

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΦΥΤΩΝ



**ΒΑΡΦΗΣ ΘΕΟΦΑΝΗΣ
ΚΑΡΑΜΑΡΟΥΔΗΣ ΜΙΧΑΗΛ**

Επιβλέπον Καθηγητής: ΣΑΛΑΧΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αεροπονία είναι σήμερα το νεότερο, πιο μοντέρνο και τεχνολογικά εξελιγμένο σύστημα καλλιέργειας για την μελλοντική παραγωγή κυρίως φυλλωδών λαχανικών και ανθοκομικών φυτών. Στα Θερμοκήπια του ΤΕΙ Μεσολογγίου λειτουργησε από το 2011 η πρώτη επισκέψιμη πειραματική Αεροπονική Φάρμα στην Ελλάδα και την Ευρώπη, η οποία σήμερα έχει μεταφερθεί στις εγκαταστάσεις του Τμ. Τεχνολόγων Γεωπόνων στην Αμαλιάδα. Η λειτουργία της στηρίχθηκε σε ένα πρωτοποριακό αεροπονικό σύστημα, επινόηση και προϊόν της εφευρετικής δραστηριότητας του κ. Σαλάχα. Είναι προσαρμοσμένο στις Ελληνικές βιοκλιματικές συνθήκες, και είναι υπό κατοχύρωση ως πατέντα στην Ελλάδα και διεθνώς. Οι πρώτες δοκιμές στην καλλιέργεια λαχανικών (μαρουλιού, μαϊντανού, κρεμμυδιού, μάραθου κ.λ.π. χωρίς φυτοφάρμακα), ήταν επιτυχημένες. Επιπλέον δοκιμάσθηκαν καλλιέργειας φράουλας, τομάτας, καθώς και παραγωγής άνοσου αεροπονικού πατατόσπορου, όπως και σε πολλές άλλες χώρες. Τελευταία καλλιεργήθηκε και το κρητικό σταμναγκάθι.

Στην εργασία αυτή θα επικεντρωθούμε στην ανασκόπηση-περιγραφή σε παγκόσμιο επίπεδο των πιο σημαντικών εμπορικών αεροπονικών συστημάτων. Επιπλέον θα περιγράψουμε την Πειραματική Αεροπονική Φάρμα του ΤΕΙ που λειτουργησε στο Μεσολόγγι.

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Γιώργο Σαλάχα για την βοήθειά του κατά τη διάρκεια της πτυχιακής αυτής και για τις καινοτόμες ιδέες του, που μας οδηγούν σε νέα μονοπάτια γνώσης. Ήταν μια σημαντική εμπειρία η ενασχόληση μας με την πρωτοποριακή αυτή μέθοδο καλλιέργειας φυτών, τόσο βιβλιογραφικά όσο και να γνωρίσουμε τον τρόπο λειτουργίας και να εκπαιδευτούμε στην Αεροπονική Φάρμα του ΤΕΙ Μεσολογγίου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
<i>Αεροπονία.....</i>	<i>5</i>
1.1. <i>Ιστορική αναδρομή.....</i>	<i>5</i>
1.2. <i>Βασικές αρχές της Αεροπονίας</i>	<i>7</i>
1.3. <i>Καλλιέργεια ολόκληρων φυτών με την αεροπονία</i>	<i>8</i>
1.4. <i>Πλεονεκτήματα της μεθόδου</i>	<i>8</i>
1.5. <i>Μειονεκτήματα της μεθόδου:</i>	<i>10</i>
1.6. <i>Εμπορικές εφαρμογές</i>	<i>11</i>
2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΦΥΤΩΝ....	13
2.1. <i>Αεροπονικά συστήματα χαμηλής πίεσης (Low pressure units)</i>	<i>13</i>
2.2. <i>Αεροπονικά συστήματα υψηλής πίεσης (High pressure devises)</i>	<i>14</i>
2.3. <i>Αεροπονικά συστήματα ψεκασμού ομίχλης με υπερήχονς (supersonic fog devises)</i>	<i>15</i>
2.4. <i>Αεροπονική βιολογική καλλιέργεια</i>	<i>15</i>
2.5. <i>Αεροπονία στο σπίτι.....</i>	<i>16</i>
3. ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΦΥΤΩΝ(commercial systems).....	17
3.1. <i>Υδροαεροπονία ατμού (Hydro Aeroponics Fogger System)</i>	<i>17</i>
3.2. <i>Αεροπονικοί κήποι(Aero Gardens).....</i>	<i>18</i>
3.3. <i>X-stream Aeroponic Propagators.....</i>	<i>19</i>

3.4. Garden Tower.....	20
3.5. Κατακόρυφες αεροπονικές φάρμες (Vertical aeroponic growing farms)	21
3.6. Αεροπονικές φάρμες για “baby vegetables”	22
3.7. Αεροπονικές φάρμες σε κτίρια (Urban Aerofabs)	22
3.8. Συστήματα αεροπονικής καλλιέργειας πατατόσπορου (minitubers).....	23
4. ΠΡΟΤΥΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗ ΦΑΡΜΑ ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	25
4.1. Κέντρο ελέγχου και παροχής θρεπτικών διαλυμάτων.	25
4.1.2. Δοχεία λιπασμάτων	26
4.1.3. Κεφαλή παρασκευής θρεπτικού διαλύματος.....	28
4.1.4. Λεξαμενές αποθήκευσης θρεπτικού διαλύματος.....	28
4.2. Θερμοκηπιακή μονάδα (συστήματα καλλιέργειας)	29
4.2.1. Πλαίσια καλλιέργειας	30
5. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΟΠΟΝΙΑΣ ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ.....	32
5.1. Διαδικασία παρασκευής θρεπτικού διαλύματος.....	32
5.2. Καλλιέργειες φυτών στην αεροπονία.....	33
6. ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ ΣΤΟΝ ΑΡΗ (Popeye on Mars).....	36
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	40
Πηγές από διαδίκτυο.	42

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αεροπονία

Είναι το πρωτοποριακό σύστημα καλλιέργειας στο οποίο τα φυτά αναπτύσσονται σε ελεγχόμενο περιβάλλον απουσία οποιουδήποτε υποστρώματος. Οι ρίζες κρέμονται κυριολεκτικά στον αέρα μέσα σε κλειστά δοχεία ή κανάλια καλλιέργειας και ψεκάζονται με το ανακυκλώμενο θρεπτικό διάλυμα.

Ο όρος αεροπονία έχει προέλθει από την ελληνική γλώσσα, δηλαδή από τη λέξη αέρας και τη λέξη πόνος που σημαίνει κόπος. Αντίθετα με την υδροπονία στην οποία χρησιμοποιείται υπόστρωμα ως υποκατάστατο του εδάφους, στην αεροπονία η καλλιέργεια γίνεται απουσία εδάφους ή άλλου υποστρώματος. Πάντως επειδή γίνεται χρήση ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος, από ορισμένους θεωρείται και ως ένα άλλο είδος υδροπονίας. Τα φυτά αναπτύσσονται ταχύτατα σε σχέση με όλες τις άλλες μεθόδους καλλιέργειας, έχοντας μακράν τις μικρότερες απαιτήσεις σε νερό, θρεπτικά στοιχεία και ενέργεια. Αεροπονία είναι η καλλιέργεια ολόκληρων φυτών ή ιστών όταν οι ρίζες τους ή ολόκληρος ο ιστός τρέφεται με ομίχλη αέρα – νερού. Η κυρίαρχη μέθοδος στην αεροπονική καλλιέργεια, που περιγράφεται στη βιβλιογραφία, περιλαμβάνει τον περιοδικό ψεκασμό των ριζών ή των ιστών με το ανακυκλώμενο θρεπτικό διάλυμα.

1.1. Ιστορική αναδρομή

Η ανάπτυξη της αεροπονίας θεωρήθηκε ως ένα πολύτιμο εργαλείο έρευνας. Οι ερευνητές ιδιαίτερα μέσω της αεροπονίας βρήκαν έναν ιδανικό τρόπο για να μελετήσουν πειραματικά το ριζικό σύστημα των φυτών. Επίσης αυτή η νέα τεχνολογία έδωσε ένα ευρύτερο φάσμα παραμέτρων για περεταίρω πειραματική χρήση.

Η αεροπονία λοιπόν, χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της μορφολογίας της ρίζας. Η έλλειψη ξένων σωμάτων ή αδρανών υλικών προσφέρει στους ερευνητές εύκολη πρόσβαση στο σύνολο του ριζικού συστήματος, καθώς μένει άθικτη η δομή της ρίζας, χωρίς τη βλάβη που μπορεί να προκληθεί από την απομάκρυνση της όταν αυτή έχει αναπτυχθεί μέσα στο έδαφος ή μέσα σε οποιοδήποτε υπόστρωμα. Επιπλέον έχει παρατηρηθεί ότι η αεροπονία παράγει πιο πλούσιο ριζικό σύστημα σε σχέση με την υδροπονία.

Εξερευνητές και επιστήμονες, είχαν συχνά παρατηρήσει φυτά τα οποία φύτρωναν στα τροπικά δάση των βροχών, πάνω σε βράχους ή δένδρα, ή κοντά σε καταρράκτες, με τις περισσότερες ρίζες του να αιωρούνται στον αέρα και στην ομίχλη.

