμενα εσπεριδοειδή (Johnson, 1977).

1.4 Ευκαιρίες για την εγχώρια υδροπονική βιομηχανία

Προώθηση του υδροπονικού προϊόντος, κατά περίπτωση, με χαμηλή ή εώς και καθόλου χημική χρήση

Οι Ολλανδοί χρησιμοποιούν μια ετικέτα πεταλούδας για να δηλώσουν το υδροπονικό προϊόν που παράγεται χρησιμοποιώντας IPM δηλαδή λιγότερες χημικές ουσίες και βρίσκεται «σε αρμονία» με το περιβάλλον. Η υδροπονία έχει επίσης πλεονεκτήματα που συνδέονται με τη χαμηλότερη χρήση του νερού, την εξάρτηση από την καλλιεργήσιμη γη και τη βιωσιμότητα της παραγωγής.

Ανάπτυξη και πιστοποίηση οργανικής υδροπονίας

Η υδροπονία με τη χρήση της IPM, των φυσικών παρασιτοκτόνων και των συστημάτων βιώσιμης παραγωγής από τους καλύτερους φορείς της βιομηχανίας είναι πιο κοντά στην βιολογική παραγωγή από κάποια συμβατικά εδάφη με βάση το έδαφος. Εάν μπορούν να εντοπιστούν οικονομικά αποδοτικές φυσικές εναλλακτικές λύσεις έναντι ανόργανων θρεπτικών ουσιών, όπως οι υγροποιημένες κοπριές, η επιδίωξη της βιολογικής πιστοποίησης και η στόχευση αυτής της αναπτυσσόμενης αγοράς αποτελεί ευκαιρία για τη βιομηχανία.

Περαιτέρω χρήση του συνεταιριστικού μάρκετινγκ από τους παραγωγούς υδροπονικών συστημάτων

Ακολουθώντας την τάση της Ολλανδίας και άλλων ανεπτυγμένων υδροπονικών χωρών, ο άμεσος δεσμός των καλλιεργητών με τη βιομηχανία τροφίμων και ο συνδυασμός των ατομικών παραγωγικών αποτελεσμάτων για την παροχή μεγαλύτερων και συνεπών γραμμών παραγωγής αποτελεί έναν από τους τρόπους διασφάλισης της μελλοντικής συνάφειας των βιομηχανιών. Το συνεργατικό μάρκετινγκ παρέχει ευκαιρίες για την αύξηση της διείσδυσης των υδροπονιών στις εγχώριες αγορές και την αντιμετώπιση της απροθυμίας, του υψηλού κόστους εισόδου και της έλλειψης παραγωγής που συνδέεται με την εξασφάλιση των εξαγωγικών αγορών (Abdullah, 2015).

Οι ευκαιρίες ανάπτυξης που παρουσιάζονται με τη μεταρρύθμιση των συμβατικών συστημάτων παραγωγής

Τα συμβατικά συστήματα παραγωγής έχουν και θα συνεχίσουν να υφίστανται σημαντικές διαρθρωτικές προσαρμογές λόγω αλλαγών στο λειτουργικό τους περιβάλλον. Η μεταρρύθμιση των κανονιστικών ρυθμίσεων σε σχέση με την πρόσβαση και τη χρήση των υδάτων και η βασική χημική διαθεσιμότητα θα ευνοήσει τα συστήματα χαμηλής κατανάλωσης νερού και χημικών, όπως η υδροπονία. Μια στρατηγικά εστιασμένη βιομηχανία, που θεωρείται φιλική προς το περιβάλλον και αποτελεσματική, θα πρέπει να είναι σε θέση να αναπτυχθεί εξαιτίας αυτών των αλλαγών (Newell, 2013).

Νέα ή αναπτυσσόμενα προϊόντα

Επίσης, φαίνεται ότι υπάρχουν ευκαιρίες για την επέκταση του φάσματος των προϊόντων που καλλιεργούνται υδροπονικά. Το ταχύτερα αναπτυσσόμενο προϊόν λαχανικών είναι σήμερα στην Ελλάδα το μαρούλι και ντομάτα. Οι ερευνητές έχουν επίσης δείξει την πιθανότητα παραγωγής και εξαγωγής επιλεγμένων κομμένων λουλουδιών που καλλιεργούνται υδροπονικά (Okemwa, 2015).

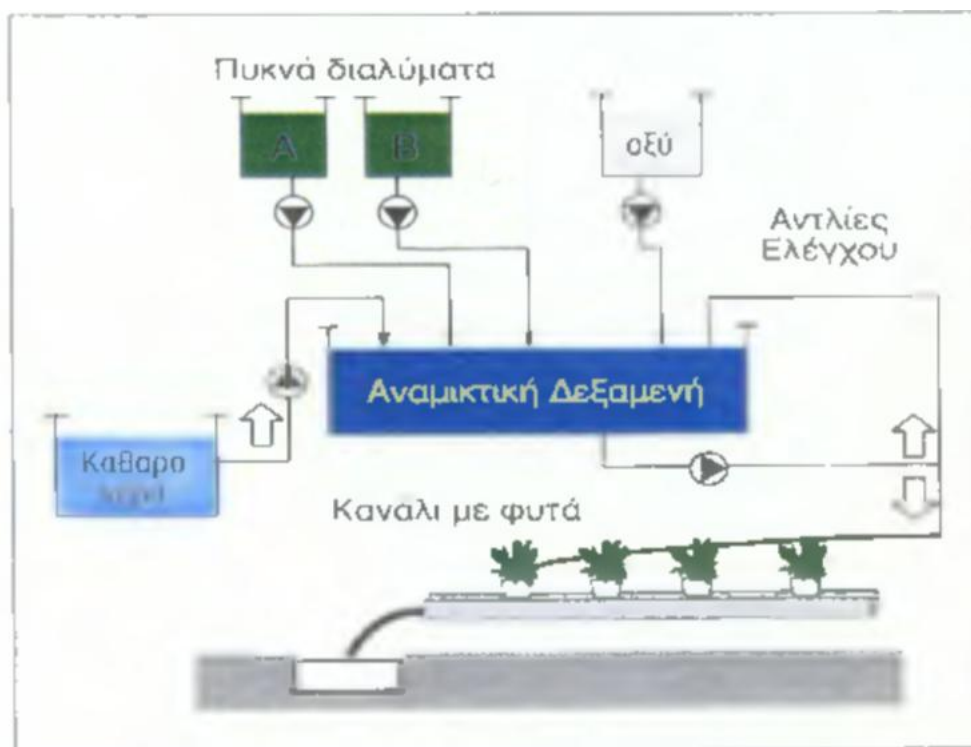
2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Ο Seymour (1993) αναγνωρίζει δύο βασικούς τύπους εμπορικών συστημάτων παραγωγής υδροπονικών καλλιεργειών. Αυτοί είναι:

- Ανοιχτά συστήματα
- Κλειστά συστήματα

Ανοιχτά συστήματα

Σε γενικές γραμμές, ένα ανοιχτό σύστημα είναι εκείνο όπου το θρεπτικό διάλυμα εφαρμόζεται στο μέσο στο οποίο τα φυτά αναπτύσσονται και στη συνέχεια αποστραγγίζεται ως απόβλητο. Αυτό το διάλυμα δεν επανακυκλοφορείται στη δεξαμενή τροφοδοσίας και δεν επαναχρησιμοποιείται εντός του υδροπονικού συστήματος. Το φρέσκο θρεπτικό διάλυμα εφαρμόζεται στα φυτά κάθε φορά. Σε πολλές περιπτώσεις το θρεπτικό διάλυμα αποβλήτων συλλέγεται και εφαρμόζεται είτε σε βοσκότοπους είτε σε κήπους. Σε αστικές περιοχές αυτό δεν είναι πάντα εφικτό λόγω περιορισμών της γης και σε αυτές τις περιπτώσεις η διάθεση θρεπτικού διαλύματος είναι ένα σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα (James, 1993).



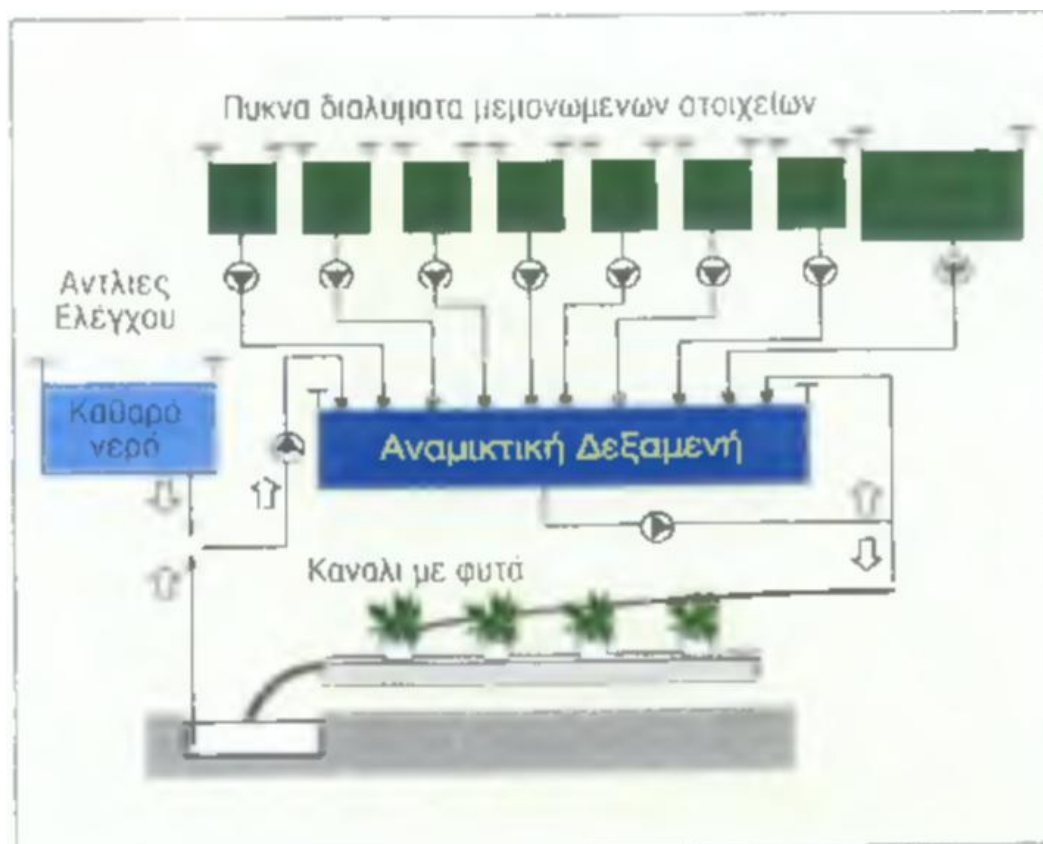
Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση ανοιχτού συστήματος

Κλειστά συστήματα

Τα κλειστά συστήματα λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως τα ανοιχτά συστήματα με μια σημαντική διαφορά. Το θρεπτικό διάλυμα, το οποίο ξεκινάει μετά από κάθε εφαρμογή, συλλέγεται και επανακυκλοφορεί για να χρησιμοποιηθεί σε διαδοχικά ποτίσματα. Είναι σημαντικό να μετράται συχνά το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) του θρεπτικού διαλύματος για τον προσδιορισμό της οξύτητας ή της αλκαλικότητας και των ολικών διαλυμένων στερεών του διαλύματος (Romer, 1993). Αυτό είναι σχετικά εύκολο να αυτοματοποιηθεί. Η δυσκολία είναι να διατηρηθεί η σωστή ισορροπία θρεπτικών ουσιών στο διάλυμα ανακύκλωσης, κάτι που μπορεί να απαιτεί τακτική χημική ανάλυση.