Ήταν μια λογική συνέπεια για τους ερευνητές να ξεκινήσουν να χρησιμοποιούν θρεπτικά σπρέι σε αεροστεγή δοχεία, που να επιτρέπουν την πρόσβαση σε ανενόχλητες ή ανεκβίαστες ρίζες. Πρώιμες εφαρμογές της αεροπονίας από πρωτοπόρους επιστήμονες (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι μερικοί κλασικοί δεν δοκίμασαν αυτή την τεχνική στην δουλειά τους) έγιναν από 1942 όταν ο Carter χρησιμοποίησε σπρέι με θρεπτικά συστατικά για να καλλιεργήσει ρίζες ανανά. Επίσης και ο Klotz χρησιμοποίησε κάτι ανάλογο το 1944, ώστε να εξασφαλίσει ένα θρεπτικό σπρέι για ρίζες κίτρου.

Αυτή η πρώιμη δουλειά ακολουθήθηκε το 1953, από τους Vyvyan και Travell οι οποίοι καλλιέργησαν φυτά μηλιάς στο ύπαιθρο με τις ρίζες τους να βρίσκονται μέσα σε κουτιά, όπου και τροφοδοτούνταν με σπρέι. Το 1957 ο Went περιέγραψε ένα ερευνητικό κουτί ομίχλης στο οποίο χρησιμοποιούσε μπέκ για να ραντίζει με θρεπτικά συστατικά ρίζες ντομάτας. Το 1963, ο Muras διερεύνησε τις απαιτήσεις των φυτών, κατά την καλλιέργειά τους με τη μέθοδο της αεροπονίας. Η έρευνα του κατευθύνθηκε προς ένα τρόπο καλλιέργειας, υπό ιδανικές συνθήκες. Το 1986, ο Soffer περιέγραψε μια συσκευή (το Ein-Gedi-System) το οποίο διοχέτευε ένα θρεπτικό σπρέι μέσο ενός δίσκου, που στριφογύριζε στο υψηλότερο τμήμα του ριζικού συστήματος, ενώ το χαμηλότερο τμήμα του ριζικού συστήματος ήταν βυθισμένο μέσα στα θρεπτικά συστατικά. Οι Wheathers και Giles το 1988, περιέγραψαν την αναγέννηση των φυτών, από καλλιέργεια ιστών, χρησιμοποιώντας έναν θρεπτικό αντιδραστήρα ομίχλης.

Η σύγχρονη ανάπτυξη της αεροπονίας άρχισε την δεκαετία του '60 και του'70 στο Ames Research Center της NASA, καθώς και από το κέντρο Bio Serve Space Technologies του πανεπιστημίου του Colorado για την παραγωγή φυτικών τροφίμων σε χαμηλή πίεση για τις μελλοντικές αποστολές και αποικίες του διαστήματος. Η NASA συνεργάστηκε με αρκετά εργαστήρια μελετώντας την επίδραση της βαρύτητας στην ανάπτυξη των φυτών αεροπονικά. Το 1996 σε συνεργασία με τον R. Stoner ανέπτυξε σύστημα αεροπονικής καλλιέργειας των φυτών χωρίς την ανάγκη φυτοφαρμάκων για τον έλεγχο των παθογόνων, το ODC (organic disease control), και ακολούθως το ελαστικό χαμηλής μάζας αεροπονικό σύστημα AIS, με στόχο να χρησιμοποιηθεί στις μελλοντικές αποικίες στον Άρη.

Υπολογίσθηκε ότι το πλήρωμα θα χρειάζεται να δαπανά το 60% του χρόνου του καλλιεργώντας αεροπονικά για την κάλυψη των διατροφικών του αναγκών.

Ο Richard Stoner θεωρείται ο πατέρας της εμπορικής αεροπονίας. Από το 1983 εισήγαγε εμπορικά αεροπονικά συστήματα στην Αμερική και σήμερα η τεχνολογία του στην αεροπονία χρησιμοποιείται για ερευνητικούς σκοπούς (σε πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα και στην NASA) και έχει αρχίσει επίσης να εφαρμόζεται από επαγγελματίες παραγωγούς κυρίως στις ΗΠΑ και στην νοτιοανατολική Ασία.

1.2. Βασικές αρχές της Αεροπονίας

Η αεροπονία είναι μια παραλλαγή της υδροπονίας σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς τη χρήση υποστρώματος. Η βασική αρχή στην αεροπονική μέθοδο καλλιέργειας, είναι να καλλιεργούνται φυτά σε κλειστό σύστημα όπου το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο αναπτυσσόμενο μέσα σε κενά κιβώτια ή φυτοδοχεία ριζικό σύστημα, έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία. Κατά τον τρόπο αυτό η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορρόφα από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της, τις απαιτούμενες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Η σύγχρονη αεροπονία επιτρέπει υψηλή πυκνότητα φύτευσης διαφόρων φυτών και άλλων κηπευτικών χωρίς τη χρήση των φυτοφαρμάκων. Τα αεροπονικά συστήματα καλλιεργειών βελτιώνουν την βλάστηση των σπόρων καθώς και την ταχύτερη ανάπτυξη χωρίς περιορισμούς σε σχέση με την υδροπονία και άλλες μεθόδους καλλιέργειας που χρησιμοποιούνταν επί δεκαετίες.

Θεωρητικά ύπαρξη ανοιχτών αεροπονικών συστημάτων είναι δυνατή. Στην περίπτωση αυτή όμως είναι αναπόφευκτη η σπατάλη νερού και λιπασμάτων. Γι' αυτό το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών, συλλέγεται και ανακυκλώνεται. Η συλλογή του απορρέοντος διαλύματος γίνεται με την βοήθεια υδρορροών, οι όποιες το οδηγούν σε μια κεντρική δεξαμενή συγκέντρωσης. Από εκεί μπορεί είτε να επαναπροωθείται και να ψεκάζεται απευθείας στα φυτά, είτε να αποστέλλεται με την βοήθεια μιας αντλίας στην κεντρική μονάδα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος, οπού αφού συμπληρωθεί και ανανεωθεί ανακυκλώνεται.

1.3. Καλλιέργεια ολόκληρων φυτών με την αεροπονία

Η ανάπτυξη φυτών σε καλλιεργητικά συστήματα χωρίς χώμα είναι ένας αναγνωρισμένος στόχος και για την ερεύνα και για εμπορικές εφαρμογές εδώ και πολλά χρονιά. Έχει προταθεί ότι η αεροπονία είναι η ιδανική τεχνική για την ανάπτυξη άθικτων φυτών ή έμμεσων ριζών και καλλιέργεια ιστών. Ο Zobel αναφέρει ότι η καλλιέργεια με βάση την αεροπονία επιτρέπει τον έλεγχο της θερμοκρασίας στη ζώνη της ρίζας, την τροφή, την υγρασία και την φάση αερίων. Τα δύο πρώτα είναι εφικτά με την υδροπονία και τα τέσσερα μαζί μπορούν να ειπωθούν ως αερο-υδροπονία, ωστόσο επιδέξιοι χειρισμοί σε όλη την έκταση των φυσικά παρατηρούμενων επιπέδων είναι αδύνατοι, παρά μόνο με την αεροπονία.

Το 1986 ο Stoner ήταν ο πρώτος άνθρωπος που διέθεσε στην αγορά φρέσκα τρόφιμα, που είχαν αναπτυχθεί σε αεροπονικές φάρμες. Ο Stoner θεωρείται ο πατέρας των εμπορικών αεροπονικών συστημάτων. Σήμερα τα αεροπονικά συστήματα του είναι διαδεδομένα σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες σε όλο τον κόσμο. Τα αεροπονικά σχέδιά του, η τεχνογνωσία και ο εξοπλισμός που απαιτείται χρησιμοποιούνται ευρέως σε κορυφαία πανεπιστήμια σε όλο τον κόσμο αλλά και από απλούς καλλιεργητές.

1.4. Πλεονεκτήματα της μεθόδου

Η αεροπονία θεωρείται και είναι μια ασφαλής και φίλική με το περιβάλλον καλλιέργεια, με την οποία παράγονται φυσικά και υγιή φυτά. Η καλλιέργεια των φυτών μπορεί να επαναλαμβάνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους χωρίς διακοπή. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η μειωμένη κατανάλωση νερού σε σχέση με τις υπόλοιπες καλλιέργειες, λόγω του ότι γίνεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος. Στις εμπορικές καλλιέργειες αεροπονίας παρατηρείται το φαινόμενο του να καταναλώνεται το 1/10 του νερού που χρησιμοποιείται στις υπόλοιπες καλλιέργειες ενώ μερικές φορές φτάνει και έως το 1/20.

Επιτρέπεται καλύτερος έλεγχος του περιβάλλοντος (από πλευράς ασθενειών) των φυτών σε σχέση με άλλα συστήματα καλλιεργειών και αυτό διότι οι ρίζες των φυτών δεν περιβάλλονται από διάφορα είδη υποστρώματος. Επίσης μία ποικιλία διαφορετικών θρεπτικών διαλυμάτων μπορεί να χορηγηθεί στις ρίζες των φυτών χωρίς να απαιτείται προηγουμένως να απολυμανθεί το σύστημα από την χρήση άλλων διαλυμάτων.

Γενικά, παρατηρείται πως στις αεροπονικές καλλιέργειες επιτρέπεται ένα μεγαλύτερο εύρος συνθηκών ανάπτυξης σε σχέση με άλλα συστήματα μεταφοράς των θρεπτικών διαλυμάτων. Τέλος με τα συγκεκριμένα συστήματα που χρησιμοποιούνται μπορούν και προσαρμόζονται οι απαιτήσεις σε θρεπτικό διάλυμα ανάλογα με τα φυτά που καλλιεργούνται.

Στις αεροπονικές καλλιέργειες περιορίζεται στο ελάχιστο η περίπτωση να μεταδοθούν ασθένειες μεταξύ των φυτών σε αντίθεση με τις συμβατικές και άλλες καλλιέργειες, όπου τα φυτά νοσούν πιο εύκολα. Στα περισσότερα θερμοκήπια το έδαφος τους θέλει απολύμανση μετά το πέρας των καλλιεργειών, ενώ άλλες φορές ακόμα και αλλαγή του χώματος.

Ένα χαρακτηριστικό πλεονέκτημα της αεροπονίας είναι πως αν ένα φυτό νοσήσει, μπορεί αμέσως να απομακρυνθεί χωρίς να εξαπλωθεί η ασθένεια και σε διπλανά φυτά. Ακόμη, γίνεται καλύτερος έλεγχος των ασθενειών με σύγχρονες μεθόδους αποστείρωσης χωρίς φυτοφάρμακα. Εξαιτίας του ότι στις αεροπονικές καλλιέργειες υπάρχει περιορισμός στις μεταδόσεις των ασθενειών, μπορούν να αναπτύσσονται πολλά περισσότερα φυτά σε καθεστώς πυκνής σποράς σε αντίθεση με άλλες υδροπονικές καλλιέργειες. Επίσης στην αεροπονία τα επιβλαβή αποτελέσματα της ύπαρξης μολυσμένων φυτών από παθογόνα ελαχιστοποιούνται. Επιπλέον στην αεροπονία λόγω του ότι υπάρχουν ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος ευνοείται η παραγωγή σπόρων απαλλαγμένων από ασθένειες.

Τέλος, ο σχεδιασμός ενός αεροπονικού συστήματος επιτρέπει και διευκολύνει τις εργασίες που απαιτούνται κατά την διάρκεια της καλλιέργειας. Αυτό προκύπτει από το διαχωρισμό των φυτών μεταξύ τους και από το γεγονός ότι τα φυτά αιωρούνται στον αέρα ενώ οι ρίζες δεν είναι εγκλωβισμένα σε οποιοδήποτε είδος υποστρώματος. Κατά συνέπεια, η συγκομιδή των μεμονωμένων φυτών είναι πολύ απλή και εύκολη διαδικασία. Ακολούθως και η απομάκρυνση των φυτών που νοσούν ή φτάνουν στο τέλος της καλλιεργητικής ζωής τους δεν αποτελεί κάτι δύσκολο για να γίνει.

Συνοπτικά τα πλεονεκτήματα είναι τα παρακάτω:

- Το ποσοστό κάλυψης των αναγκών της ρίζας σε O₂ είναι : στην αεροπονία 99% , στην υδροπονία 80% και στο έδαφος 30%. Τα φυτά απορροφούν τη μέγιστη δυνατή ποσότητα οξυγόνου για δύο λόγους: Αφενός διότι οι ρίζες αναπτύσσονται στον αέρα και όχι μέσα

στο έδαφος ή σε κάποιο υπόστρωμα (όπου ο αερισμός περιορίζεται σημαντικά) και αφετέρου διότι αυξάνει σημαντικά η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στα μικροσταγονίδια του θρεπτικού διαλύματος που εκτοξεύονται στη ριζόσφαιρα και απορριφώνται από τα ριζικά τριχίδια.

- Ο συνδυασμός εντατικής παροχής θρεπτικών και οξυγόνωσης του ριζικού συστήματος, επιτρέπει στα φυτά, πλησιάζοντας τις γενετικές τους δυνατότητες, να μεγιστοποιούν την ταχύτητα ανάπτυξής τους με αποτέλεσμα την κατά 30% ταχύτερη ανάπτυξη σε σχέση με την υδροπονία και 100% σε σχέση με την καλλιέργεια στο έδαφος.
 - Η μέγιστη δυνατή οικονομία σε νερό και θρεπτικά και το μέγεθος των ψεκαζόμενων υδροσταγονιδίων πού επιτρέπει στα φυτά να βελτιστοποιούν την απορόφησή των θρεπτικών οσμωτικά. Σύμφωνα με πειράματα της NASA στην αεροπονία καταναλώνεται 65 % λιγότερο νερό και το 25% των θρεπτικών στοιχείων που χρειάζεται μια αντίστοιχη υδροπονική καλλιέργεια.
 - Ο ευκολότερος έλεγχος των ασθενειών του ριζικού συστήματος στο κλειστό σύστημα καλλιέργειας και η αποφυγή χρήσης φυτοφαρμάκων, λόγω της δυνατότητας αποστείρωσης του θρεπτικού διαλύματος (περιβάλλον απαλλαγμένο από μικρόβια και φορείς ασθενειών).
 - Η δυνατότητα συνεχούς καλλιέργειας και παραγωγής χωρίς υποστρώματα καθ όλη τη διάρκεια του έτους χωρίς διακοπή, σε συνδυασμό με την μέγιστη αυτοματοποίηση, την ελαχιστοποίηση των εργατικών και της απαιτούμενης ενέργειας, ελαχιστοποιεί το κόστος παραγωγής.
- Το περιβάλλον εργασίας είναι απολύτως υγιεινό και ασφαλές για την υγεία του προσωπικού.
- Παράγει υγιεινά προϊόντα, απαλλαγμένα από χώματα και ξένες ύλες. Έχει μηδενικά υπολείμματα και θεωρείται οικολογικά ασφαλής μέθοδος, φιλική προς το περιβάλλον.

1.5. Μειονεκτήματα της μεθόδου:

- Το υψηλότερο σχετικά αρχικό κόστος εγκατάστασης σε σχέση με την υδροπονία.
- Η μεγαλύτερη ευαισθησία του συστήματος σε πιθανές βλάβες (π.χ. διακοπές ρεύματος).
- Η πιθανή έλλειψη εκπαίδευσης των αγροτών στις νέες τεχνολογίες.

1.6. Εμπορικές εφαρμογές

Μέσω των εταιρειών *Genesis aerponics* και *Aerponics international* ο R.Stoner ξεκίνησε από την δεκαετία του 80 την εμπορική παραγωγή και εκμετάλλευση μικρών εμπορικών αεροπονικών συστημάτων. Το *Genesis Aeroponic Machine* και το δεύτερης γενιάς *Genesis Aeroponic Growing System*, ήταν τα πρώτα συστήματα για την παραγωγή φυτών και για τη ριζοβολία μοσχευμάτων.

Το 2000 έλαβε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για το ODC (Organic Disease Control system), ένα κλειστό βιοελεγχόμενο σύστημα αεροπονίας, και μια θρεπτική φόρμουλα το «*beyond*» για την διατροφή των φυτών και τον έλεγχο των ασθενειών. Τα συστήματα αυτά πωλούνται σε όλο τον κόσμο, για έρευνα και παραγωγή.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται εκτεταμένο ενδιαφέρον για την κατασκευή και την διάθεση στην αγορά μικρών αεροπονικών συστημάτων (από πολλές κυρίως αμερικανικές εταιρείες) κατάλληλων για παραγωγή λαχανικών, αρωματικών και καλλωπιστικών φυτών, ριζοβολία μοσχευμάτων, τα οποία μπορούν να εγκατασταθούν ακόμη και στις αυλές και στις κουζίνες των διαμερισμάτων των πολυκατοικιών. Τα συστήματα αυτά πωλούνται και μέσω Διαδικτύου, δημιουργώντας κυριολεκτικά μια νέα οικολογική μόδα στα νοικοκυριά.

Τα τελευταία χρόνια επίσης αναπτύχθηκαν επιχειρηματικά αεροπονικές φάρμες καλλιέργειας λαχανικών (πρόσφατα και αεροπονικές βιοφάρμες) στις ΗΠΑ. Ιδιαίτερα εντυπωσιακές είναι οι κάθετες αεροπονικές φάρμες (Vertical Aeroponic Tower Farms), με κάθετα συστήματα-κανάλια καλλιέργειας, με πολλαπλάσια παραγωγικότητα από τα κοινά θερμοκήπια. Κάθετοι αεροπονικοί κήποι λειτουργούν σε ταράτσες της Νέας Υόρκης, τροφοδοτώντας εστιατόρια με κάθε είδους λαχανικά και αρωματικά φυτά. Πάνω από μία εικοσαετία λειτουργεί στην Florida των ΗΠΑ, δείχνοντας το μέλλον, μια εκπληκτική επισκέψιμη Αεροπονική Φάρμα, στο EPCOT Center της Disneyland.