Ιστορικά ο όρος «κλειστό σύστημα» χρησιμοποιήθηκε συνώνυμα με το σύστημα NFT (Donnan, 1998). Τα συστήματα NFT δεν αποτελούν πλέον ακριβή περιγραφή ενός κλειστού συστήματος. Πολλά άλλα συστήματα, συμπεριλαμβανομένης της υδροπονίας με βάση τα μέσα, λειτουργούν επί του παρόντος ως κλειστά συστήματα. Στην Ολλανδία, όπου η πλειονότητα της υδροπονικής παραγωγής πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας συστήματα σε στερεά

υποστρώματα , η νομοθεσία ορίζει τώρα ότι «οι καλλιεργητές θα πρέπει να καλλιεργούν τα προϊόντα τους σε κλειστά συστήματα» (van Os, 1999).



Εικόνα 3. Σχηματική απεικόνιση κλειστού συστήματος

2.1 Καλλιέργεια σε λεπτό στρώμα θρεπτικού διαλύματος NFT (Nutrient Film Technique)

Το N.F.T. (Nutrient Film Technique) είναι αρκετά δημοφιλές στους καλλιεργητές των υδροπονικών συστημάτων. Ωστόσο, τα N.F.T. συστήματα είναι τα καλύτερα προσαρμοσμένα και χρησιμοποιούνται συχνότερα για την καλλιέργεια μικρότερων φυτών ταχείας ανάπτυξης όπως το μαρούλι. Μαζί με το μαρούλι, ορισμένοι εμπορικοί καλλιεργητές αναπτύσσουν επίσης διαφορετικούς τύπους βοτάνων χρησιμοποιώντας N.P.T. συστήματα.

Υπάρχουν τρεις δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση του NFT. Πρώτον, εάν η ροή του θρεπτικού διαλύματος διακόπτεται ακόμη και για σύντομες χρονικές περιόδους, οι ρίζες θα στεγνώσουν και γρήγορα θα καταπονηθούν. Ένα δεύτερο πρόβλημα μπορεί να είναι η υπερβολική θέρμανση των καναλιών σε

πρόσφατα φυτευμένα συστήματα και τρίτον ότι τα κανάλια NFT μπορούν να μπλοκαριστούν από τις ρίζες των ισχυρών φυτών που αναπτύσσονται (Mason, 1996). Μια άλλη σημαντική πτυχή του NFT είναι να εξασφαλίσει ότι υπάρχει επαρκές οξυγόνο στη μονάδα. Αυτό μπορεί να απαιτεί είτε την ανάδευση της θρεπτικής ουσίας μέσα στη δεξαμενή είτε να επιτρέψει στον αέρα να φθάσει στο θρεπτικό διάλυμα μέσα από τα κανάλια. Το μέγιστο μήκος των καναλιών είναι 5-10 m ενώ η κλίση τους θα πρέπει να είναι μεταξύ 1-2% για την παθητική ροή του θρεπτικού διαλύματος. (Seymour, 1993).

Ένα τυπικό σύστημα NFT αποτελείται από τα ακόλουθα:

- Κανάλια - κατά μήκος των οποίων ρέει θρεπτικό διάλυμα και ρίζες φυτών.
- Σωλήνας συλλογής και δεξαμενή - για τη συλλογή του διαλύματος.
- Αντλία - για να επιστρέψετε νερό από τη δεξαμενή υποδοχής στην κορυφή του συστήματος μέσω σωλήνα παροχής.
- Δεξαμενές - που περιέχουν τα διάφορα διαλύματα που απαιτούνται για τη λειτουργία του συστήματος (π.χ. θρεπτικό διάλυμα ή όξινο διάλυμα που εγχέεται στο αραιό θρεπτικό διάλυμα όταν απαιτείται).
- Συσκευές ανίχνευσης - για τη μέτρηση του pH και της EC του διαλύματος (οι συσκευές αυτές ρυθμίζουν την απελευθέρωση των προαναφερθέντων διαλυμάτων, όξινο διάλυμα κ.λπ.) και
- Υποστύλωση - για να υποστηρίξει κανάλια και να διατηρήσει την επιθυμητή κλίση (Mason, 1996).

Ένας πρωταγωνιστής του NFT ήταν ο Dr. Alan Cooper, επιστήμονας στο ερευνητικό σταθμό Glasshouse Crops Research στην Αγγλία, που δημοσίευσε το βιβλίο "The ABC of NFT". Τα συστήματα NFT χρησιμοποιήθηκαν από ένα σημαντικό ποσοστό εμπορικών καλλιεργητών στο Ηνωμένο Βασίλειο κατά την περίοδο 1980-1990, αλλά χρησιμοποιήθηκαν μόνο για μαρούλια στην Ευρώπη. Οι Ολλανδοί καλλιεργητές απέρριψαν ιδιαίτερα το NFT λόγω του υψηλού κινδύνου διάδοσης ασθενειών από το διάλυμα επανακυκλοφορίας.

Το NFT εξασφαλίζει ότι τα φυτά έχουν απεριόριστη πρόσβαση σε νερό ανά πάσα στιγμή, αλλά τώρα αναγνωρίζεται ότι οι καρποφόρες καλλιέργειες μπορούν να επωφεληθούν από προσεκτικά περιορισμένες παροχές ύδατος. Οι φυλλώδεις καλλιέργειες όπως το μαρούλι επωφελούνται από απεριόριστες ποσότητες νερού και εξακολουθούν να καλλιεργούνται ευρέως χρησιμοποιώντας το NFT, αλλά τώρα οι περισσότερες εμπορικές καλλιέργειες θερμοκηπίου με ντομάτες και αγγούρια

καλλιεργούνται υδροπονικώς χρησιμοποιώντας κάποιο είδος αδρανούς μέσου, με το πετροβάμβακα να είναι το σημαντικότερο στερεό υπόστρωμα παγκοσμίως. Το NFT παραμένει ένα πολύ δημοφιλές σύστημα (Hochmuth, 2001).

Η συνιστώμενη κλίση για ένα N.F.T. σύστημα είναι τυπικά μία αναλογία 1:30 έως 1:40. Συνιστάται κατά το σχεδιασμό του N.F.T. να μπορούν οι παραγωγοί να προσαρμόσουν την κλίση ενώ τα φυτά αναπτύσσονται. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, καθώς τα ριζικά συστήματα μεγαλώνουν, μπορεί να προκαλέσουν την παρεμπόδιση της ροής του νερού.

Ο συνιστώμενος ρυθμός ροής για ένα N.F.T. το σύστημα είναι τυπικά μεταξύ 60 έως 120 λίτρων ανά ώρα. Ενώ τα φυτά είναι μόνο δενδρύλλια, ο συνιστώμενος ρυθμός ροής μπορεί να κοπεί στο μισό και στη συνέχεια να αυξηθεί καθώς τα φυτά μεγαλώνουν. Τα ποσοστά ροής πολύ υψηλότερα ή χαμηλότερα από αυτά έχουν μερικές φορές συνδεθεί με ανεπάρκειες θρεπτικών ουσιών (Adams, 1993).

Επίσης, ορισμένες ανεπάρκειες θρεπτικών συστατικών έχουν παρατηρηθεί μερικές φορές όταν τα κανάλια είναι μεγαλύτερα από 10 έως 15 μέτρα. Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι η δεύτερη γραμμή τροφοδοσίας θρεπτικών ουσιών που βρίσκεται στη μέση του καναλιού εξαλείφει αυτό το ζήτημα.

Σε περιοχές με αρκετά θερμό κλίμα όπως η Ελλάδα, θα πρέπει να παρεμποδίζεται η ανύψωση της θερμοκρασίας του ρέοντος θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 4. Φυτά τοποθετημένα σε κανάλια νερού πλούσια σε θρεπτικά συστατικά σε ένα σύστημα NFT

2.2 Αεροπονία

Η βασική αρχή της αεροπονικής καλλιέργειας είναι η καλλιέργεια φυτών εναιωρημένων σε κλειστό ή ημι-κλειστό περιβάλλον με ψεκασμό των ριζών και των κατώτερων στελεχών του φυτού με υδατικό διάλυμα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. Το υπέργειο τμήμα προεκτείνεται επάνω. Οι ρίζες του φυτού χωρίζονται από τη δομή στήριξης των φυτών.

Στην ιδανική περίπτωση, το περιβάλλον διατηρείται απαλλαγμένο από επιβλαβείς οργανισμούς και ασθένειες, έτσι ώστε τα φυτά να είναι πιο υγιεινά και ταχύτερα από τα φυτά που καλλιεργούνται σε ένα μέσο. Ωστόσο, δεδομένου ότι τα περισσότερα αεροπονικά περιβάλλοντα δεν είναι απόλυτα κλειστά προς τα έξω, τα παράσιτα και οι ασθένειες μπορεί να εξακολουθούν να προκαλούν απειλή.

Τα ελεγχόμενα περιβάλλοντα προωθούν την ανάπτυξη των φυτών, την υγεία, την άνθηση και την καρποφορία για οποιοδήποτε είδος φυτού και ποικιλίες (Weathers, 1992).