Από το 2006, σε συνεργασία με τις ΗΠΑ και τον R.Stoner, στο Κέντρο Αγροβιοτεχνολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου του Hanoi λειτουργεί το πρώτο στον κόσμο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών στην Αεροπονία, εστιασμένο στην παραγωγή υγιούς, χαμηλού κόστους αεροπονικού πατατόσπορου. Άλλα τρία κέντρα παραγωγής αεροπονικού πατατόσπορου, αναπτύχθηκαν πειραματικά, στο παγκόσμιο κέντρο

παραγωγής πατατόσπορου στο Περού, στην Αφρική και τα τελευταία δύο χρόνια στην Ισπανία και την Δανία. Τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά: παράγονται μέχρι 120 κόνδυλοι ανά φυτό. Φαίνεται ότι τα επόμενα χρόνια η τεχνολογία αυτή θα αλλάξει άρδην την παραγωγή πατατόσπορου.

2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

2.1. Αεροπονικά συστήματα χαμηλής πίεσης (*Low pressure units*)

Στα αεροπονικά συστήματα χαμηλής πίεσης οι ρίζες των φυτών αιωρούνται πάνω από μια δεξαμενή θρεπτικού διαλύματος ή μέσα σε ένα κανάλι που συνδέεται σε μία δεξαμενή. Μια αντλία χαμηλής πίεσης καταβρέχει το ριζικό σύστημα με το θρεπτικό διάλυμα, το οποίο στη συνέχεια στραγγίζει πίσω στη δεξαμενή. Καθώς τα φυτά μεγαλώνουν μέχρι το πέρας της καλλιέργειας, στις μονάδες αυτές έχουν την τάση να υποφέρουν από ξηρά τμήματα του ριζικού συστήματος, που εμποδίζουν την επαρκή πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών. Οι μονάδες αυτές είναι συνήθως κατάλληλες για καλλιέργεια σε πάγκους. Τέτοια συστήματα υπάρχουν πολλά για εμπορική χρήση, κατασκευασμένα στην Αμερική και στον υπόλοιπο κόσμο.

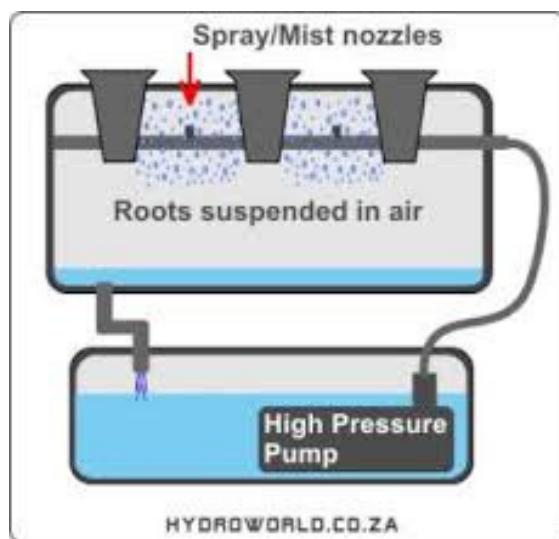


Εικόνα 1: Αεροπονικά συστήματα χαμηλής πίεσης (*Low pressure units*)

2.2. Αεροπονικά συστήματα υψηλής πίεσης (High pressure devices)

Στα αεροπονικά συστήματα υψηλής πίεσης το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στις ρίζες από αντλία υψηλής πίεσης, περίπου 6 ατμοσφαιρών.

Τα υψηλής πίεσης αεροπονικά συστήματα περιλαμβάνουν τεχνολογίες, για τον καθαρισμό του αέρα και του νερού, καθώς και για την αποστείρωση του ανακυκλώσιμου θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 2: Αεροπονικά νοστήματα υψηλής πίεσης (High pressure devices)

2.3. Αεροπονικά συστήματα ψεκασμού ομίχλης με υπερήχους (*supersonic fog devises*)

Στα αεροπονικά αυτά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα μέσω ειδικών συσκευών υπερήχων μετατρέπεται σε ομίχλη, η οποία καλύπτει τον χώρο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.



Eikόνα 3: supersonic fog aeroponic system

2.4. Αεροπονική βιολογική καλλιέργεια

Οι βιολογικές αεροπονικές καλλιέργειες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή φυτών για χρήση σε φαρμακευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Το 2005, ο καθηγητής N. Reese του πανεπιστημίου της βόρειας Dakota, χρησιμοποίησε την αεροπονία για την παραγωγή γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού. Σύμφωνα με τον Reese, είναι ένα ιστορικό γεγονός η παραγωγή καλαμποκιού σε αεροπονική καλλιέργεια για χρήση ως βιομάζα. Ενώ προηγούμενες προσπάθειες του πανεπιστημίου με χρήση της υδροπονίας απέτυχαν. Τέλος σύμφωνα με τον Reese, η αεροπονία κάνει την βιοκαλλιέργεια οικονομικά εφικτή.

2.5. Αεροπονία στο σπίτι

Ένα σπιτικό σύστημα αεροπονίας δεν είναι στην πραγματικότητα δύσκολο για να το φτιάξει κάποιος. Το μόνο που χρειάζεται είναι κάποιες πολύ βασικές τεχνικές δεξιότητες και τα απαραίτητα υλικά που είναι για την κατασκευή της μικρής αυτής αεροπονικής μονάδας. Με τον τρόπο αυτό μπορεί κάποιος να έχει σπίτι του ακόμη και στο μπαλκόνι του μικρές αεροπονικές μονάδες και να καλλιεργεί από διάφορα είδη λαχανικών μέχρι και πολλά καλλωπιστικά φυτά.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι μια μικρογραφία των μεγαλύτερων, δηλαδή ακολουθούνται οι ίδιες διαδικασίες όπως στα συστήματα μεγάλων αεροπονικών καλλιεργειών. Το πλέον σημαντικό χαρακτηριστικό της αεροπονίας στο σπίτι είναι πως για την όποια καλλιέργεια φυτών ακολουθηθεί απαιτείται ελάχιστος χώρος, σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες που θα ήθελαν πολύ περισσότερο χώρο. Έτσι με την αεροπονία μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει το χώρο που έχει στο μπαλκόνι του και μόνο. Αυτό μπορεί να γίνει γιατί ως γνωστό στην αεροπονία δεν χρησιμοποιείται χώμα για την παραγωγή των φυτών, οπότε εξοικονομείτε αρκετός χώρος.

Σήμερα στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλές μικρές αεροπονικές μονάδες και συστήματα διαφόρων εταιρειών, αποκλειστικά για χρήση στο σπίτι και για πολύ περιορισμένη καλλιέργεια φυτών. Ορισμένες μονάδες μάλιστα είναι καλαίσθητες και μπορούν να τοποθετηθούν για διακόσμηση εντός του σπιτιού.

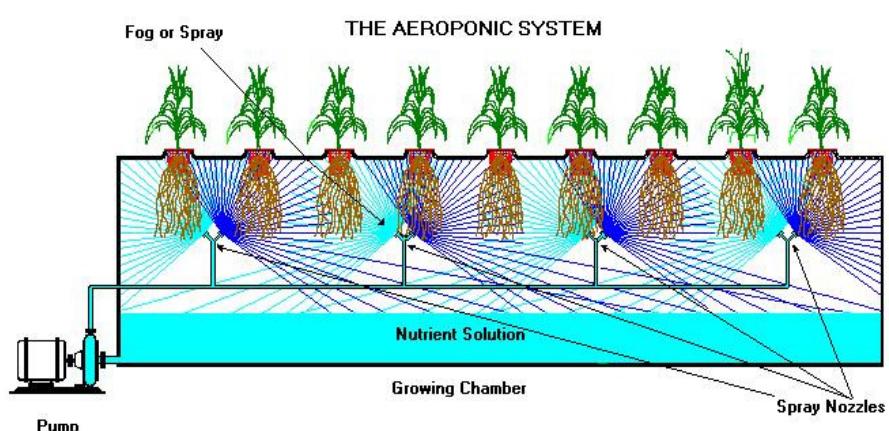
3. ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΦΥΤΩΝ (commercial systems)

Τα επαγγελματικά αεροπονικά συστήματα καλλιέργειας, χαμηλής ή υψηλής πίεσης, αποσκοπούν σε μαζική παραγωγή φυτών και φυτικών προϊόντων με τη μέθοδο της αεροπονίας. Περιλαμβάνουν το σύστημα <biological systems matrix> το οποίο παρέχει, βελτιώσεις για μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των φυτών και την ωρίμανση των καλλιεργειών. Τα εμπορικά αεροπονικά συστήματα χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια φυτών υψηλής αξίας, και επιτυγχάνουν πολλαπλές εναλλαγές καλλιεργειών σε συνεχή εμπορική βάση.

Στην ενότητα αυτή θα περιγράψουμε διάφορα σύγχρονα εμπορικά συστήματα αεροπονικής καλλιέργειας, μέσω διαφόρων εικόνων.

3.1. Υδροαεροπονία ατμού (Hydro Aeroponics Fogger System)

Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα επίπεδο κομμάτι πλαστικού πάγκου ο οποίος περιέχει θέσεις τοποθέτησης των νεαρών φυταρίων. Εντός του θαλάμου κάτω από το προαναφερθέν πλαίσιο βρίσκονται τα «σπρέι» τα οποία ψεκάζουν το θρεπτικό διάλυμα στις ρίζες των φυτών. Στην ουσία πρόκειται για ένα σύστημα αεροπονίας και υδροπονίας μαζί. Αποτέλεσμα του συστήματος αυτού είναι η ταχύτερη παραγωγή φυτών. Αντί να καλλιεργείς μερικά φυτά για μεγαλύτερη χρονική περίοδο, καλλιεργούνται στον ίδιο χώρο πολλά μικρότερα φυτά με ταχύτερη ωρίμανση σε λιγότερο χρόνο. Έτσι, απαιτείται λιγότερος χρόνος μεταξύ των καλλιεργειών.



Εικόνα 4: Υδροαεροπονία ατμού (Hydro Aeroponics Fogger System)

3.2. Αεροπονικοί κήποι(Aero Gardens)

Οι Aero Gardens είναι αυτόματα μικρά αεροπονικά συστήματα για εσωτερικούς χώρους, πολύ εύκολα στη χρήση που ο καθένας μπορεί να αναπτύξει μέσα σε αυτά φυτά στο σπίτι, όλο το χρόνο.

Το Aerogarden είναι ένα οικιακό σύστημα, εύχρηστο, που επιτρέπει να καλλιεργούνται σαλάτες, αρωματικά βότανα, μυρωδικά, τομάτες cherry, φράουλες ή ανθοκομικά όλο το χρόνο. Τα φυτά μεγαλώνουν με νερό, θρεπτικά στοιχεία και αέρα. Είναι αδιάβροχο, με αυτόματο φωτισμό. Απλως προσθέτουμε το πλαίσιο (kit) σπόρων και περιμένουμε να αναπτυχθούν τα φυτά.



Εικόνα 5: Aerogarden

3.3. X-stream Aeroponic Propagators

Ο X-stream Aeroponic Propagator είναι μονάδα πολλαπλασιασμού, που είναι σε θέση να υποστηρίζει 105 μοσχεύματα φυτών, μέχρι να αναπτύξουν τις ρίζες τους. Δεν απαιτεί καλλιεργητικά μέσα, δεδομένου ότι παρέχεται με γλάστρες 2 «ματιών» και κολάρα νεοπρενίου για να κρατήσει και να υποστηρίξει τα φυτά. Αυτό επιτρέπει τα μοσχεύματα να κρέμονται ελεύθερα κάτω. Το ψεκαζόμενο διάλυμα αποθηκεύεται στη δεξαμενή 70 λίτρων και μια αντλία Maxi Jet MJ τροφοδοτεί μέσω της άρδευσης αρκετά μπέκ που τοποθετούνται ακριβώς κάτω από τα μοσχεύματα. Για τη στερέωση των μοσχευμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθούν Grodan SBS κύβοι, ή περιλαίμια από νεοπρένιο. Απλά το άνοιγμα ή το κλείσιμο των μεγάλων ανοίγματα στο διαφανές καπάκι, βοηθάει να ελέγχονται τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό μέχρι να αναπτυχθεί ένα καλό ριζικό σύστημα στα μοσχεύματα. Διαστάσεις: (h, w, δ) 48 x 115 x 63 εκατοστά, για 105 μοσχεύματα, μέχρι να αναπτύξουν τις ρίζες τους.



Εικόνα 6: X-stream Aeroponic Propagator-105(Σαλάχας, 2012)

3.4. Garden Tower

Πρόκειται για ένα σύστημα κλειστού βρόχου που χρησιμοποιεί εμπλουτισμένο θρεπτικό διάλυμα για να αυξηθούν τα φυτά, πάντα με την απουσία εδάφους ή υποστρώματος. Η ανακυκλοφορία του διαλύματος προσφέρει ένα οικονομικό σύστημα καλλιέργειας φυτών, εξαιρετικά αποδοτικό σε ποσότητα παραγόμενων φυτών.

Σύμφωνα με το Aquaponic Modular Production Systems (AMPS), το Garden Tower μπορεί αποτελεσματικά να συλλάβει και να μετατρέψει τα απόβλητα σε ανακυκλώσιμο νερό για τη μείωση της κατανάλωσης, και να αναπτυχθούν τα φυτά σχεδόν οπουδήποτε, σε εσωτερικούς χώρους ή έξω σε περίεργου σχήματος χώρους. Είναι φτιαγμένο με ασφαλή πλαστικό για την ανάπτυξη των φυτών, κατάλληλο για εξωτερική χρήση και επιτρέπει την καλλιέργεια 44 μονάδων να αυξηθούν σε πέντε τετραγωνικά μέτρα.



Εικόνα 7: Aeroponic Garden Tower system

3.5. Κατακόρυφες αεροπονικές φάρμες (Vertical aeroponic growing farms)

Ο σχεδιασμός αεροπονονικών συστημάτων έχει να επιδείξει ένα καινοτόμο τρόπο για να αυξήσει τα φρέσκα προϊόντα δημιουργώντας αγροκτήματα μέσα στις πόλεις. Στην καινοτόμο αυτή μέθοδο χρησιμοποιείται καθαρό ανακυκλωμένο νερό στη θέση του εδάφους για την καλλιέργεια τροφίμων. Η AMPS Builds New Orleans' First "Aeroponic" Recirculating Farm, Demonstrates Sustainable Urban Agriculture σχεδιάζει να κατασκευάσει πολλά παρόμοια αγροκτήματα σε όλη τη Νέα Ορλεάνη για να παρέχουν περισσότερες τοπικές πηγές των υγιεινών τροφίμων.

Ο Doug Jacobs, ιδρυτής και επικεφαλής σχεδιαστής είπε ότι, «όταν ήρθα εδώ στη Νέα Ορλεάνη, σκέφτηκα πως θα μπορούσαμε σε μια πόλη τόσο γνωστή για την κουζίνα της, να της προσφέρουμε φρέσκα προϊόντα πιο προσιτά για τους καταναλωτές. Θα μπορούσαμε να αυξήσουμε όλα τα λαχανικά και βότανα που χρησιμοποιούνται εδώ σε μια ποικιλία από αεροπονικά αγροκτήματα σε όλη την πόλη.



Εικόνα 8: Vertical aeroponic growing farms

3.6. Αεροπονικές φάρμες για “*baby vegetables*”

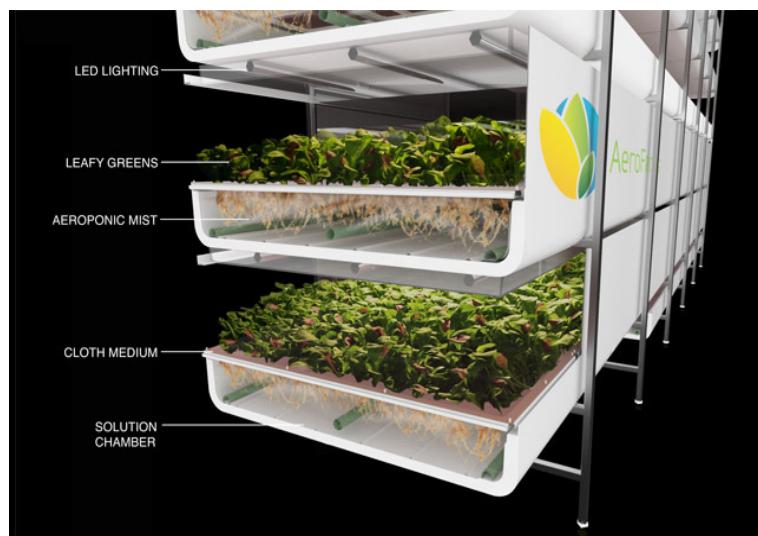


*Εικόνα 9: Αεροπονικές φάρμες για “*baby vegetables*”*

3.7. Αεροπονικές φάρμες σε κτίρια (*Urban Aerofarms*)

Είναι urban farms, δηλαδή τοποθετούνται σε κλειστά περιβάλλοντα, μέσα σε κτίρια.

Συνδυάζοντας state-of-the-art τεχνολογία και φωτισμό LED, χρησιμοποιώντας ένα απόλυτα προστατευμένο περιβάλλον ανάπτυξης χωρίς ήλιο ή έδαφος, σε τοπικό επίπεδο όλο το χρόνο, το σύστημα αυτό μπορεί να παράγει με συνέπεια ασφαλή και νόστιμα φυλλώδη λαχανικά.



Εικόνα 10: Urban farm(Aeroponics International)

Τέτοιες φάρμες λειτουργούν σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο – Νέα Υόρκη, Ουάσιγκτον, Σαουδική Αραβία, και Αμπού Ντάμπι, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, προσφέροντας τεράστια οφέλη σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες.

3.8. Συστήματα αεροπονικής καλλιέργειας πατατόσπορου (*minitubers*)

Το έδαφος δεν είναι πλέον απαραίτητο για την καλλιέργεια της πατάτας, τουλάχιστον για την καλλιέργεια πατατόσπορου. Το σύστημα αυξάνει την παραγωγικότητα, καθώς μπορούν να ληφθούν περισσότεροι από είκοσι κόνδυλοι ανά φυτό, αντί των τριών ή τεσσάρων που επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας συμβατικές μεθόδους. Επιπλέον, μειώνει το ποσοστό του εδάφους που βασίζονται πολλές ασθένειες και είναι ένα πιο βιώσιμο σύστημα δεδομένου ότι χρειάζεται μικρότερη ποσότητα νερού και λιπασμάτων.