Λόγω της ευαισθησίας των ριζικών συστημάτων, τα αεροπονικά συνδυάζονται συχνά με συμβατικά υδροπονικά, τα οποία χρησιμοποιούνται ως έκτακτη "προστασία φυτών" - εφεδρική διατροφή και παροχή ύδατος - σε περίπτωση της αποτυχίας του αεροπονικού συστήματος.

Το οξυγόνο (O₂) στη ριζόσφαιρα είναι απαραίτητο για την υγιή ανάπτυξη των φυτών. Καθώς η αεροπονία πραγματοποιείται στον αέρα σε συνδυασμό με μικροσταγονίδια νερού, και σχεδόν κάθε φυτό μπορεί να αναπτυχθεί μέχρι την ωριμότητά του με άφθονη παροχή οξυγόνου, νερού και θρεπτικών ουσιών.

Ορισμένοι καλλιεργητές προτιμούν τα αεροπονικά συστήματα έναντι άλλων μεθόδων υδροπονίας επειδή ο αυξημένος αερισμός του θρεπτικού διαλύματος παρέχει περισσότερο οξυγόνο για να αναπτυχθούν οι ρίζες, διεγείροντας την ανάπτυξη και συμβάλλοντας στην πρόληψη του σχηματισμού παθογόνων.

Για να επιτευχθεί φυσική ανάπτυξη, η καλλιέργεια πρέπει να έχει απεριόριστη πρόσβαση σε αέρα. Τα φυτά πρέπει να επιτρέπεται να αναπτύσσονται με φυσικό τρόπο για την επιτυχή φυσιολογική ανάπτυξη. Όσο πιο περιορισμένη είναι η στήριξη των φυτών, τόσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα εμφάνισης ασθένειας.

Η αεροπονία έφερε επανάσταση στην κλωνοποίηση των φυτών. Πρώτον, επέτρεψε την ολοκλήρωση της διαδικασίας σε μια ενιαία αυτοματοποιημένη μονάδα. Πολλά φυτά που προηγουμένως θεωρούνταν δύσκολα ή αδύνατο να πολλαπλασιαστούν από μοσχεύματα θα μπορούσαν πλέον να αναπαραχθούν απλά από ένα μόνο κοπτικό στέλεχος. Η αεροπονία έχει ξεπεράσει σε μεγάλο βαθμό την υδροπονία και την καλλιέργεια των ιστών ως μέσο αποστειρωμένης διάδοσης φυτικών ειδών (Farran, 2001).



Εικόνα 5. Εσπεριδοειδή καλλιεργούμενα σε σύστημα αεροπονίας

2.3 Συστήματα επιπλέουσας υδροπονίας

Στα συστήματα επιπλέουσας υδροπονίας τα καλλιεργούμενα φυτά ουσιαστικά καλλιεργούνται σε επιπλέουσες «σχεδίες» οι οποίες είναι κατασκευασμένες από ελαφρά συνθετικά υλικά. Οι σχεδίες αυτές επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα μέσα σε ειδικά κατασκευασμένες δεξαμενές. Οι δεξαμενές στεγανοποιούνται μέσω της επίστρωσης φύλλων πολυαιθυλενίου και γεμίζονται με θρεπτικό διάλυμα. Μια παραλλαγή του συστήματος αυτού είναι η χρήση καναλιών αντί δεξαμενής. Το ύψος της πλήρωσης της δεξαμενής ή των καναλιών με θρεπτικό διάλυμα ποικίλει ανάλογα με το ακολουθούμενο σύστημα.

Η επιλογή του συστήματος υδροπονικής ανάπτυξης σε ένα περιβάλλον αεροπονίας μπορεί να βασίζεται στα ανεξάρτητα πλεονεκτήματα που παρέχει το συγκεκριμένο υδροπονικό συστατικό. Για παράδειγμα, τα συστήματα άμμου μπορεί να αφαιρέσουν την απαίτηση για ένα ξεχωριστό βιοφίλτρο, καθώς το υπόστρωμα θα λειτουργήσει επίσης ως υπόστρωμα για τα νιτροποιητικά βακτήρια και επομένως αντικαθιστά συμβατικά βιοφίλτρα (Dontje, 1999).

Από την άλλη πλευρά, υποστηρικτές των υδροπονικών συστημάτων επίπλευσης υποστηρίζουν ότι τα υποστρώματα άμμου ή αμμοχάλικου είναι

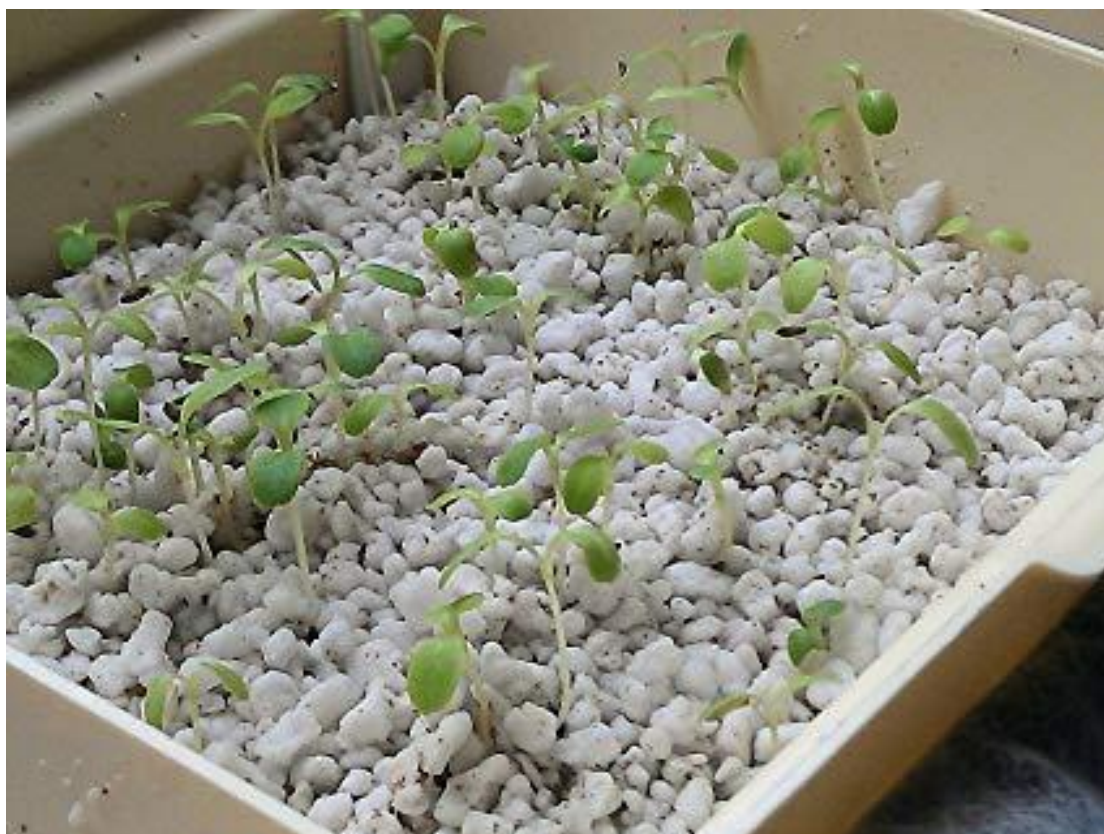
υπερβολικά βαριά και μπορεί εύκολα να φράξουν, οδηγώντας σε διοχέτευση νερού, ανεπαρκή βιοδιήθηση και ανεπαρκή παροχή θρεπτικών ουσιών στα φυτά (Rakocy , 1993). Το NFT, μπορεί να προσφέρει πλεονεκτήματα έναντι των πλωτών συστημάτων, όπως η ευκολία και τα οικονομικά πλεονεκτήματα της κατασκευής.

3. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

3.1 Αδρανή Υποστρώματα

Πετροβάμβακας : είναι ένα από τα πιο κοινά καλλιεργητικά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία, είναι ένα αποστειρωμένο, πορώδες, μη αποικοδομήσιμο μέσο που αποτελείται κυρίως από γρανίτη ή / και ασβεστόλιθο, το οποίο ζεσταίνεται (πάνω από 1600° C) και λιώνει και στη συνέχεια περιστρέφεται σε μικρές κλωστές όπως βαμβάκι. Στη συνέχεια, ο πετροβάμβακας σχηματίζεται σε τεμάχια, φύλλα, κύβους, πλάκες ή συρματοπλέγματα. Ο πετροβάμβακας απορροφά εύκολα το νερό, έτσι ώστε οι παραγωγοί πρέπει να προσέχουν να μην πνίξει τις ρίζες των φυτών καθώς και να οδηγήσει σε φαινόμενα σήψης. Ο πετροβάμβακας πρέπει να είναι ισορροπημένος με το pH πριν από τη χρήση. Αυτό γίνεται με εμφύσηση σε ισορροπημένο νερό πριν από τη χρήση.

Περλίτης : Ο περλίτης αποτελείται κυρίως από ανόργανα στοιχεία που υπόκεινται σε πολύ υψηλή θερμότητα, τα οποία στη συνέχεια επεκτείνονται όπως το ποπ κορν, ώστε να καταστεί πολύ ελαφρύ, πορώδες και απορροφητικός. Ο περλίτης έχει ουδέτερο pH, άριστη δράση απορρόφησης και είναι πολύ πορώδης. Ο περλίτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μόνος του ή να αναμιχθεί με άλλους τύπους καλλιεργητικών υποστρωμάτων. Ωστόσο, επειδή ο περλίτης είναι τόσο ελαφρύς που επιπλέει, ανάλογα με το πώς έχει σχεδιαστεί το υδροπονικό σύστημα, ο περλίτης από μόνος του μπορεί να μην είναι η καλύτερη επιλογή (Sheikh, 2006).



Εικόνα 6. Καλλιεργούμενα φυτά σε περλίτη

Άμμος : Η άμμος είναι πραγματικά ένα πολύ κοινό υπόστρωμα καλλιέργειας που χρησιμοποιείται στην υδροπονία. Είναι ένα τα κύρια υποστρώματα καλλιέργειας που χρησιμοποιούνται στο Hydroponic Greenhouse της Epcot Center στη Φλόριντα. Κυρίως για τα μεγάλα υδροπονικά φυτά και δέντρα. Επειδή το μέγεθος των σωματιδίων είναι μικρό η υγρασία δεν εξέρχεται τόσο γρήγορα. Η άμμος επίσης αναμιγνύεται συνήθως με βερμικουλίτη, περλίτη και κοκοφοίνικα. Όλα βοηθούν στη συγκράτηση της υγρασίας καθώς και στη βοήθεια αερισμού του μίγματος για τις ρίζες.