Εικόνα 11: Αεροπονικό σύστημα καλλιέργειας κονδύλων (πατατόσπορος)

Προκειμένου το φυτό και οι κόνδυλοι να αναπτυχθούν, τα θρεπτικά συστατικά εφαρμόζονται στις ρίζες με τη βοήθεια ενός συστήματος εκνεφωτή, οπότε θρεπτικό εμπλουτισμένο νερό ψεκάζεται πάνω τους περιοδικά. Οι ρίζες αναπτύσσονται στον αέρα, και αυτό καθιστά δυνατή την έκθεση σε αέρα και αποφεύγει την επαφή των κονδύλων με παθογόνα εδάφους. Ως εκ τούτου, η παραγωγή ανά φυτό αυξάνει σημαντικά. Μια άκρως εξαιρετική πτυχή του συστήματος αυτού είναι ότι η πρόοδος των κονδύλων μπορεί να ελέγχεται συνεχώς, επιτρέποντας τη συγκομιδή τους, κατά τη στιγμή της βέλτιστης ανάπτυξης. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να επιτευχθεί ομοιογενής παραγωγή κονδύλων πατάτας κάτι που δεν είναι δυνατόν με την παραδοσιακή καλλιέργεια, δεδομένου ότι όλοι οι κόνδυλοι συγκομίζονται ταυτόχρονα και δεν δείχνουν την ίδια την ανάπτυξη ή το μέγεθος. Η συμβατική μέθοδος παραγωγής σπόρους πρώτης γενιάς πατάτας βασίζεται σε

υψηλής πυκνότητας φυτείες, σε υπόστρωμα τύρφης και σε θερμοκήπια. Αυτό το είδος της παραγωγής είναι υψηλής έντασης εργασίας και με το υψηλό κόστος λόγω του χαμηλού αριθμού των κονδύλων που παράγονται ανά φυτό.

4. ΠΡΟΤΥΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗ ΦΑΡΜΑ ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΣ

Η εγκατάσταση αποτελείται από δυο βασικά μέρη. Το κέντρου ελέγχου και παροχής του θρεπτικού διαλύματος και το θερμοκήπιο όπου βρίσκονται τα συστήματα καλλιέργειας.



Εικόνα13: Αεροπονική φάρμα ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

4.1. Κέντρο ελέγχου και παροχής θρεπτικών διαλυμάτων.

Στο Κέντρο ελέγχου βρίσκεται μια κεντρική αυτοματοποιημένη μονάδα για τον έλεγχο και την λειτουργία του αεροπονικού συστήματος. Το σύστημα έχει την δυνατότητα να ελέγχει 4 διαφορετικές καλλιέργειες (μεταχειρίσεις), όπου οι ρυθμίσεις για κάθε καλλιέργεια είναι ανεξάρτητες. Επίσης ελέγχεται και ρυθμίζεται η θερμοκρασία του θρεπτικού διαλύματος, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH. Επίσης ρυθμίζεται αυτόμata η σύσταση και η παρασκευή του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος.

Μέσω του κεντρικού συστήματος ελέγχου διαχειρίζονται: α) η πίεση που έχουμε για την παροχή του θρεπτικού διαλύματος στα κανάλια καλλιέργειας, β) το pH, γ) η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος, δ) η ποσότητα του θρεπτικού διαλύματος στην κεφαλή παρασκευής. στ) η διάρκεια του ψεκασμού των ριζών και η συχνότητά του, καθώς και η επανεπιστροφή του θρεπτικού διαλύματος(επανακυκλοφορία).

4.1.2. Δοχεία λιπασμάτων

Τα δοχεία πυκνών λιπασμάτων είναι 13 σε αριθμό. Τα 12 περιλαμβάνουν τα πυκνά θρεπτικά ανόργανα στοιχειά,(stock solutions) και ένα που περιέχει οξύ απαραίτητο για τη ρύθμιση του pH. Τα 8 δοχεία περιέχουν τα μακροστοιχεία, τα 4 τα ιχνοστοιχεία, και ένα το οξύ (HNO_3). Από τα δοχεία των 13 πυκνών λιπασμάτων, μέσω περισταλτικών αντλιών τα πυκνά διαλύματα οδηγούνται στην κεφαλή όπου παρασκευάζεται το θρεπτικό διάλυμα.



Εικόνα 14: Δοχεία πυκνών λιπασμάτων

Τα λιπάσματα που συνήθως χρησιμοποιούμε αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα. Βασική προϋπόθεση είναι να είναι πλήρως υδατοδιαλυτά.

Πίνακας 1: Θρεπτικά στοιχεία.

Stock solution	
Calcium nitrate	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
Potassium nitrate	KNO_3
Ammonium nitrate	NH_4NO_3
Magnesium sulphate	MgSO_4
Potassium sulphate	K_2SO_4
Magnesium nitrate	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
Monopotassium phosphate	K_2PO_4
Iron chelate	Fe-chelate
Manganese sulphate	MnSO_4
Zinc sulphate	ZnSO_4
Copper sulphate	CuSO_4
Sodium tetra borate (Borax)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_{13}$
Sodium octaborate	$\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}$
Boric acid	H_3BO_3
Sodium molybdate	NaMoO_4
Ammonium heptamolybdate	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$
Nitric Acid	HNO_3

4.1.3. Κεφαλή παρασκευής θρεπτικού διαλόματος

Η κεφαλή είναι υπεύθυνη για την παρασκευή του θρεπτικού διαλόματος. Αφού πάρει την απαιτούμενη ποσότητα από τα πυκνά θρεπτικά διαλόματα, την προσθέτει στον κατάλληλο όγκο νερού. Η άντληση των πυκνών λιπασμάτων από τα δοχεία λιπασμάτων προς την κεφαλή παραγωγής διαλόματος γίνεται μέσω περισταλτικών αντλιών. Εντός της κεφαλής δεξαμενής γίνεται ανάδευση του νέου διαλόματος, με την βοήθεια παροχής αέρα εντός της δεξαμενής. Τέλος η κεφαλή-δεξαμενή ελέγχει την ηλεκτρική αγωγιμότητα EC, και το pH.

4.1.4. Δεξαμενές αποθήκευσης θρεπτικού διαλόματος

Εφόσον το αραιό πλέον θρεπτικό διάλυμα έχει ετοιμαστεί στην κεφαλή-δεξαμενή οδηγείται στις τέσσερις δεξαμενές αποθήκευσης. Η κάθε δεξαμενή περιέχει ξεχωριστό διάλυμα το οποίο μεταφέρεται και ψεκάζεται στις ρίζες των φυτών, στα αντίστοιχα κανάλι, αναλόγως των απαιτήσεων της καλλιέργειας που αναπτύσσεται εκεί.



Εικόνα 15: Δεξαμενές αποθήκευσης αραιού θρεπτικού διαλόματος.

Επίσης στην εικόνα βλέπουμε τις αντλίες παροχής του θρεπτικού διαλόματος στα κανάλια καλλιέργειας. Εφόσον πλέον το θρεπτικό διάλυμα έχει αποθηκευτεί στις δεξαμενές αποθήκευσης, μπορούμε επιπλέον να ρυθμίζουμε την θερμοκρασία του πριν το χρησιμοποιήσουμε για τον ψεκασμό της καλλιέργειας.

4.2. Θερμοκηπιακή μονάδα (συστήματα καλλιέργειας)

Εντός του χώρου του θερμοκηπίου βρίσκονται τα πλαίσια καλλιέργειας των φυτών οπού τοποθετούνται τα φυτάρια για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Με λίγα λόγια είναι ο χώρος οπού λαμβάνει χώρα η αεροπονική καλλιέργεια.



Εικόνα 16: Αεροπονική καλλιέργεια ντομάτας.

Τέλος υπάρχουν στο χώρο αυτό και οι δεξαμενές απορροής, στις οποίες καταλήγουν οι σωλήνες απορροής του εκάστου καναλιού καλλιέργειας, καθώς και η αυτόματη επανεπιστροφή του θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 17: Δεξαμενές απορροής θρεπτικού διαλύματος.

4.2.1. Πλαίσια καλλιέργειας

Εντός του θερμοκηπίου υπάρχουν δυο ειδών πλαίσια.

a) Υπάρχουν τα ορθογώνια πλαίσια, όπου βρίσκεται και μεγαλώνει το ριζικό σύστημα του φυτών και υπάρχουν σωλήνες μεταφοράς και ψεκασμού του θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 18: Ορθογώνια πλαίσια καλλιέργειας (εξωτερικά)

Με αυτόν τον τρόπο η ρίζα ψεκάζεται με πολύ μικρού όγκου σταγονίδια (νέφος) θρεπτικού διαλύματος, προκειμένου να αναπτυχτεί το φυτό. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχει πίεση ώστε τα μπεκ να εκτοξεύουν το θρεπτικό διάλυμα σε μορφή νέφους.

β) Τα πλαίσια τριγωνικού σχήματος. Εντός των πλαισίων αυτών υπάρχει ένας μονός σωλήνας που φέρει τα μπεκ. Η διαδικασία ψεκάσματος παραμένει η ίδια.



Εικόνα 19: Τριγωνικά πλαίσια καλλιέργειας (εξωτερικά).

Στα καπάκια των πλαισίων αυτών υπάρχουν τρύπες όπου τοποθετείτε το ειδικό γλαστράκι (pot) αεροπονίας, στο οποίο τοποθετείτε το νεαρό φυτάριο. Το γλαστράκι αυτό φέρει σχισμές προκειμένου το ριζικό σύστημα του φυτού, να έρχεται σε επαφή με το ψεκαζόμενο θρεπτικό διάλυμα, καθώς επίσης να μην εμποδίζεται η ανάπτυξη του.

Τα νεαρά φυτάρια τοποθετούνται στο κέντρο του και για την στήριξη τους τοποθετείται ένα ειδικό καπάκι στήριξης. Μετά την τοποθέτηση του φυτού στο πλαίσιο της αεροπονίας, η ρίζα μεγαλώνει και εξέρχεται από τις σχισμές του ειδικού ποτηριού και αιωρείται εντός του πλαισίου.



Εικόνα 20: Ειδικό αεροπονικό γλαστράκι (pot) και ειδικό περιλαίμια από νεοπρένιο.

5. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΟΠΟΝΙΑΣ ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Πρόκειται για ένα κλειστό αεροπονικό σύστημα. Η λειτουργιά του συστήματος βασίζεται τόσο στη χρήση του προγράμματος ελέγχου, όσο και στις εξειδικευμένες επιμέρους γεωπονικές γνώσεις όσον αφορά τις απαιτήσεις των φυτών σε θρεπτικά στοιχειά για την ορθή ανάπτυξη και ωρίμανση τους.

5.1. Διαδικασία παρασκευής θρεπτικού διαλύματος

Για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος η διαδικασία ξεκινά με την παρασκευή των πυκνών λιπασμάτων. Τα λιπάσματα βρίσκονται αρχικά σε μορφή υδροδιαλυτής σκόνης. Αναλόγως την χωρητικότητα του δοχείου που θα τοποθετηθεί το πυκνό διάλυμα λιπάσματος που θα προκύψει, διαλύονται σε συγκεκριμένη ποσότητα νερού και εν συνεχείᾳ τοποθετούνται στα δοχεία των πυκνών λιπασμάτων που προαναφέραμε. Σε αυτό το σημείο λοιπόν έχουμε τα δοχεία τα οποία περιέχουν τα βασικά θρεπτικά στοιχειά των φυτών, αλλά σε πολύ μεγάλη ποσότητα συγκέντρωσης σε σχέση με αυτήν που χρειάζονται τα φυτά για την θρέψη τους. Ένα επιπλέον δοχείο περιέχει κάποιο οξύ (συνήθως HNO_3), το οποίο προστίθεται εν συνεχείᾳ εφόσον έχουμε προχωρήσει στην παρασκευή του αραιού θρεπτικού διαλύματος, για την ρύθμιση του pH.

Εν συνεχείᾳ αναλόγως των απαιτήσεων της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχειά, θα προχωρήσουμε στην παρασκευή του αραιού θετικού διαλύματος το οποίο θα διοχετευτεί στα φυτά για την θρέψη τους. Το αραιό αυτό διάλυμα περιέχει τα απαραίτητα μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία τα οποία χρειάζονται τα φυτά για να αναπτυχτούν. Μέσω του υπολογιστή και βάση υπολογισμών που έχουν γίνει, ορίζουμε την ποσότητα από τα βαρέλια πυκνών λιπασμάτων που θα μεταφερθεί στην κεφαλή παράγωγης μέσω των περισταλτικών αντλιών και θα προστεθεί σε συγκεκριμένη ποσότητα νερού, παράγοντας έτσι το αραιό θρεπτικό διάλυμα λιπασμάτων για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Το κάθε διαφορετικής σύνθεσης θρεπτικό διάλυμα, μεταφέρεται αυτόματα στο αντίστοιχο δοχείο καλλιέργειας. Από το δοχείο καλλιέργειας, το θρεπτικό διάλυμα, με την βοήθεια των αντλιών άρδευσης οδηγείται και ψεκάζεται στα αντίστοιχα κανάλια καλλιέργειας που βρίσκονται στο χώρο του θερμοκηπίου. Το διάλυμα που απορρέει μετά τον ψεκασμό, οδηγείτε στις δεξαμενές απορροής. Από εκεί ανακυκλώνεται και στέλνεται πίσω στην

κεφαλή παρασκευής θρεπτικού διαλύματος. Εκεί ελέγχεται η EC και το pH και αναλόγως συμπληρώνεται ποσότητα θρεπτικών στοιχείων, ώστε το διάλυμα να είναι έτοιμο για την επαναχρησιμοποίηση του, καθώς και κατάλληλο για την θρέψη των φυτών.

5.2. Καλλιέργειες φυτών στην αεροπονία.

Κατά την διάρκεια της ενασχόλησης μας με την καλλιέργεια φυτών στο πρότυπο σύστημα αεροπονίας του ΤΕΙ Μεσολογγίου, παρακολουθήσαμε καλλιέργειες διαφόρων φυτών. Οι καλλιέργειες αυτές ήταν ο πλατύφυλλος βασιλικός, το μαρούλι και η φράουλα.

Σκοπός της εργασίας μας ήταν η εκπαίδευση στην τοποθέτηση των φυτών της καλλιέργειας στα κανάλια της αεροπονίας, στην διαδικασία παραγωγής του θρεπτικού διαλύματος, καθώς και στον γενικό έλεγχος για την σωστή ανάπτυξη των φυτών της καλλιέργειας. Ο σκοπός των καλλιεργειών αυτών ήταν η διερεύνηση και η μελέτη της ανάπτυξης και των αποδόσεων των φυτών αυτών στην αεροπονία..



Εικόνα 21: Μεταφύτευση φυταρίων μαρουλιού, στην αεροπονία.



Εικόνα 22: Καλλιέργεια μαρούλιού, στην αεροπονία



Εικόνα 23: Καλλιέργεια τομάτας ποικιλίας ηλέκτρα στην αεροπονία



Εικόνα 24: Καλλιέργεια λαχανικών στην αεροπονία



Εικόνα 25: Καλλιέργεια πλατύφυλλου βασιλικού στην αεροπονία

6. ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ ΣΤΟΝ ΑΡΗ (*Popeye on Mars*)

Μια ομάδα οκτώ νέων Ελλήνων βρήκε τη λύση στο πρόβλημα της καλλιέργειας φυτών στον πλανήτη Άρη και κέρδισε το πρώτο βραβείο στον παγκόσμιο διαγωνισμό της NASA.

Οκτώ νέοι, φοιτητές στην πλειονότητά τους, συνεργάστηκαν στη δημιουργία του «**Popeye on Mars**», ενός ειδικού αεροπονικού θερμοκηπίου, στο οποίο μπορεί να καλλιεργηθεί σπανάκι (ή άλλα πρασινόφυλλα) στο αφιλόξενο και ερημικό περιβάλλον του Άρη.

Η πρότασή τους πήρε την πρώτη θέση στην κατηγορία «**Best Mission Concept**», που καλύπτει διάφορους τομείς και ξεχώρισε ανάμεσα σε 770 προτάσεις από όλο τον κόσμο στο πλαίσιο του NASA International Space App Challenge 2013.

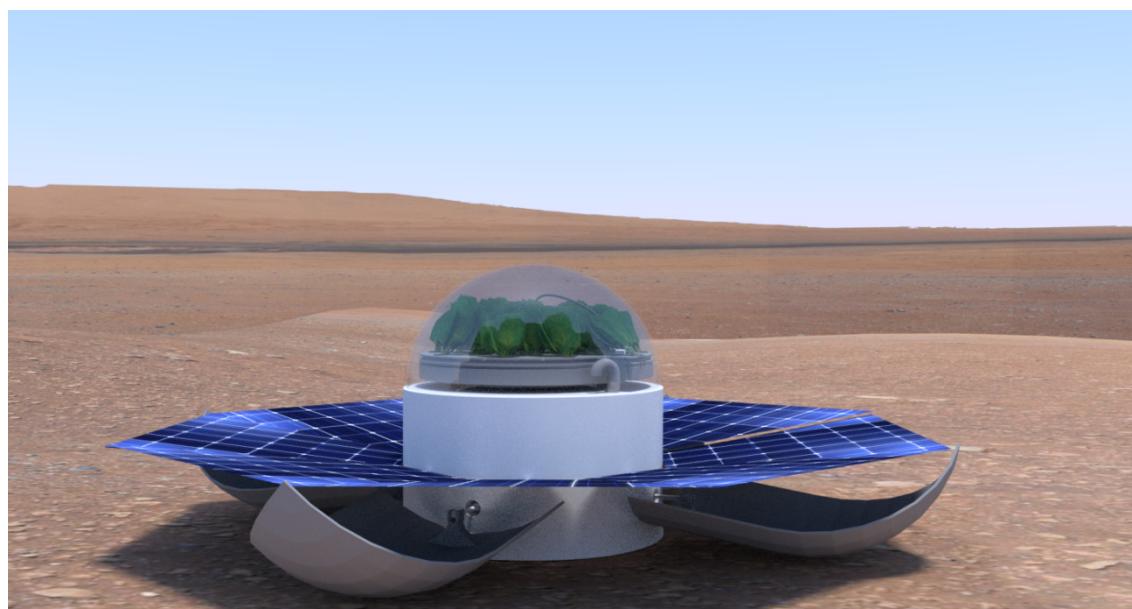
Μέσα σε ένα Σαββατοκύριακο έμαθαν για το διαγωνισμό, συνέθεσαν την ομάδα, της έδωσαν όνομα (προς τιμήν του Ποπάι που γινόταν πανίσχυρος τρώγοντας σπανάκι), έκαναν τα σχέδια, έλυσαν τα προβλήματα, υπέβαλλαν τη συμμετοχή, κέρδισαν. Πράγμα ανήκουστο, ειδικά αν σκεφτεί κανείς πως τα διαστημικά ταξίδια είναι ένας τομέας που χρειάζεται κανείς συγκεκριμένη και βαθιά εξειδίκευση.