Όταν χρησιμοποιείται άμμος ως αναπτυσσόμενο υπόστρωμα, πρέπει να χρησιμοποιείται το μεγαλύτερο μέγεθος κόκκων. Αυτό θα βοηθήσει στην αύξηση του αερισμού στις ρίζες, αυξάνοντας το μέγεθος των θυλάκων αέρα μεταξύ των κόκκων άμμου. Η ανάμειξη βερμικουλίτη, περλίτη και κοκοφοίνικα με την άμμο θα βοηθήσει επίσης στον αερισμό . Ένα μεγάλο μειονέκτημα για τη χρήση της άμμου ως αναπτυσσόμενο υπόστρωμα για την υδροπονία είναι ότι είναι πολύ βαρύ (Roberto, 2003).

Ελαφρόπετρα: Η ελαφρόπετρα είναι ένα πορώδες χημικά αδρανές ηφαιστιογενές ορυκτό και τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται ακατέργαστη στα

κανάλια καλλιέργειας ενός υδροπονικού συστήματος. Το υλικό της πορώδης , κυμαίνεται σε 70-85%, είναι χημικά αδρανές υλικό με pH περίπου 7,3. Η ελαφρόπετρα έχει απεριόριστη διάρκεια ζωής , καθώς είναι προϊόν φυσικής προέλευσης και η διευθέτηση του υποστρώματος μετά τη χρήση του , δεν προκαλεί κάποια περιβαλλοντική επιβάρυνση . Σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί το χαμηλό κόστος (Jones, 2016).

3.2 Ενεργά Υποστρώματα

Βερμικουλίτης : Ο βερμικουλίτης είναι ένα πυριτικό άλας που όπως ο περλίτης αναπτύσσεται όταν εκτίθεται σε πολύ υψηλή θερμοότητα. Ως αναπτυσσόμενο υπόστρωμα, ο βερμικουλίτης είναι αρκετά παρόμοιος με τον περλίτη, εκτός από το ότι έχει σχετικά υψηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, που σημαίνει ότι μπορεί να διατηρεί θρεπτικά συστατικά για μεταγενέστερη χρήση. Επίσης, όπως ο περλίτης, ο βερμικουλίτης είναι πολύ ελαφρύς και τείνει να επιπλέει. Υπάρχουν διαφορετικές χρήσεις και τύποι βερμικουλίτη. Το pH του είναι 7,0-7,5 και η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων αρκετά υψηλή (65- 140 meq/100g υποστρώματος). Το κόστος βέβαια είναι και το μεγαλύτερο του μειονέκτημα καθώς είναι και πολύ υψηλο (Hernández, 1995).



Εικόνα 7. Πλάκες βερμικουλίτη

Τύρφη : Το κύριο χαρακτηριστικό της τύρφης είναι η οργανική της φύση. Δεδομένου ότι αποτελείται από αποσυντιθέμενη οργανική ύλη, αυτό σημαίνει ότι η χημική φύση των υποστρωμάτων θα αλλάζει ανάλογα με το βαθμό αποσύνθεσης και επίσης ανάλογα με τα συγκεκριμένα είδη βρύων που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή της τύρφης.

Η έντονα αποσυντεθείσα τύρφη θα τείνει να παραμείνει πιο χημικά σταθερή καθώς έχει ήδη διεξαχθεί η διαδικασία οργανικής αποσύνθεσης. Για το λόγο αυτό προτιμάται αυτή που είναι γνωστή ως "μαύρη τύρφη" όπου η μικροβιακή δραστηριότητα έχει ήδη γίνει.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της τύρφης είναι ότι είναι όξινη. Αυτό σημαίνει ότι το pH της τύρφης που δεν έχει υποστεί κατεργασία θα είναι συνήθως μεταξύ 3 και 4,5, πολύ χαμηλό για χρήση σε υδροπονικές εφαρμογές. Η τύρφη γενικά τροποποιείται με ανθρακικό ασβέστιο (ασβέστη) για να αυξηθεί το pH και να παραμείνει εκεί αλλά αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι αναποτελεσματική αν η τύρφη μπορεί ακόμη να αποσυντεθεί πολύ σημαντικά. Αυτό επίσης συνεισφέρει υψηλές ποσότητες Ca μέσα στα μέσα που μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα διατροφής, εάν το Ca εφαρμοστεί κανονικά και σε διάλυμα.

Για την επίλυση αυτών των ζητημάτων η τύρφη επεξεργάζεται μερικές φορές με μίγματα ασβεστίου / δολομίτη έτσι ώστε τα αντίθετα ιόντα να είναι και Mg και Ca. Εναλλακτικά - αλλά πιο δαπανηρά - αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με τη χρήση διαλυμάτων φωσφορικού ρυθμιστικού διαλύματος που διέρχονται μέσω της τύρφης για σημαντικό χρονικό διάστημα. Ένα μονοβασικό / διβασικό φωσφορικό ρυθμιστικό διάλυμα καλίου σε pH 6,5 με συγκέντρωση 100 mM χρησιμοποιείται συνήθως.

Κοκοφοίνικας : Οι ίνες κοκοφοίνικας προέρχονται από το εξωτερικό φλοιό των αντίστοιχων δέντρων. Αυτό που θεωρήθηκε κάποτε ένα απόβλητο προϊόν είναι ένα από τα καλύτερα διαθέσιμα μέσα υδροπονικής καλλιέργειας. Αν και ο κοκοφοίνικας είναι οργανικό φυτικό υλικό, διασπάται και αποσυντίθεται πολύ αργά, έτσι δεν θα παρέχει κ θρεπτικά συστατικά στα φυτά που καλλιεργούνται σε αυτό, καθιστώντας το ιδανικό για την υδροπονία.

Ο κοκοφοίνικας είναι επίσης ουδέτερος σε pH, διατηρεί την υγρασία πολύ καλά, αλλά επιτρέπει ακόμα τον καλό αερισμό για τις ρίζες. Το μέγεθος των σωματιδίων ινών κοκοφοίνικας είναι περίπου το ίδιο με το χωράφι (Fascella, 2004).



Εικόνα 8. Ίνες κοκοφοίνικα

Υπολείμματα ξύλου : Τα υπολείμματα ξύλου συνήθως δεν χρησιμοποιούνται αυτούσια, αλλά αποτελούν ένα από τα συστατικά των μιγμάτων. Τα κυριότερα προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν πριν από τη χρησιμοποίησή τους είναι η παρουσία των φυτοτοξικών ουσιών και τη σχέση C/N είναι πάρα πολύ υψηλή.

4. Η ΝΤΟΜΑΤΑ

Η ντομάτα είναι ο βρώσιμος συχνά κόκκινος καρπός του ποώδους θάμνου *Solanum lycopersicum*, κοινώς γνωστό ως φυτό τομάτας. Τα είδη προέρχονται από τη δυτική Νότια Αμερική. Η χρήση του ως καλλιεργημένου τρόφιμου μπορεί να είχε προέλθει από τους αυτόχθονες πληθυσμούς του Μεξικού. Οι Ισπανοί ανακάλυψαν την τομάτα από την επαφή τους με τους Αζτέκους κατά τη διάρκεια του ισπανικού αποικισμού της Αμερικής και την έφεραν στην Ευρώπη. Από εκεί, η ντομάτα εισήχθη σε άλλα μέρη του ευρωπαϊκού αποικισμένου κόσμου κατά τον 16ο αιώνα .

Η ντομάτα καταναλώνεται με ποικίλους τρόπους, ωμή ή μαγειρεμένα, σε πολλά πιάτα, σάλτσες, σαλάτες και ποτά. Ενώ οι ντομάτες είναι φρούτα - βοτανικά ταξινομούνται ως μούρα - χρησιμοποιούνται συνήθως ως λαχανικό.

Πολλές ποικιλίες του φυτού τομάτας αναπτύσσονται ευρέως σε εύκρατα κλίματα σε όλο τον κόσμο, με θερμοκήπια που επιτρέπουν την παραγωγή τομάτας σε όλες τις εποχές του έτους. Τα φυτά τομάτας συνήθως αναπτύσσονται σε ύψος 1-3 μέτρα. Το μέγεθος της ντομάτας ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία, με εύρος πλάτους 1,3-10,2 cm (Atherton, 2012).

Βοτανικά, μια ντομάτα είναι ένας καρπός - ένα μούρο, που αποτελείται από τις ωοθήκες, μαζί με τους σπόρους του, ενός ανθοφόρου φυτού. Ωστόσο, η ντομάτα θεωρείται "μαγειρικό λαχανικό" επειδή έχει πολύ χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ζάχαρη από τα φρούτα.. Οι ντομάτες δεν είναι η μόνη πηγή τροφής με αυτήν την ασάφεια, οι πιπεριές, τα αγγούρια, τα πράσινα φασόλια, οι μελιτζάνες, τα αβοκάντο είναι όλα βοτανικά φρούτα, αλλά μαγειρεμένα ως λαχανικά. Αυτό οδήγησε σε νομική διαμάχη στις Ηνωμένες Πολιτείες (<http://eol.org/pages/392557/overview>).

Το 1887, οι τιμολογιακοί νόμοι των ΗΠΑ που επέβαλαν φόρο στα λαχανικά, αλλά όχι στους καρπούς, προκάλεσαν την νομική σημασία της κατάστασης της τομάτας. Το Ανώτατο Δικαστήριο των Ηνωμένων Πολιτειών διευθέτησε αυτή τη διαμάχη στις 10 Μαΐου 1893, δηλώνοντας ότι η ντομάτα είναι λαχανικό, βασισμένη στον λαϊκό ορισμό που κατατάσσει τα λαχανικά με τη χρήση - συνήθως σερβίρονται με δείπνο και όχι με επιδόρπια. Η διεξαγωγή της υπόθεσης αυτής ισχύει μόνο για την ερμηνεία του τιμολογίου του 1883 και το δικαστήριο δεν προτίθεται να επανатаξινομήσει την τομάτα για βοτανικούς ή άλλους σκοπούς (Nix v. Hedden, 149 U.S.(1893)).

4.1 Χαρακτηριστικά των φυτών

Τα φυτά τομάτας είναι θάμνοι και συνήθως αυξάνονται 180 εκατοστά ή περισσότερο πάνω από το έδαφος εάν υποστηρίζονται, αν και έχουν καλλιεργηθεί ορθόκλαδες ποικιλίες θάμνων.