Η βασική ιδέα πίσω από Popeye στον Άρη είναι να δημιουργήσει μια αυτόνομη θερμοκηπιακή μονάδα, που θα μπορούσε να σταλεί σε ένα κατά τα άλλα αφιλόξενο πλανήτη ή φεγγάρι που να παράγει φρέσκα τρόφιμα πριν από την άφιξη των ανθρώπων. Σχεδιασμένο για να αναπτυχθεί κοντά στον ισημερινό του Άρη, επωφελούμενο από την ηλιακή ενέργεια και τη σχετική έλλειψη δυσμενών καιρικών συνθηκών.

Ο Popeye αρχικά θα μοιάζει με μια απλή δομή τρούλου. Κρυμμένα μέσα θα είναι ένα πλήρως εξοπλισμένο σύστημα αεροπονικής καλλιέργειας, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων και των ηλεκτρονικών συστημάτων που απαιτούνται για τη σταθεροποίηση του εσωτερικού περιβάλλοντος και του οξυγόνου που θα παράγεται από τα φυτά.

Το θερμοκήπιο θα καταλαμβάνει μια περιοχή κύκλου ακτίνας περίπου 1,5 μέτρου και κατά τη διάρκεια της ημέρας, τα εξωτερικά καλύμματα θα ανοίγουν και τα PVPs (φωτοβολταϊκά πάνελ) θα αναπτύσσονται. Οι συλλέκτες θα συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια για να τροφοδοτεί με ενέργεια τα εσωτερικά συστήματα του τρούλου, και να καλλιεργεί αεροπονικά το σπανάκι.

Χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, το θερμοκήπιο θα λειτουργεί για περίπου 45 ημέρες (κύκλος ζωής του σπανακιού). Η περίοδος αυτή μπορεί να ποικίλλει έως 65 ημέρες, ανάλογα με τα φυτά. Μετά την περίοδο αυτή, το αποθηκευμένο οξυγόνο (O_2) και οι πιθανοί σπόροι που θα παράγονται θα συλλέγονται.



Εικόνα 26

Την ομάδα του **Popeye on Mars** αποτέλεσαν οι κ.κ.:

Αλφρέδος-Παναγιώτης Δαμκαλής,
Αγγελαος Ζησιμάτος,
Θεμιστοκλής Καραφασούλης,
Χάρις-Κλειώ Κόρακα,
Σωτήρης Παναγιώτου,
Μάνθος Παπαματθαίου,
Λυδία Πολύζουν και
Βαγγέλης Χλιάρας.

To **International Space App Challenge** 2013 διοργανώθηκε από τη NASA στις 20 και 21 Απριλίου σε 83 πόλεις του κόσμου. Στην Αθήνα διοργανώθηκε από τον Σύλλογο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας (Σ.Ε.Α) και το hackerspace.gr.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η βασική αρχή της αεροπονικής καλλιέργειας είναι η ανάπτυξη των φυτών σε ελεγχόμενο περιβάλλον απουσία υποστρώματος (air culture or soilless culture) με ψεκασμό του θρεπτικού διαλύματος. Σε σχέση με την κλασσική υδροπονία έχει σημαντικά μικρότερες απαιτήσεις σε νερό και ενέργεια παρέχοντας άριστες συνθήκες απορρόφησης οξυγόνου και θρεπτικών στοιχείων στο ριζικό σύστημα με αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη και ωρίμανση των φυτών, την μεγαλύτερη πυκνότητα φύτευσης και τον ευκολότερο έλεγχο των εχθρών και των ασθενειών (με αποστείρωση του συστήματος επιτυγχάνεται περιβάλλον απαλλαγμένο από ασθένειες). Η αεροπονία είναι σήμερα το νεότερο, πιο μοντέρνο και τεχνολογικά εξελιγμένο σύστημα καλλιέργειας για την παραγωγή κυρίως φυλλωδών λαχανικών και ανθοκομικών φυτών. Θεωρείται οικολογικά ασφαλής μέθοδος.

Για την παραγωγή φυσικών και υγιεινών προϊόντων, φιλική προς το περιβάλλον, είναι η καλύτερη μέθοδος από πλευράς ταχύτητας ανάπτυξης, παραγωγής βιομάζας και ελέγχου των ασθενειών, χρησιμοποιείται κυρίως για ερευνητικούς σκοπούς (σε πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα και στην NASA) και έχει αρχίσει επίσης να εφαρμόζεται από επαγγελματίες παραγωγούς κυρίως στις ΗΠΑ και στην νοτιοανατολική Ασία.

Καθώς ο γήινος πληθυσμός αυξάνει και η ανάγκη για την οικονομία των υδάτινων πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος γίνεται πιο επιτακτική, η αεροπονία είναι η ιδανική μέθοδος καλλιέργειας για να αντιμετωπίσει αυτές τις ανάγκες. Οι ειδικοί πιστεύουν ότι μέσα στα επόμενα 50 χρόνια το 40% των τροφίμων θα παράγεται μέσα στις πόλεις σε κάθετες φάρμες.

Πιστεύουμε ότι η Ελλάδα μπορεί να πρωτοπορήσει στην Ευρώπη και να αναπτύξει αυτή την εντυπωσιακή τεχνολογία τόσο για τις καλλιέργειες όσο και για την παραγωγή αεροπονικού πατατόσπορου, εξεικονομώντας πολύτιμο συνάλλαγμα και προσφέροντας θέσεις εργασίας σε νέους επιστήμονες και παραγωγούς

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Barak, P., Smith, J.D., Krueger, A.R., Peterson, L.A., 1996. Measurement of short-term nutrient uptake rates in cranberry by aeroponics, *Plant, Cell and Environment* 19 (2), pp. 237-242.
2. Carter W.A. (1942), A method of growing plants in water vapor to facilitate examination of roots, *Phytopathology*, USA.
3. Demsar, J., Osvald, J, 2003. Influence of NO_3^- : NH_4^+ ratio on growth and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) in an aeroponic system, *Agrochimica* 47 (3-4), pp. 112-121.
4. Demsar, J., Osvald, J., Vodnik, D., 2004. The effect of light-dependent application of nitrate on the growth of aeroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.), *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129 (4), pp. 570-575.
5. Heidi A. Kratsch, William R. Graves, Richard J. Gladon, 2006. Aeroponic system for control of root-zone atmosphere, *Environmental an Experimental Botany* 55, pp. 70-76.
6. Hubick K.T. ,D.R. Drakeford and D.M. Reid (1982), A comparison of two techniques for growing minimally water-stressed plants, *Canadian Journal of Botany* 60, Guelph, Canada.
7. Klotz L.J. (1944), A simplified method of growing plants with roots in nutrient vapors, *Physiopathology*, USA.
8. Lay, P.T., He, J., Sing, K.L., 2002. Effects of root-zone temperature on the root development and nutrient uptake of *Lactuca sativa* L. "Panama" grown in an aeroponic system in the tropics, *Journal of Plant Nutrition* 25 (2), pp. 297-314.
9. Massantini F. (1973), Aeroponics: practical realization, studies and research, International Congress on Soilless Culture, Proceedings.
10. Meyer, C.J., Seago Jr., J.L., Peterson, C.A., 2009. Environmental effects on the maturation of the endodermis and multiserrate exodermis of *Iris germanica* roots, *Annals of Botany* 103 (5), pp. 687-702.
11. Muras T. (1963), Air Culture of vegetable plants, *Fiziol Rast.*
12. Δρ. Σάββας Δ. , Σημειώσεις Λαχανοκομίας IV, Υδροπονικές Καλλιέργειες. Savage A.J. (1985), Hydroponics worldwide: State of the art in soilless crop production, International Center for Special Studies, Honolulu, Hawaii.

13. Soffer H. (1986), A device for growing plants aero-hydroponically: the E.G.S. (eindi-gedi-system) mini unit, Soiless Culture.
14. Vyvyan M.C. and G.F. Travell, (1953), A method of growing trees with their roots in a nutrient mist, Ann. Rep.East Malling Res. Sta.
15. Weathers P.J. and K.L. Giles (1988), Regeneration of plants using nutrient mist culture, In Vitro.
16. Weber, J., Tham, F.Y., Galiana, A., Prin, Y., Ducouso, M., Lee, S.K., 2007. Effects of nitrogen source on the growth and nodulation of Acacia Mangium in aeroponic culture, *Journal of Tropical Forest Science* 19 (2), pp. 103-112.
17. Went F.W. (1957), The experimental control of plant growth, Chronica Botanica Co., Waltham MA.
18. Zobel R.W., P. Del Tredici and J.G. Torrey (1976), Methods for growing plants aeroponically, Plant Physiology.

Πηγές από διαδίκτυο.

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Aeroponics>
2. <http://periplanomeno.wordpress.com/2012/02/27/καινοτομία-που-αναπτύσσει-το-τει-μεσο/>
3. <http://www.aixmi-news.gr/index.php/epikairotita/messolonghi/2775-2010-11-18-09-39-23>