Τα περισσότερα φυτά τομάτας έχουν σύνθετα φύλλα αλλά ορισμένες ποικιλίες έχουν απλά φύλλα γνωστά ως φύλλα πατάτας λόγω της ομοιότητάς τους με τον συγκεκριμένο συγγενή. Από τα φυτά, υπάρχουν παραλλαγές, όπως τα φύλλα, τα οποία είναι βαθιά αυλακωμένα και άλλα φύλλα, τα οποία έχουν επιπλέον χρώματα όπου μια γενετική μετάλλαξη προκαλεί την εξαφάνιση της χλωροφύλλης από μερικά τμήματα των φύλλων.

Τα φύλλα είναι 10-25 εκατοστά μακριά, με πέντε έως 9 φυλλάρια σε μίσχους, , κάθε φυλλάριο είναι μήκους έως 8 εκατοστά , με οδοντωτό περιθώριο, τόσο το στέλεχος όσο και τα φύλλα είναι πυκνά αδενώδη-τριχωτά.

Τα λουλούδια τους, που εμφανίζονται στο κορυφαίο μερίστωμα, είναι 1-2 εκατοστά, αντικριστά απέναντι, κίτρινα, με πέντε αιχμηρούς λοβούς στο κορμό. Τα φρούτα ντομάτας ταξινομούνται ως μούρα. Αναπτύσσεται από την ωοθήκη του φυτού μετά τη γονιμοποίηση, με τη σάρκα του να περιλαμβάνει τα τοιχώματα των περικαρπίων.

Ο καρπός περιέχει κοίλους χώρους γεμάτους σπόρους και υγρασία, που ονομάζονται κοκκώδεις κοιλότητες. Αυτοί ποικίλλουν, μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών, ανάλογα με τον τύπο. Ορισμένες μικρότερες ποικιλίες έχουν δύο κοιλότητες, άλλες έχουν τρεις έως πέντε (Peralta, 2001).



Εικόνα 9. Φυτό ντομάτας υπό ανάπτυξη

4.2 Ποικιλίες & Υβρίδια

Υπάρχουν περίπου 7.500 ποικιλίες ντομάτας που έχουν αναπτυχθεί για διάφορους σκοπούς και επιλέχθηκαν με ποικίλους τύπους καρπών και για βέλτιστη ανάπτυξη σε διαφορετικές συνθήκες καλλιέργειας. Οι ποικιλίες ντομάτας μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες με βάση το σχήμα και το μέγεθος.

Οι περισσότερες σύγχρονες ποικιλίες ντομάτας είναι ομαλές, αλλά μερικές παλαιότερες ποικιλίες ντομάτας και τα περισσότερα σύγχρονα υβρίδια παρουσιάζουν έντονες νευρώσεις, ένα χαρακτηριστικό που μπορεί να ήταν κοινό για όλες σχεδόν τις προ-κολομβιανές ποικιλίες.

Παρόλο που σχεδόν όλες οι εμπορικές ποικιλίες ντομάτας είναι κόκκινες, υπάρχουν ποικιλίες, που παράγουν καρπούς σε μπλε, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί, ροζ, μαύρο, καφέ, λευκό και πορφυρό χρώμα. Τέτοια φρούτα δεν είναι ευρέως διαθέσιμα σε παντοπωλεία, ούτε τα φυτά τους είναι διαθέσιμα σε τυπικά φυτώρια, αλλά μπορούν να αγοραστούν ως σπόροι.

Οι πρώιμες ντομάτες και οι ντομάτες του καλοκαιριού αποδίδουν καρπούς ακόμη και όταν οι νύχτες είναι δροσερές, πράγμα που συνήθως αποθαρρύνει το σύνολο των φρούτων. Υπάρχουν ποικιλίες υψηλές σε βήτα καροτένια και βιταμίνη Α.

Το 1973, ισραηλινοί επιστήμονες ανέπτυξαν τις πρώτες μεγάλες ποικιλίες ντομάτας που διατέθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα στον κόσμο.

Οι ντομάτες από γηγενείς ποικιλίες γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς, ιδιαίτερα μεταξύ των εγχώριων και των βιολογικών παραγωγών, καθώς τείνουν να παράγουν πιο ενδιαφέρουσες και γευστικές καλλιέργειες με το κόστος της ανθεκτικότητας στις ασθένειες και της παραγωγικότητας. Ο ορισμός των ποικιλιών αυτών είναι ασαφής, αλλά σε αντίθεση με τα εμπορικά υβρίδια, όλες είναι ποικιλίες που έχουν καλλιεργηθεί για 40 χρόνια ή περισσότερο.

Αρκετοί έμποροι σπόρων και τράπεζες παρέχουν μια μεγάλη ποικιλία αυτών σπόρων. Οι παραδοσιακές ποικιλίες λοιπόν συχνά καλλιεργούνται για γεύση, αποκλείοντας όλες τις άλλες ιδιότητες, ενώ οι εμπορικές ποικιλίες καλλιεργούνται για παράγοντες όπως το σταθερό μέγεθος και το σχήμα, η αντοχή των ασθενειών και των παρασίτων, την καταλληλότητα για μηχανική συλλογή και αποστολή και την ικανότητα ωρίμανσης μετά τη συλλογή. Τα υβρίδια παραμένουν στην κορυφή των προτιμήσεων δεδομένου ότι τείνουν να συνδυάζουν ασυνήθιστα χαρακτηριστικά των παραδοσιακών ποικιλιών ντομάτας με τη στιβαρότητα των συμβατικών εμπορικών τοματών (Cocaliadis, 2014).

Είναι γεγονός ότι η κυρίαρχη άποψη είναι ότι οι παραδοσιακές ποικιλίες υπερέχουν των εμπορικών υβριδίων. Ο κ. Δελής αναφέρει χαρακτηριστικά: “ Το ξεχασμένο γενετικό υλικό που αντικαταστάθηκε τόσο βίαια, σήμερα μοιάζει πραγματικός θησαυρός για τον κάθε ερευνητή. Τα φυτά των παραδοσιακών ποικιλιών καλά προσαρμοσμένα στο περιβάλλον που καλλιεργήθηκαν για σειρά χρόνων και για πολλές γενεές, έφεραν γενετικό φορτίο που τους επέτρεψε να επιζήσουν στη δοκιμασία του πιο σκληρού κριτή. Της φύσης. Αυτός ο σκληρός κριτής πετάει έξω οτιδήποτε δε μπορεί να αντεπεξέλθει στις προκλήσεις του. Οι παραδοσιακές ποικιλίες, με αυτή την έννοια, κρύβουν στο γενετικό τους υλικό απαντήσεις στις περιβαλλοντολογικές προκλήσεις, στις οποίες σήμερα απαντάμε με τη χρήση φυτοφαρμάκων.”

4.3 Εχθροί και Ασθένειες

Διάφορες μυκητολογικές προσβολές είναι κοινές νόσοι της ντομάτας, γι 'αυτό και οι ποικιλίες ντομάτας συχνά σημειώνονται με συνδυασμό γραμμάτων που

αναφέρονται σε συγκεκριμένη αντοχή στην ασθένεια. Το φυτό της ντομάτας βέβαια έχει και πολλούς εντομολογικούς εχθρούς.

Κάποια συνηθισμένα παράσιτα ντομάτας είναι :

1. *Tuta absoluta*
2. *Liriomyza bryoniae*, *Liriomyza trifoliae* και *Liriomyza huldobrensis*
3. *Heliothis armigera*
4. *Myzus persicae*
5. *Macrosiphum euphorbiae*
6. *Tetranychus urticae* και *Tetranychus turkestanii*
7. *Aculops lycopersici*
8. *Nezara viridula*
9. *Trialeurodes vaporariorum*
10. *Bemisia tabaci*
11. *Thrips tabaci*
12. *Frankliniella occidentalis*
13. *Agriotes spp*
14. *Gryllotalpa gryllotalpa*

Από αυτά το πιο επικίνδυνο αυτήν την στιγμή είναι το *Tuta absoluta*. Το *Tuta absoluta* είναι ένα είδος λεπιδόπτερου που ανήκει στην οικογένεια *Gelechiidae*. Είναι γνωστό ως σοβαρό παράσιτο των καλλιεργειών τομάτας στην Ευρώπη, την Αφρική, τη δυτική Ασία και τη Νότια και Κεντρική Αμερική.

Το *T. absoluta* περιγράφηκε αρχικά το 1917 από τον Meyrick ως *Phthorimaea absoluta*, με βάση τα άτομα που συλλέχθηκαν από το Huancayo (Περού). Αργότερα, το παράσιτο αναφέρθηκε ως *Gnorimoschema absoluta*, *Scrobipalpula absoluta* (Povolny) ή *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny), αλλά τελικά περιγράφηκε στο γένος *Tuta* ως *T. absoluta* από τον Povolny το 1994.

Ο κύκλος ζωής του περιλαμβάνει τέσσερα στάδια ανάπτυξης: αυγό, προνύμφη, νύμφη και ενήλικα. Τα ενήλικα θηλυκά συνήθως τοποθετούν αυγά στην κάτω πλευρά των φύλλων ή των στελεχών, και σε μικρότερο βαθμό στα φρούτα. Μετά την εκκόλαψη, οι νεαρές προνύμφες διεισδύουν στα φύλλα, ή τα στελέχη στα οποία τρέφονται και αναπτύσσονται. Σε έντονες προσβολές το σύνολο της φυλλικής επιφάνειας μπορεί να καταστραφεί μέσα σε λίγες μέρες προκαλώντας καθολική ξήρανση των φυτών και ολική απώλεια της παραγωγής.

Το παράσιτο παρουσιάζει είναι νυκτόβιο και οι ενήλικες συνήθως παραμένουν κρυμμένες κατά τη διάρκεια της ημέρας,. Μεταξύ μιας ποικιλίας ειδών εντός των *Solanaceae*, οι τομάτες (*Lycopersicon esculentum* Miller) φαίνεται να είναι ο κύριος ξενιστής του *T. Absoluta* (Brunherotto, 2001).



Εικόνα 10. Φυτό ντομάτας προσβεβλημένο από *T. absoluta*

Μερικοί πληθυσμοί του *T. absoluta* έχουν αναπτύξει αντοχή στα οργανοφωσφορικά και πυρεθροειδή εντομοκτόνα . Νεότερες ενώσεις όπως το *spinosad* , η ιμιδακλοπρίδη και σκευάσματα με βάση το *Bacillus thuringiensis* έχουν δείξει κάποια αποτελεσματικότητα στον έλεγχο των ευρωπαϊκών εστιών αυτού του εντόμου. Τα πειράματα έχουν αποκαλύψει μερικούς υποσχόμενους παράγοντες βιολογικού ελέγχου των παρασίτων, συμπεριλαμβανομένου του *Nabis pseudoferus*.

Η φερομόνη φύλου για το *T. absoluta* έχει αναγνωριστεί από τους ερευνητές στο Πανεπιστήμιο Cornell και έχει βρεθεί ότι είναι εξαιρετικά ελκυστική για τα αρσενικά ενήλικα. Τα σκευάσματα φερομόνης χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλη την Ευρώπη, τη Νότια Αμερική, τη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή για την παρακολούθηση και την μαζική παγίδευση του *T. absoluta*.

Η συνδυασμένη χρήση των φερομονών καθώς και η ειδική συχνότητα φωτός αποδείχθηκαν αποτελεσματικές στην καταστολή του πληθυσμού *T. Absoluta* και στην διατήρηση του εντός του οικονομικού ορίου όπως αποκαλύπτεται από τον Russell

IPM σε ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας Ηνωμένου Βασιλείου (United Kingdom Patent No. GB2474274).

Μια κοινή ασθένεια ντομάτας είναι ο ιός της μωσαϊκού του καπνού (*TMV*). Η χρήση μολυσμένων προϊόντων καπνού μπορεί να μεταδώσει τον ιό σε φυτά τομάτας. Όπως και άλλοι παθογόνοι ιοί φυτών, ο *TMV* έχει πολύ ευρύ φάσμα ξενιστών και έχει διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με τον μολυσμένο ξενιστή. Ο ιός του μωσαϊκού του καπνού είναι γνωστό ότι προκαλεί απώλεια παραγωγής για τον καπνό που έχει υποστεί κατεργασία έως και δύο τοις εκατό.

Το πρώτο σύμπτωμα αυτής της νόσου του ιού είναι ένας ελαφρώς πράσινος χρωματισμός ανάμεσα στα νεύρα των νέων φύλλων. Αυτό ακολουθείται γρήγορα από την ανάπτυξη ενός "μωσαϊκού" ή στίγματος μοτίβου από ελαφριά και σκούρα πράσινα σημεία στα φύλλα. Η τραχύτητα μπορεί επίσης να παρατηρηθεί όταν το μολυσμένο φυτό εμφανίζει μικρές εντοπισμένες τυχαίες ρυτίδες. Αυτά τα συμπτώματα αναπτύσσονται γρήγορα και είναι πιο έντονα στα νεότερα φύλλα (Takamatsu, 1983).

Η προσβολή αυτή δεν έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο των φυτών, αλλά εάν η μόλυνση εμφανιστεί νωρίς, τα κατώτερα φύλλα υποβάλλονται σε «μωσαϊκό έγκαυμα» ειδικά σε περιόδους ζεστού και ξηρού καιρού. Σε αυτές τις περιπτώσεις, μεγάλες νεκρές περιοχές αναπτύσσονται στα φύλλα. Αυτό αποτελεί μία από τις πιο καταστρεπτικές φάσεις μόλυνσης από μωσαϊκό καπνού. Τα μολυσμένα φύλλα μπορεί να είναι τσαλακωμένα, σπασμένα ή επιμηκυμένα. Ωστόσο, εάν ο *TMV* μολύνει καλλιέργειες όπως το σταφύλι και το μήλο, είναι σχεδόν χωρίς συμπτώματα (Narváez-Vásquez, 2008).



Εικόνα 11. Φυτό ντομάτας προσβεβλημένο από *TMV*

Οι βασικότερες μυκητολογικές προσβολές του φυτού της ντομάτας γίνονται από τα ακόλουθα γένη:

- *Alternaria alternata f.sp. lycopersici*
- *Colletotrichum coccodes*
- *Colletotrichum dematium*
- *Colletotrichum gloeosporioides*
- *Stemphylium botryosum*
- *Pleospora tarda*
- *Pleospora lycopersici*
- *Thielaviopsis basicola*
- *Phytophthora capsici*
- *Phytophthora nicotianae var. parasitica*
- *Cercospora leaf mold*
- *Pseudocercospora fuligena*
- *Cercospora fuligena*
- *Macrophomina phaseolina*
- *Pyrenochaeta lycopersici*

- *Alternaria solani*
- *Fusarium oxysporum f.sp. radidis-lycopersici*
- *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*
- *Botrytis cinerea*
- *Botryotinia fuckeliana*
- *Phytophthora infestans*
- *Fulvia fulva*
- *Cladosporium fulvum*
- *Phoma destructiva*
- *Oidiopsis sicula*
- *Pythium sp.*
- *Rhizoctonia solani*
- *Rhizopus stolonifer*
- *Septoria lycopersici*
- *Sclerotium rolfsii*
- *Verticillium dahliae*
- *Sclerotinia sclerotiorum*
- *Sclerotinia minor*

Οι βασικότερες βακτηριολογικές προσβολές του φυτού της ντομάτας γίνονται από τα ακόλουθα γένη:

- *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*
- *Pseudomonas syringae pv. tomato*
- *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*
- *Erwinia carotovora subsp. carotovora*
- *Ralstonia solanacearum*
- *Pseudomonas corrugata*
- *Pseudomonas syringae pv. syringae*

4.4 Εμπόριο και Αποθήκευση

Το 2014, η παγκόσμια παραγωγή τομάτας ήταν 170,8 εκατομμύρια τόνοι, με την Κίνα να αντιπροσωπεύει το 31% του συνόλου, ακολουθούμενη από την Ινδία, τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Τουρκία ως τους μεγαλύτερους παραγωγούς. Το 2014, οι τομάτες αντιπροσώπευαν το 23% της συνολικής παραγωγής φρέσκων λαχανικών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με περισσότερο από το ήμισυ αυτού του συνόλου να προέρχεται από την Ισπανία, την Ιταλία και την Πολωνία. Το 2013, οι παγκόσμιες εξαγωγές τομάτας εκτιμήθηκαν σε 88 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ (FAO, 2013).

Κατάταξη	Χώρα	Παραγωγή εκατομμυρίων τόνων
1	 Κίνα	52.6
2	 Ινδία	18.7
3	 Η.Π.Α	14.5
4	 Τουρκία	11.9
5	 Αίγυπτος	8.3
6	 Ιράν	6.0
7	 Ιταλία	5.6
8	 Ισπανία	4.9
	Κόσμος	170.8

Πίνακας 1. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ντομάτας στον κόσμο

Οι ντομάτες αποθηκεύονται καλύτερα σε θερμοκρασία δωματίου και έξω από το άμεσο ηλιακό φως. Δεν συνιστάται να καταψυχθούν, καθώς αυτό μπορεί να βλάψει τη γεύση τους. Οι ντομάτες που αποθηκεύονται σε κρύο τείνουν να χάνουν τη γεύση τους μόνιμα.

Η αποθήκευση του στελέχους προς τα κάτω μπορεί να παρατείνει τη διάρκεια ζωής, καθώς μπορεί να κρατήσει από την σήψη πολύ γρήγορα. Οι ντομάτες που δεν έχουν ακόμη ωριμάσει μπορούν να διατηρηθούν σε μια χάρτινη σακούλα μέχρι την

ωρίμανση τους. Οι ντομάτες είναι εύκολο να διατηρηθούν ολόκληρες, σε τεμάχια, όπως σάλτσα ντομάτας ή πάστα με κονσέρβα.

Τα φύλλα, τα στελέχη και οι καρποί του φυτού της ντομάτας περιέχουν μικρές ποσότητες του αλκαλοειδούς τοματίνης, η επίδραση της οποίας στους ανθρώπους δεν έχει μελετηθεί. Περιέχουν επίσης μικρές ποσότητες σολανίνης, ένα τοξικό αλκαλοειδές που βρίσκεται στα φύλλα πατάτας και άλλα φυτά στην οικογένεια των *Solanaceae*. Εξαιτίας αυτού, η χρήση των φύλλων τομάτας στο τσάι βοτάνων ήταν υπεύθυνη για τουλάχιστον έναν θάνατο. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις σολανίνης στο φύλλωμα είναι γενικά πολύ μικρές για να είναι επικίνδυνες εκτός αν καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες - για παράδειγμα, σαν χόρτα (Gomez, 2008).

Μικρές ποσότητες φυλλώματος ντομάτας χρησιμοποιούνται μερικές φορές για την αρωματοποίηση και οι πράσινοι καρποί των άγριων κόκκινων ποικιλιών ντομάτας χρησιμοποιούνται μερικές φορές για μαγείρεμα, ιδιαίτερα ως τηγανητές πράσινες ντομάτες. Σε σύγκριση με τις πατάτες, η ποσότητα σολανίνης στις άγευστες πράσινες ή πλήρως ώριμες ντομάτες είναι χαμηλή. Ωστόσο, ακόμη και στην περίπτωση πατατών, ενώ έχει αποδειχθεί η δηλητηρίαση που προκύπτει από δοσολογίες αρκετές φορές κανονική ανθρώπινη κατανάλωση, οι πραγματικές περιπτώσεις δηλητηρίασης από την υπερβολική κατανάλωση πατάτας είναι σπάνιες. Τα φυτά ντομάτας μπορεί να είναι τοξικά για τους σκύλους εάν τρώνε μεγάλες ποσότητες φρούτων ή μασούν φυτικά υλικά.

Οι ντομάτες συνδέθηκαν με επτά εκδηλώσεις σαλμονέλας μεταξύ 1990 και 2005 και είχαν προκαλέσει επιδημία σαλμονέλωσης προκαλώντας 172 κρούσματα δηλητηρίασης σε 18 αμερικανικές χώρες το 2006. Η επιδημία των Ηνωμένων Πολιτειών το 2008 προκάλεσε την απομάκρυνση ντομάτας από καταστήματα και εστιατόρια στις Ηνωμένες Πολιτείες και σε περιοχές του Καναδά, αν και άλλα τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένων των jalapeño και serrano πιπεριών, ενδέχεται να είχαν εμπλακεί (de Moraes, 2017).

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, τα υποτιθέμενα οφέλη για την υγεία από την κατανάλωση τομάτας, προϊόντων τομάτας ή λυκοπενίου δεν μπορούν να αναφερθούν στα συσκευασμένα τρόφιμα χωρίς ειδική δήλωση υγείας. Σε μια επιστημονική επισκόπηση πιθανών ισχυρισμών για το λυκοπένιο που επηρεάζουν ευνοϊκά :

- το DNA
- το δέρμα που εκτίθεται σε υπεριώδη ακτινοβολία,
- την καρδιακή λειτουργία
- όραση

η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα αποδεικτικά στοιχεία για το λυκοπένιο που έχουν οποιαδήποτε από αυτές τις επιπτώσεις δεν ήταν αρκετά (European Food Safety Authority, 2011).

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε θερμοκήπιο του Τεχνολογικού εκπαιδευτικού ιδρύματος Πελοποννήσου την περίοδο 2015. Το πείραμα διήρκεσε 7 μήνες περίπου. Από τις αρχές Ιανουαρίου-Αυγούστου 2015. Τα σποριόφυτα τοποθετήθηκαν σε σάκους υδροπονίας με ειδικό θρεπτικό μείγμα περλίτη σε αυτοματοποιημένο θερμοκήπιο, με κλειστό υδροπονικό σύστημα αυτόματου ποτίσματος με μπεκ τα οποία λειτουργούσαν δύο φορές την ημέρα.

Συνολικά είχαμε 9 διαφορετικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα συμπεριλαμβανομένης και της Κοντής Κυθήρων:

1. *Belladonna*.
2. *Cherellino*.
3. Σαντορίνης Κατσαρή.
4. Καρδούλα.
5. Κυθήρων Κοντή.
6. Κυθήρων Μακριά.
7. Στήθος της Αφροδίτης.
8. Χοντροκατσαρή.
9. Καναδέζα.

Τα σποριόφυτα τοποθετήθηκαν σε ειδικό υδροπονικό σάκο μείγματος περλίτη και τύρφης. Στους 9 σάκους ήταν φυτεμένα απο 2 σποριόφυτα της ποικιλίας κοντής Κυθήρων σε κάθε σάκο, δηλαδή συνολικά 18 σποριόφυτα της συγκεκριμένης ποικιλίας.

Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν ειδικό μείγμα περλίτη κατάλληλο για υδροπονία σε σάκους κατασκευασμένους από μαλακό πολυαιθυλένιο λευκού χρώματος.

Εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο θερμοκήπιο.

Κατά την διάρκεια του πειράματος για να υπάρχει το επιθυμητό αποτέλεσμα στο πείραμα, πραγματοποιήθηκαν συγκεκριμένες εργασίες καθ' όλη την διάρκεια του συνήθως σε εβδομαδιαία βάση :

1. Αραίωμα καρπών.
2. Αφαίρεση μαραμένων φύλλων και κλάδεμα.
3. Διαχωρισμός σε ταξιανθίες κάθε φυτού ξεχωριστά.
4. Υποστύλωση των φυτών τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα ή όποτε κρινόταν απαραίτητο.
5. Πραγματοποίηση ελέγχου στα μπεκ και γενικότερα του αρδευτικού συστήματος προκειμένου να ελεγχθεί η κατάστασή του.
6. Εβδομαδιαίος καθαρισμός θερμοκηπίου.
7. Μέτρηση ύψους των φυτών.
8. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος και λίπανση των φυτών.
9. Μέτρηση βάρους των καρπών ανά ταξιανθία σε κάθε φυτό ξεχωριστά και σε κάθε ποικιλία με ζυγαριά ακριβείας.

Η λίπανση γινόταν με τον σωστό υπολογισμό του κάθε θρεπτικού στοιχείου ξεχωριστά γιατί οποιαδήποτε λάθος δόση λιπάσματος και λάθος υπολογισμός θα μπορούσε να αποδειχθεί μοιραίο για το πείραμα, ενώ έγιναν μετρήσεις στο χώρο του εργαστηρίου, με τα κατάλληλα όργανα όπως: ζυγαριά ακριβείας για την μέτρηση του βάρους των καρπών.

Η παρακάτω εικόνα δείχνει τη συνταγή για την παρασκευή του κατάλληλου λιπάσματος :

ΣΥΝΤΑΓΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Καλλιέργεια: Τομάτα
 Ημερομηνία: 17/06/2015
 Κωδικός: 4

Αγωγιμότητα διαλύματος τροφοδοσίας: 2,60
 mS/ cm
 pH διαλύματος τροφοδοσίας: 5,5

ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Α (300 λίτρα)	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Β (300 λίτρα)	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΕΟΣ (200 λίτρα)
Νιτρικό ασβέστιο 20,746 κιλά	Νιτρικό κάλιο 1,403 κιλά	Νιτρικό οξύ 7,727 λίτρα
Νιτρικό κάλιο 4,184 κιλά	Θειικό μαγνήσιο 6,059 κιλά	
Νιτρική αμμωνία 1,585 κιλά	Θειικό κάλιο 13,041 κιλά	
Χηλικός σίδηρος 0,699 κιλά	Φωσφορικό μονοκάλιο 6,533 κιλά	
	Θειικό μαγγάνιο 51,00 γρ.	
	Θειικός ψευδάργυρος 34,00 γρ	
	Θειικός χαλκός 6,00 γρ	
	Βόρακας 84,00 γρ	
	Μολυβδαινικό νάτριο 4,00 γρ	

Εικόνα 12. Συνταγή Λιπάσματος

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αποτελέσματα μέτρησης βάρους καρπών ποικιλίας Κοντής Κυθήρων ανά ταξιανθία :

1η σειρά	Φυτά	3η σειρά	Φυτά	5η σειρά	Φυτά
5		5	1,225	5	
	2,501		1,788		
5		5	1,3135	5	
			1,245		
5		5	1,2795	5	
ΣΥΝΟΛΟ	2,501		6,851		
Μ.Ο	2,501		1,3702		

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ ΣΤΗΝ 1^η ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ

1η σειρά	Φυτά	3η σειρά	Φυτά	5η σειρά	Φυτά
	2,223		0,698		2,437
5	1,056	5	0,897	5	0,692
	0,779		2,081		0,974
5	0,915	5	0,680	5	1,037
	2,434		0,687		0,627
5	1,821	5	0,555	5	0,000
ΣΥΝΟΛΟ	9,228		5,599		5,767
Μ.Ο	1,538		0,933		0,961

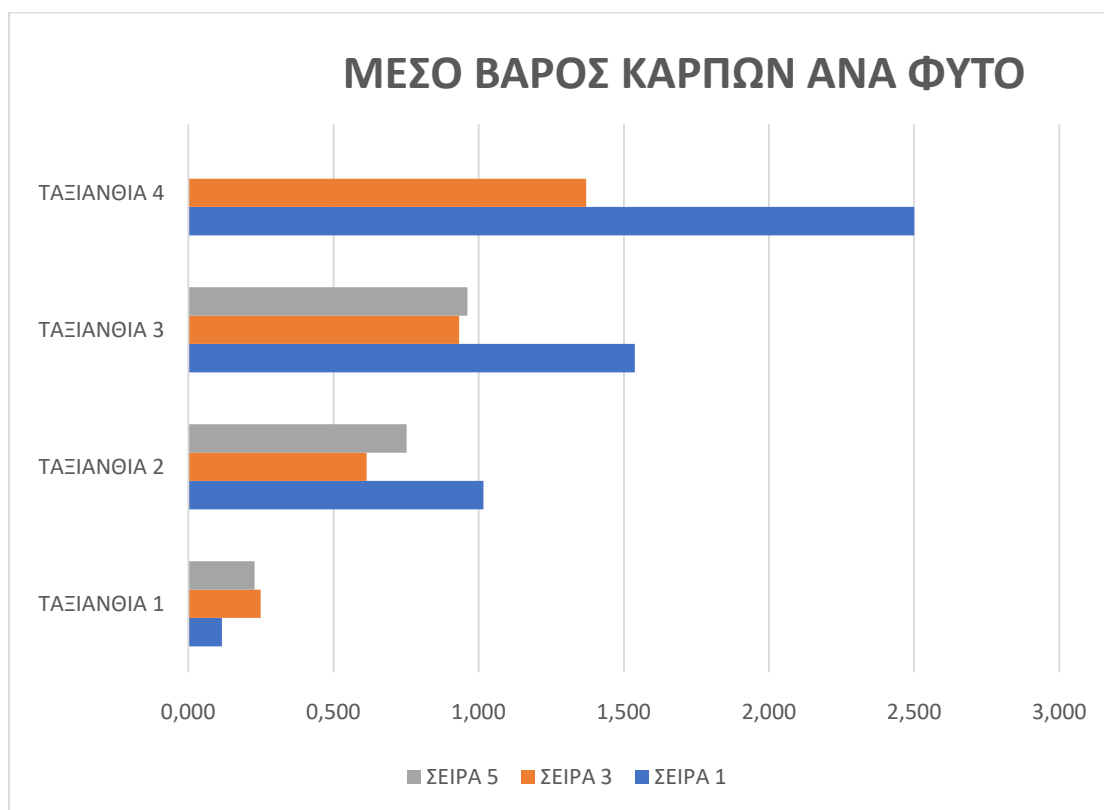
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ ΣΤΗΝ 2^η ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ

1η σειρά	Φυτά	3η σειρά	Φυτά	5η σειρά	Φυτά
	1,222		0,954		0,937
5	0,711	5	1,185	5	0,322
	0,779		0,573		2,612
5	1,266	5	0,000	5	0,640
	0,626		0,000		0,000
5	1,492	5	0,974	5	0,000
ΣΥΝΟΛΟ	6,095		3,685		4,510
Μ.Ο	1,016		0,614		0,752

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΙΩΝ ΣΤΗΝ 3^η ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ

1η σειρά	Φυτά	3η σειρά	Φυτά	5η σειρά	Φυτά
	0,000		0,000		0,435
5	0,000	5	0,000	5	0,000
	0,000		1,495		0,648
5	0,000	5	0,000	5	0,286
	0,694		0,000		0,000
5	0,000	5	0,000	5	0,000
ΣΥΝΟΛΟ	0,694		1,495		1,370
Μ.Ο	0,116		0,249		0,228

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. ΒΑΡΟΣ ΚΑΡΠΩΝ ΣΤΗΝ 4^η ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ντομάτα (*Solanum lycopersicum*) καταναλώνεται με ποικίλους τρόπους, ωμή ή μαγειρεμένα, σε πολλά πιάτα, σάλτσες, σαλάτες και ποτά. Ενώ οι ντομάτες είναι φρούτα - βοτανικά ταξινομούνται ως μούρα - χρησιμοποιούνται συνήθως ως λαχανικό.

Οι ντομάτες από γηγενείς ποικιλίες γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς, ιδιαίτερα μεταξύ των εγχώριων και των βιολογικών παραγωγών, καθώς τείνουν να παράγουν πιο ενδιαφέρουσες και γευστικές καλλιέργειες με το κόστος της ανθεκτικότητας στις ασθένειες και της παραγωγικότητας .

Πολλές ποικιλίες του φυτού τομάτας αναπτύσσονται ευρέως σε εύκρατα κλίματα σε όλο τον κόσμο, με θερμοκήπια που επιτρέπουν την παραγωγή τομάτας σε όλες τις εποχές του έτους. Τα φυτά τομάτας συνήθως αναπτύσσονται σε ύψος 1-3 μέτρα. Το μέγεθος της ντομάτας ποικίλλει ανάλογα με την ποικιλία, με εύρος πλάτους 1,3-10,2 cm.

Η αυξημένη ζήτηση για τοπικά καλλιεργούμενα τρόφιμα αναγκάζει τους παραγωγούς θερμοκηπίων να επεκτείνουν την παραγωγή υδροπονικώς καλλιεργημένων λαχανικών. Οι παραγωγοί ντομάτας θερμοκηπίου συχνά χειρίζονται παραμέτρους παραγωγής, ωστόσο υπάρχει έλλειψη δεδομένων που χαρακτηρίζουν την επίδραση παραμέτρων όπως το υδροπονικό σύστημα παραγωγής, την ποικιλία, το καθημερινό αναπόσπαστο φως, τη συγκέντρωση θρεπτικού διαλύματος και την πυκνότητα των φυτών στην ανάπτυξη και ανάπτυξη υδροπονικώς παραγόμενου βασιλικού .

Στη δεκαετία του 1990 σημειώθηκε ραγδαία ανάπτυξη στον τομέα της υδροπονικής παραγωγής και της έρευνας και ανάπτυξης για την υποστήριξη της. Οι καινοτομίες περιλάμβαναν το σύστημα περλίτη, η τρισδιάστατη παραγωγή φράουλας για την καλύτερη αξιοποίηση του χώρου του θερμοκηπίου, η υβριδίαση των συστημάτων πετροβάμβακα και οι ερευνητικές προσπάθειες για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της βιομηχανίας, συμπεριλαμβανομένης της χημικής ελαχιστοποίησης και της χρήσης ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών.

Στόχος λοιπόν την παρούσας εργασίας ήταν να ποσοτικοποιήσουμε την παραγωγικότητα των καλλιεργειών ντομάτας ποικιλίας Κοντής Κυθήρων οι οποίες καλλιεργούνται σε υδροπονικά συστήματα που πραγματοποιήθηκαν σε ειδικό

υδροπονικό σάκο μείγματος περλίτη και τύρφης. Αυτή η εργασία περιγράφει την έρευνα που διεξήχθη για την εκπλήρωση αυτών των στόχων, τη συλλογιστική πίσω από αυτή την έρευνα και τη συζήτηση των επιπτώσεων.

Μετά το τέλος του πειράματος και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από αυτό, παρατηρούμε ότι σχετικά με το βάρος των καρπών , η ποικιλία τομάτας Κοντής Κυθήρων έχει καλή απόδοση σχετικά με το βάρος ανά καρπό όπως και προέκυψε από τον μέσο όρο όλων των ταξιανθιών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abdullah, N. O. (2016). Vertical-Horizontal Regulated Soilless Farming via Advanced Hydroponics for Domestic Food Production in Doha, Qatar. *Research Ideas and Outcomes*, 2, e8134.

Adams, P. (1993, April). Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. In *International Symposium on New Cultivation Systems in Greenhouse* 361 (pp. 245-257).

Atherton, J., & Rudich, J. (Eds.). (2012). *The tomato crop: a scientific basis for improvement*. Springer Science & Business Media.

Brunherotto, R. O. G. É. R. I. O., & Vendramim, J. D. (2001). Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. *Neotropical entomology*, 30(3), 455-459.

Carruthers, S. (2002). Hydroponics as an agricultural production system. *Pract. Hydrop. Greenh*, 63, 55-65.

Carruthers, S. (2011). A Time for Reflection. *Practical Hydroponics and Greenhouses*, (120), 14.

Cocaliadis, M. F., Fernández-Muñoz, R., Pons, C., Orzaez, D., & Granell, A. (2014). Increasing tomato fruit quality by enhancing fruit chloroplast function. A double-edged sword?. *Journal of experimental botany*, 65(16), 4589-4598.

de Moraes, M. H., Desai, P., Porwollik, S., Canals, R., Perez, D. R., Chu, W., ... & Teplitski, M. (2017). Salmonella persistence in tomatoes requires a distinct set of metabolic functions identified by transposon insertion sequencing. *Applied and environmental microbiology*, 83(5), e03028-16.

Douglas, J. S. (1985). *Advanced guide to hydroponics* (No. new edition). Pelham Books.

European Food Safety Authority (2011). "Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to lycopene and protection of DNA, proteins and lipids from oxidative damage (ID 1608, 1609, 1611, 1662, 1663, 1664, 1899, 1942, 2081, 2082, 2142, 2374), protection of the skin from UV-induced (including photo-oxidative) damage (ID 1259, 1607, 1665, 2143, 2262, 2373), contribution to normal cardiac function (ID 1610, 2372), and maintenance of normal vision (ID 1827) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006". *EFSA Journal*. 9 (4): 2031. doi:10.2903/j.efsa.2011.2031.

Farran, I., & Mingo-Castel, A. M. (2006). Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. *American Journal of Potato Research*, 83(1), 47-53.

Fascella, G., & Zizzo, G. V. (2004, November). Effect of growing media on yield and quality of soilless cultivated rose. In *International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics 697* (pp. 133-138).

Global export value for tomatoes in 2013". *FAO STAT*. UN Food and Agriculture Organization, 2013

Gomez, A. H., Wang, J., Hu, G., & Pereira, A. G. (2008). Monitoring storage shelf life of tomato using electronic nose technique. *Journal of Food Engineering*, 85(4), 625-631.

Goto, E., Kurata, K., Hayashi, M., & Sase, S. (Eds.). (2013). *Plant Production in Closed Ecosystems: The International Symposium on Plant Production in Closed Ecosystems held in Narita, Japan, August 26–29, 1996*. Springer Science & Business Media.

Hanger, B (1993) Hydroponics: The World, Australian, and South Pacific Islands Scene. In: Commercial Hydroponics in Australasia, A Guide for Growers Pro-Set Pty Ltd, Hobart.

Hassall & Associates (1999) The New Rural Industries – Financial Indicators. Ed: KW Hyde. Publication no. 99/38 Rural Industries Research and Development Corporation, Barton ACT.

Hernández, L. E., Garate, A., & Carpena-Ruiz, R. (1995). Effect of cadmium on nitrogen fixing pea plants grown in perlite and vermiculite. *Journal of plant nutrition*, 18(2), 287-303.

Hochmuth, G. J., & Hochmuth, R. C. (2001). Nutrient solution formulation for hydroponic (perlite, rockwool, NFT) tomatoes in Florida. HS796 Univ Fla Coop Ext Serv, Gainesville.

Jensen MH (1999) Hydroponics Worldwide In: Proceedings International Symposium on Growing Media and Hydroponics, Ontario, Canada 19-26 May 1997, Ed. AP Papadopoulos. *Acta Hort.* 481: 719-729.

Johnson, H. (1977). *Hydroponics: a guide to soilless culture systems*. Division of Agricultural Sciences, University of California.

Jones Jr, J. B. (2016). *Hydroponics: a practical guide for the soilless grower*. CRC press.

Mason, John. (1996) *Commercial Hydroponics*, Kangaroo Press, Kenthurst.

Narváez-Vásquez, J., & Orozco-Cárdenas, M. L. (2008). Systemins and AtPeps: Defense-related peptide signals. In *Induced plant resistance to herbivory* (pp. 313-328). Springer, Dordrecht.

Netherlands Department for Food, Environment and Rural Affairs , 2001

Newell, K. M., Wesley, K. M., Westlake, P. V., & Granger, T. E. (2013). Aquaponics in Puerto Rico: Assessing Opportunity in the Growing Industry.

Nix v. Hedden, 149 U.S.(1893)

Okemwa, E. (2015). Challenges and opportunities to sustainability in aquaponic and hydroponics systems. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 2, 54-76.

Peralta, I. E., & Spooner, D. M. (2001). Granule-bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum L. section Lycopersicon [Mill.] Wettst. subsection Lycopersicon*). *American Journal of botany*, 88(10), 1888-1902.

Roberto, K. (2003). *How-To Hydroponics*. Futuregarden, Inc..

Seymour, G (1993) *Review of Commercial Hydroponic Crop Production Systems In: Commercial Hydroponics in Australasia, A Guide for Growers*, Pro-Set Pty Ltd, Hobart.

Sheikh, B. A. (2006). Hydroponics: key to sustain agriculture in water stressed and urban environment. *Pak. J. Agric., Agril. Eng., Vet. Sci*, 22, 53-57.

Takamatsu, N., Ohno, T., Meshi, T., & Okada, Y. (1983). Molecular cloning and nucleotide sequence of the 30K and the coat protein cistron of TMV (tomato strain) genome. *Nucleic acids research*, 11(11), 3767-3778.

Thompson, H. C., Langhans, R. W., Both, A. J., & Albright, L. D. (1998). Shoot and root temperature effects on lettuce growth in a floating hydroponic system. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123(3), 361-364.

Trip, T. (2014). Hydroponics advantages and disadvantages: pros and cons of having a hydroponic garden.

van Os, E and Benoit, F (1999) *Horticulture and Hydroponics In: Proceedings International Symposium on Growing Media and Hydroponics*, Ontario, Canada 19-26 May 1997, Ed. AP Papadopoulos. *Acta Hort.* 481: 765-767.

Venter, G. (2010). Successful hydroponics: 21st century technology for commercial and home applications: a comprehensive practical guide to scientifically based hydroponic crop production. Xlibris Corporation.

Weathers, P. J., & Zobel, R. W. (1992). Aeroponics for the culture of organisms, tissues and cells. *Biotechnology advances*, 10(1), 93-115.